

令和元年度

JRA 畜産振興事業に関する調査研究発表会

2019年10月10日（木）

会場 東京大学 弥生講堂・一条ホール

東京大学大学院農学生命科学研究科 食の安全研究センター

公益財団法人 全国競馬・畜産振興会

令和元年度 JRA 畜産振興事業に関する調査研究発表会

日時：令和元年 10 月 10 日（木） 13:00～17:30

場所：東京大学 弥生講堂・一条ホール

- 1 開 会 (13:00)
- 2 挨拶 (13:00～13:10) 10 分
- 3 講 演
- (1) 未来の畜産女子育成プロジェクト (13:15～13:45) 30 分
～女子高校生と共に育む、これからの畜産～
公益社団法人 国際農業者交流協会
派遣業務課長 皆戸 顕彦
栃木県農業大学校
畜産経営学科（1年） 糸川 夏海
- (2) 自然と共生する馬搬の振興 (13:50～14:20) 30 分
～木材の搬出など由来馬の活用にむけて～
一般社団法人 馬搬振興会
代表理事 岩間 敬
理事 尾立 愛子
- (3) 豚部分肉自動脱骨装置の開発 (14:25～15:05) 40 分
～X線と AI を搭載した食肉産業ロボットで築く新時代～
食肉生産技術研究組合（組合員）
株式会社ニッコー 営業本部 常務取締役 及川 寿恵男
- (4) 移動式搾乳機（mMMP）の開発 (15:10～15:50) 40 分
～小規模放牧に適した低コスト搾乳システム！～
公益財団法人 農村更生協会 八ヶ岳中央農業実践大学校
校長 清水 矩宏
- （ 休 憩 ）————— (10 分)
- (5) 人工授精の受胎率向上技術の開発 (16:00～16:40) 40 分
～牛の受胎率向上に、種雄牛側から挑む～
一般社団法人 家畜改良事業団 家畜改良技術研究所 技術開発部開発第1課
専門役 絹川 将史
- (6) 黒毛和種における地方病性牛白血病(EBL)清浄化モデルの開発 (16:45～17:25) 40 分
～静かに深刻化する牛白血病への農場ぐるみでの取り組み～
国立大学法人 岩手大学 付属動物医学食品安全研究センター
教授 村上 賢二
- 4 閉会挨拶 (17:25～17:30)

※) 各講演には質疑 5 分程度を含む。休憩は 15 時 50 分から 10 分間。閉会は 17 時 30 分頃となる見込みです。

目 次

1	未来の畜産女子育成プロジェクト	1
2	自然と共生する馬搬の振興	15
3	豚部分肉自動脱骨装置の開発	29
4	移動式搾乳機（mMMP）の開発	41
5	人工授精の受胎率向上技術の開発	63
6	黒毛和種における地方病性牛白血病（EBL）清浄化モデルの開発	87

未来の畜産女子育成プロジェクト

～ 女子高校生と共に育む、これからの畜産 ～

【講師紹介】

カイト アキヒコ
皆戸 顕彦 公益社団法人 国際農業者交流協会
派遣業務課長

(事業名：未来の畜産女子育成プロジェクト事業 平成30年度)
(事業実施主体：公益社団法人 国際農業者交流協会)

(経歴)

2002年 九州東海大学農学部畜産学科卒業
2002年～2003年 国際農業者交流協会の実施する海外農業研修にて
スイスで酪農研修に参加
2003年～2010年 同協会欧州支部（ドイツ・ボン）に勤務
2010年～ 同協会本部勤務、現在、派遣業務課長

イトカワ ナツミ
糸川 夏海 栃木県農業大学校 畜産経営学科 (1年)



未来の畜産女子育成プロジェクト

～女子高校生と共に育む、これからの畜産～

 公益社団法人国際農業者交流協会

未来の畜産女子育成プロジェクトとは？

畜産業の課題

- ◆ 農業従事者の高齢化・担い手不足
平成30年：65歳以上の割合68.5%、女性の割合40%
- ◆ 女性の活躍推進
- ◆ 国際化対応可能な若い農業者の育成

解消に向けたアクション

- ◆ 畜産業を目指す若者に海外事例を学ばせる⇒海外農業研修
- ◆ 経験をまとめて発表する⇒畜産アンバサダー活動



ゴール

- ◆ 未来の畜産業を担う女性リーダーを育てる
- ◆ 畜産の魅力を知り就農を目指す若者が増える

なぜニュージーランドを選んだか？



世界経済フォーラムが発表する男女平等を評価した2017年のジェンダーギャップ指数

ニュージーランド 9位(144カ国) ※2018年7位

日本 114位(過去最低) ※2018年は110位(149カ国中)で、やや改善

世界最大の乳製品輸出国

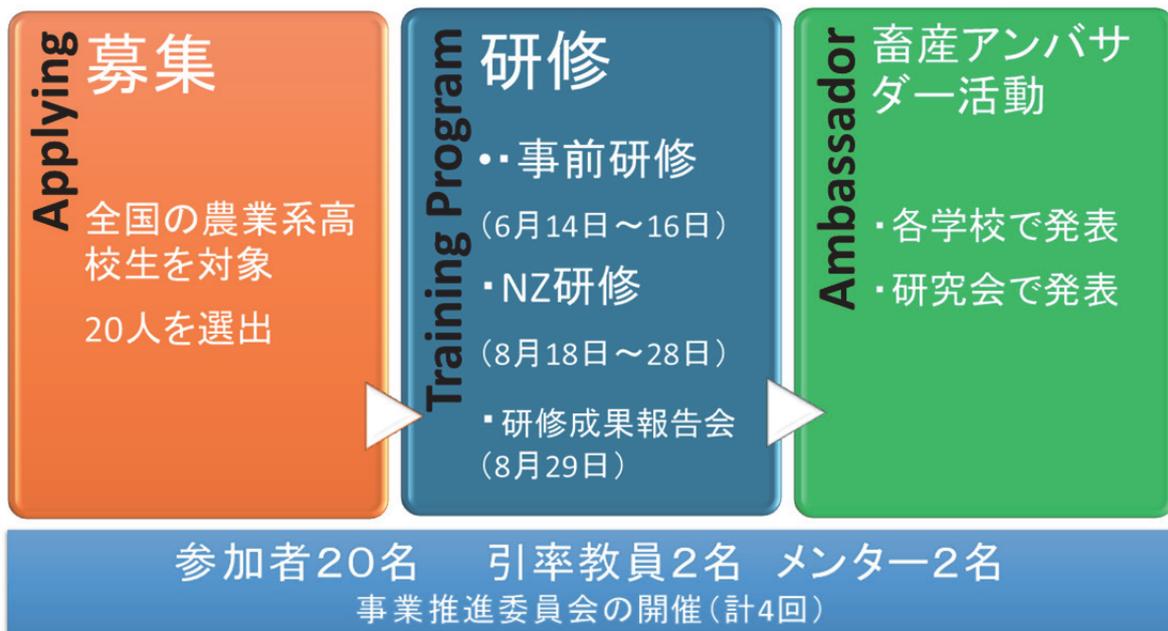
日本とは異なる酪農形態(季節分娩、放牧酪農)

シェアミルクカー制度



海岸際まで広がる放牧地
南島カンタベリー南部 ⇒

未来の畜産女子育成プロジェクトの流れ



畜産アンバサダー名簿

	出身（都道府県）	所属学校	学科	学年
1	北海道	北海道岩見沢農業高校	畜産科学科	3年
2	北海道	北海道帯広農業高等学校	酪農科学科	2年
3	北海道	北海道士幌高等学校	アグリビジネス科	2年
4	北海道	酪農学園大学附属 とわの森三愛高等学校	アグリクリエイト科	3年
5	宮城県	宮城県農業高等学校	農業科学科	2年
6	栃木県	栃木県立宇都宮白楊高等学校	農業経営科	2年
7	栃木県	栃木県立那須拓陽高等学校	農業経営科	3年
8	群馬県	群馬県立勢多農林高等学校	動物科学科	3年
9	千葉県	埼玉県立杉戸農業高等学校	生物生産技術科	3年
10	東京都	東京都立瑞穂農芸高等学校	畜産科学科	3年
11	新潟県	新潟県立長岡農業高等学校	生産技術科	2年
12	長野県	長野県南安曇農業高等学校	生物工学科	2年
13	岐阜県	岐阜県立岐阜農林高等学校	動物科学科	2年
14	愛知県	愛知県立安城農林高等学校	動物科学科	3年
15	京都府	京都府立農芸高等学校	農産バイオ科	2年
16	兵庫県	兵庫県立農業高等学校	動物科学科	2年
17	島根県	島根県立出雲農林高等学校	動物科学科	3年
18	佐賀県	佐賀県立佐賀農業高等学校	農業科学科	3年
19	熊本県	熊本県立熊本農業高等学校	畜産科	1年
20	熊本県	熊本県立菊池農業高等学校	畜産科学科	3年



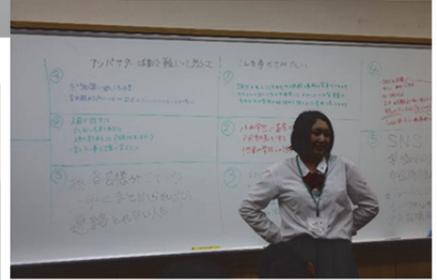
事前研修



現地学習(レクチャーなど)



NZ大使館訪問



課題準備・発表準備
畜産アンバサダー活動準備

現地研修



国際的に有名な乳業会社



キウイクロス



ロータリーパーラー



スイーズ



現地研修の内容

ESOL (English for Speaker of Other Language)



現地研修の内容

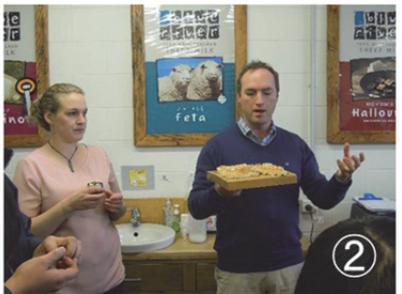
農業調査



飼料について(スイーズ)



現地研修の内容 インタビュー



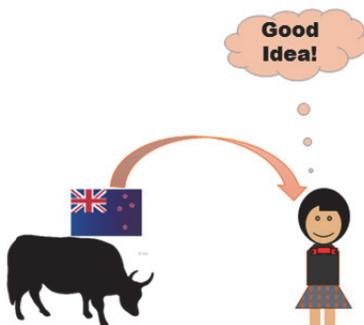
研修成果報告会

4グループ5人ずつに分かれ、それぞれのテーマに沿ってニュージーランドで学んだことを取りまとめてプレゼンテーションしました。

- ビジネスとしての畜産(攻めの畜産)
⇒作業の効率化、コスト削減、ITを活用すること。
- 女性の活躍できる畜産(ワークライフバランス)
⇒固定観念に縛られず、パートナーとしての意識を持つこと。
- 家畜や自然のための畜産(アニマルウェルフェア)
⇒家畜の負担を削減、法律の整備が必要。
- 畜産の担い手(農家を育む政策)
⇒新しいことに積極的に挑戦できる環境づくり。



畜産アンバサダー活動



ニュージーランドでの研修を終えたのち、畜産アンバサダーとして、校内外における研修報告会などを通じて、研修成果や畜産の魅力・可能性、女性農業者の活躍に向けたアイデアなどを伝えました。

何を学び、何を考えた？

畜産アンバサダー2018 糸川夏海 *ITOKAWA Natsumi*

Twitter: <https://twitter.com/sxWLgOWGNGCJBZV>

栃木県農業大学校 1年

ニュージーランドで見てきたこと

日本が取り入れたほうがいいと思うこと

今自分がしていること

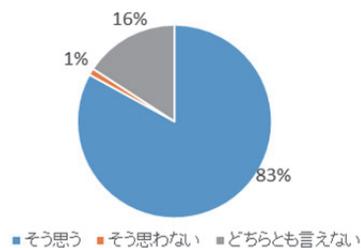
畜産アンバサダー活動結果

◆動員数

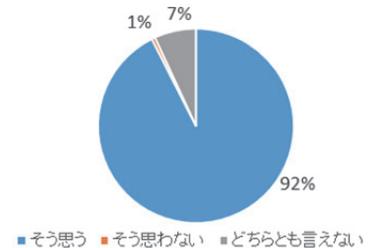
- 総数 8631人
- 母校生徒 6626人
- その他生徒 325人
- その他の人 1680人

国際化対応営農研究会での 会場へのアンケート結果

畜産に対する印象が良くなった



畜産では女性がますます活躍できる

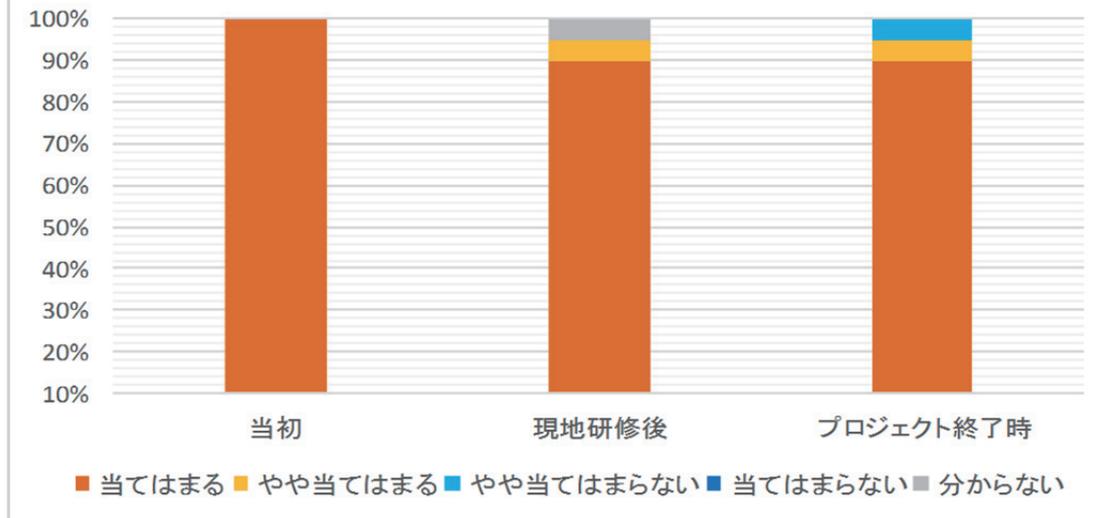


◆畜産アンバサダーたちのその後の進路(20名)

- 進学(3年生) 8名
- 就職(3年生) 2名
- 進級(2年生、1年生) 10名

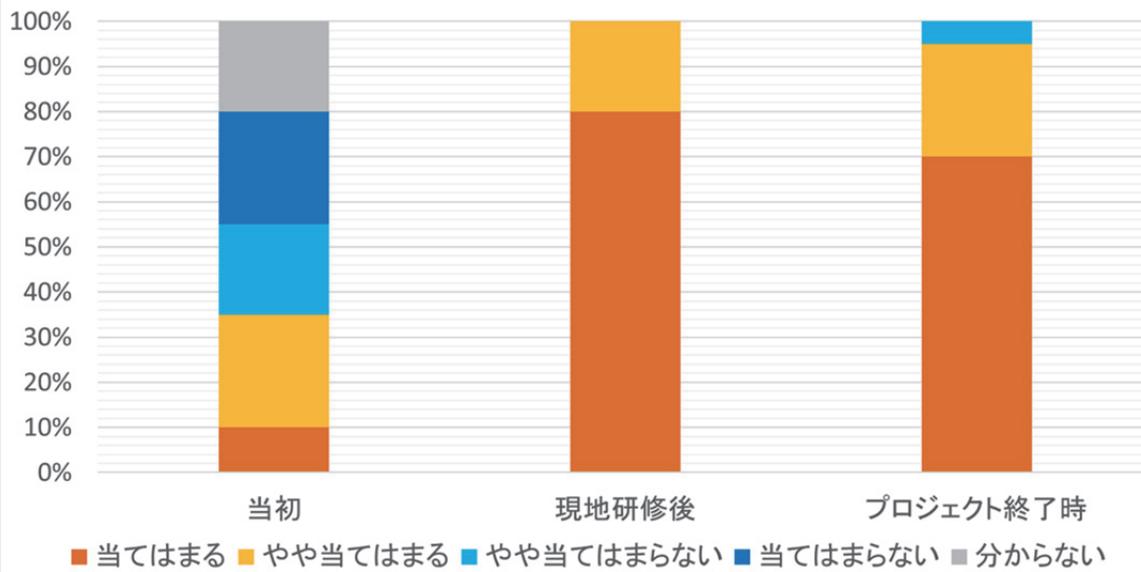
畜産アンバサダーへのアンケート

将来は畜産(生産)に携わりたい



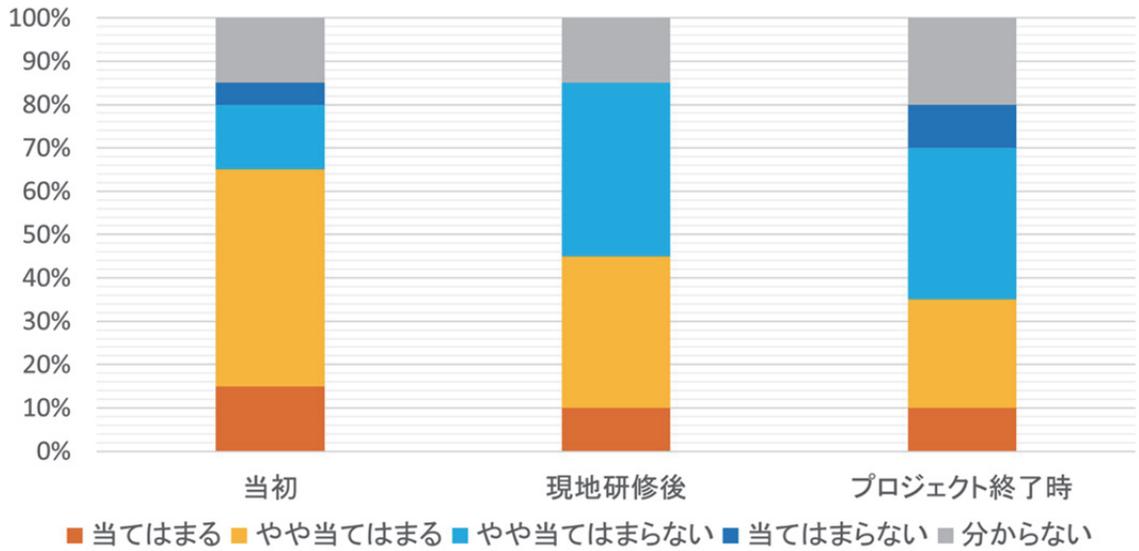
畜産アンバサダーへのアンケート

畜産業はもうかる仕事である



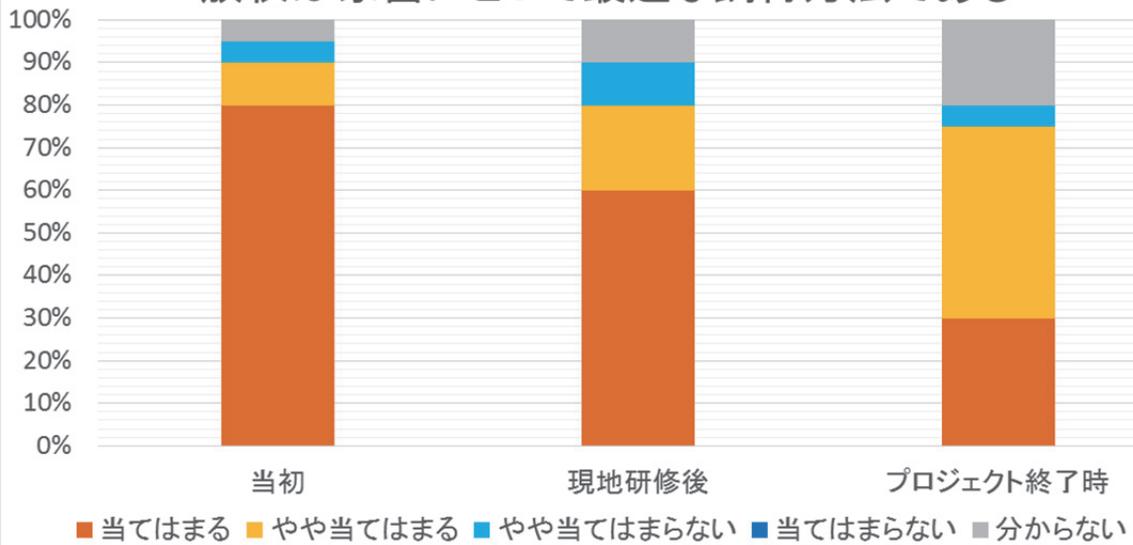
畜産アンバサダーへのアンケート

畜産業は環境に優しい職業である



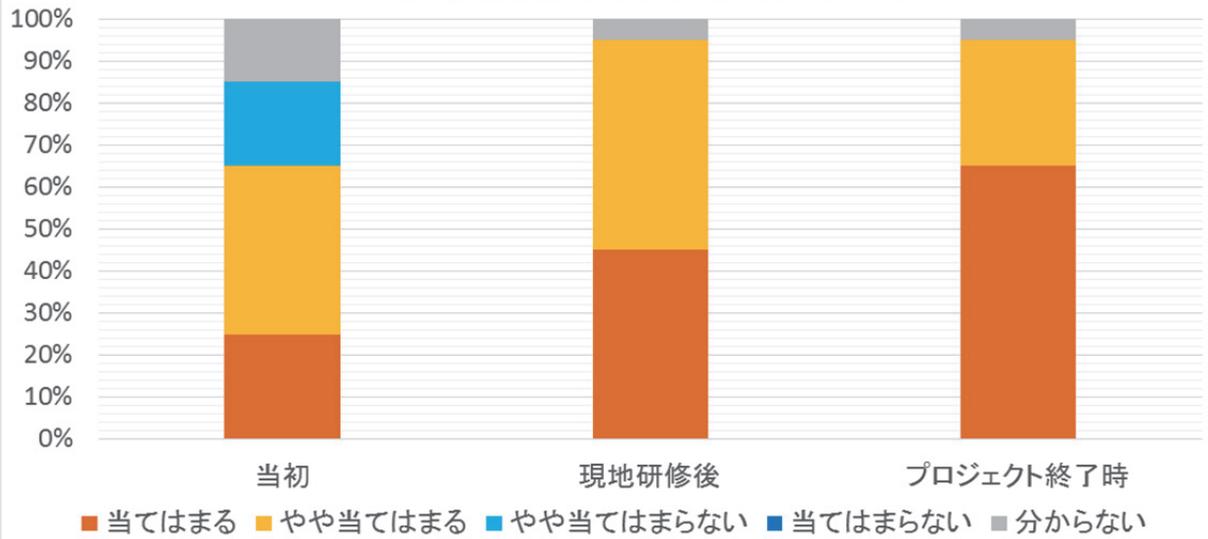
畜産アンバサダーへのアンケート

放牧は家畜にとって最適な飼育方法である



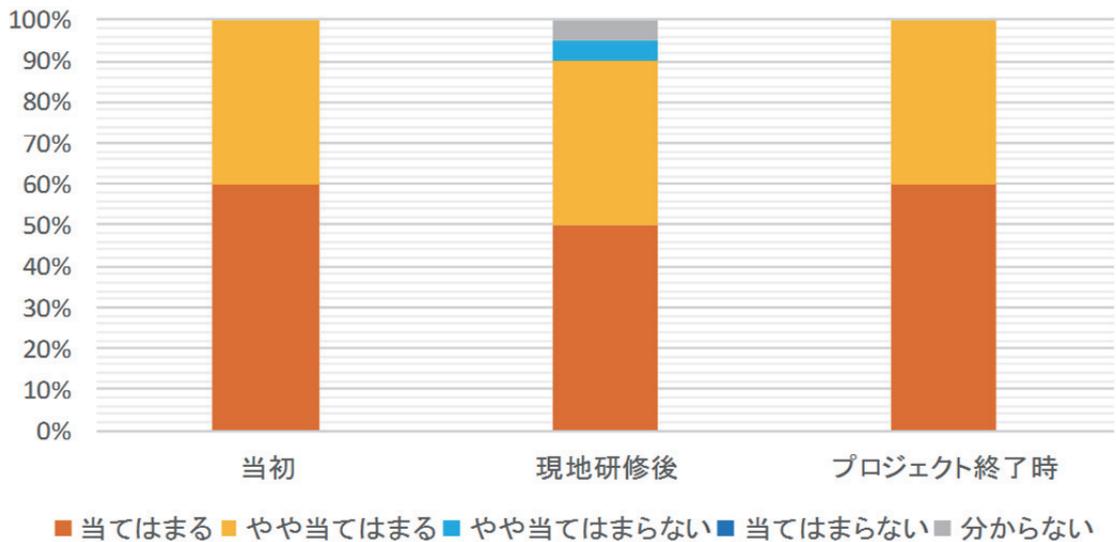
畜産アンバサダーへのアンケート

畜産業は女性に適している



畜産アンバサダーへのアンケート

日本の畜産業では、もっと女性がリーダーシップを取るべきだ



今後の展望

◆2019年度

- さらに多くの畜産アンバサダーを生み出し、波及効果を狙う
- 2019年NZ。様々な国々で展開をしていく(DK,FRなど)
- 進路を調査し、就農意欲の向上をサポート

自然と共生する馬搬の振興

～ 木材の搬出など由来馬の活用にあけて ～

【講師紹介】

イワマ タカシ
岩間 敬 一般社団法人 馬搬振興会 代表理事

(事業名：由来馬等の里山での活用に向けた育成事業 平成 29～30 年度)
(事業実施主体：一般社団法人 馬搬振興会)

(経歴)

馬方。1978年、岩手県遠野市生まれ。23歳頃から馬搬に興味を持ち、2人のベテラン馬方に師事、技術を習得。2010年、遠野馬搬振興会を設立。農林業に従事しながら、馬搬文化と技術の継承、宣伝、普及などを目的として活動してきた。2011年にイギリスで開催された馬搬技術コンテスト・シングル部門で優勝。2012年にはこれまでの活動が認められ、岩手競馬、馬事文化賞受賞。同年、欧州馬搬選手権シングル部門で7位に入賞。2016年、一般社団法人馬搬振興会を設立。後進への馬搬技術の指導、馬搬のための馬育成に力を注いでいる。

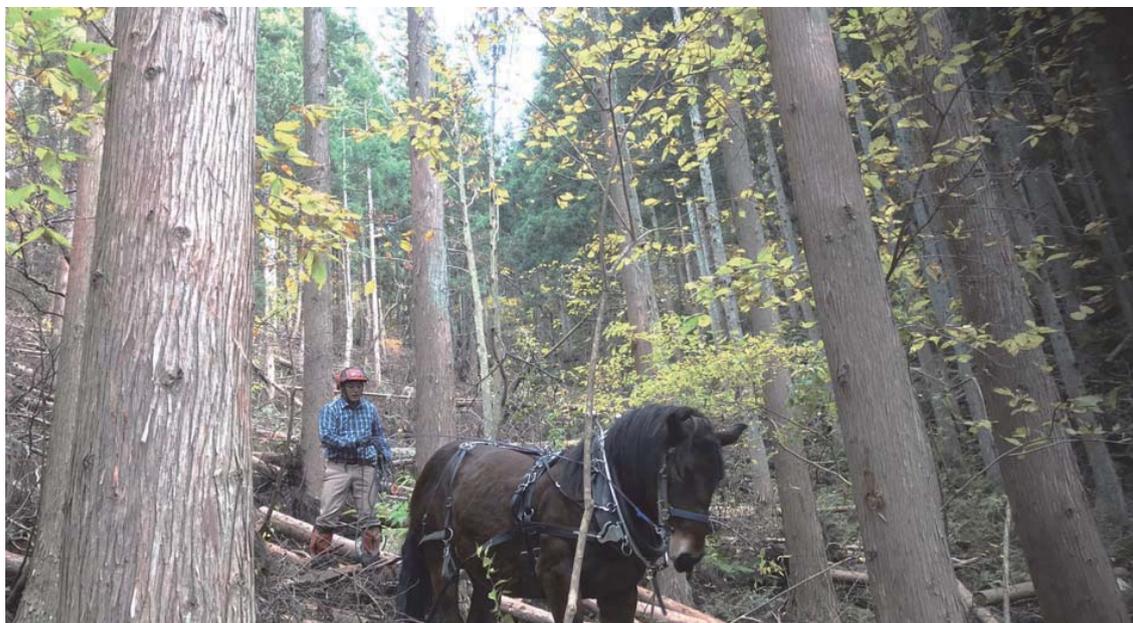
オダチ アイコ
尾立 愛子 一般社団法人 馬搬振興会 理事

(経歴)

一般社団法人環境・文化創造機構代表理事。グリーンイメージ国際環境映像祭実行委員会事務局長。NPO法人しんりん副理事長。気候変動・環境教育の研究・調査、IPCC（気候変動政府間パネル）報告書関連調査委託業務などを担当してきた。他、国内で森林資源の活用と自然エネルギー事業に携わりコンサルティングを行う。林業における大型動物の活用事例とした、「馬搬」の調査と記録映像作品『里馬の森から一映像で伝える森を活かす古くて新しい技術・馬搬』、森林資源活用を考える作品『東北の森から明日を考える - 木質バイオマスで広がるエネルギー自立の試み』を製作。

自然と共生する馬搬の振興～木材の搬出など在来馬の活用に向けて

一般社団法人馬搬振興会



かつては日本全国で、そして岩手県遠野市では昭和の中頃まで多くの林業関係者が馬搬によって木材の搬出作業を行っていたが、林業の機械化や馬搬従事者の高齢化などによって、その数は現在では数名となり、技術の伝承が難しい状況となっていた。

平成22年「遠野馬搬振興会」が発足、馬搬技術の伝承・宣伝・普及活動行ってきた。平成28年に「一般社団法人馬搬振興会」を設立し全国に向けての馬搬普及を目指し馬育成と人材育成を強化する体制に移行した



馬搬への注目

馬搬技術や馬と人とがともに暮らす生活への関心は高まっており、農林業者をはじめ無農薬農業に関心がある人たちや環境負荷の少ない暮らしを実践したい個人・団体からの問い合わせが増えている。

馬を活用した昔ながらの作業を再び実施したいとの要望の増加を受け馬保有希望と作業研修希望者も増加している。振興会ではこれまで見学の受け入れや各地でのデモンストレーション、馬搬研修の実施を行い人材育成を行うとともに、馬の保有に関する相談を受けてきた。

東北地方を中心に、林業作業現場での馬活用についての助言、大学研究機関との馬による作業効率の調査を行い、馬の作業への導入を積極的に推進を行ってきたが、現在は、西は四国・中国地方までの広範囲で指導、馬導入を行っている。

岩手県遠野での馬搬の様子

熟練の技術を持つ馬方 見方芳勝 岩間敬





全国からの研修生



岩手県林業指導者



富山県森林組合勤務



長野県自営業(農業 林業)



宮城県林業会社勤務

馬搬への期待

○ 山の手入れの必要性が高まっている

長年間伐されていない山林

豪雨 気候変動 降水量の増加で崩落の危険性が高まっている

○ 中山間地域での木質バイオマスへの注目

道がない山でも馬で木材が搬出可能

小規模の林業 大型の機械がなくても馬で木材の搬出が可能



山を壊さない林業

環境への配慮

馬の活躍が期待



馬耕への期待

○ 農業への関心

震災以降、持続可能な社会への関心の高まり

新しい農業へ挑戦する若年就農 無農薬 堆肥を使用した米や野菜

○ 地域おこし 伝統の継承

かつてどこの村や町でも馬が人とはたらき暮らした風景の復活

全国の多くの祭りは、人と暮らしていた馬がいたからできた祭がある

○ 環境教育 子どもたちに伝えること

生き物がある自然の循環を馬耕でつたえる 馬力学習

はたらく馬がいる暮らし いのちを伝える



ヨーロッパ(特にフランス イギリス)ではワイン葡萄畑で馬が活躍している
馬で作業したワインのブランディングやオーガニックブランド
女性の熟練した技師も活躍している

馬車や芝刈りなど馬の活躍の場所が広がっている



国内で広がる馬搬 馬耕など はたらく馬との暮らし
現在 馬搬振興会が指導 協力している地域など

岩手県 八幡平
宮城県 大崎 千葉県 富津 奈良県 宇陀 桜井
三重県 いなべ 兵庫県 淡路島 長野県 高遠 松本
新潟県 湯沢 十日町
高知県 四万十 愛知県 岡崎

他に 相馬野馬追
チャグチャグ馬コ など
数年で急速数が増えてきている
以前はワークショップや体験だったのが
実際に馬搬や馬耕など馬と暮らしながら活動する個人・団体



馬を使って海岸を清掃する取り組み

かつての馬屋敷で、競馬場もあった兵庫県の淡路島で、「馬との暮らし」を取り戻そうと奮闘する男性がいます。「シェアホースアイランド」代表の山下勉さん(38)です。里山の整備や海岸の清掃などで馬を活用し、「馬事文化」を広めようとしています。

これまでの問題 技術習得と技術継承者

2010年当時 東北を中心に馬方5名ほど
2012年 本州では馬方ほぼ全員が高齢のため
見方芳勝氏と岩間敬のみとなる

現在 熟練の馬方 見方氏78歳と岩間
一定の技術と経験がある 北海道で活動する西埜氏
木曾馬の専門家で馬耕指導(馬搬技術も高い) 中川氏
8年目の経験者を筆頭に人材育成中

馬への注目は集まるが、馬方がいない
集中して人材育成を行わなければ活用頭数も増えない

指導してわかったこと

人材育成には時間がかかる
多くの人が馬の経験がない

かつては大型馬(ばんえい引退馬)を使って行っていたが
それはハードルが高い

それぞれの人の技量にあった馬の育成 馬の大きさが鍵
穏やかな馬 馬搬・馬耕ともに活用できる馬づくりが必要

どんな馬？

→ 在来馬である木曾馬、北海道和種や寒立馬を活用



在来馬(木曾馬・寒立馬)の育成と活用について

これまで、研修の受け入れ、馬保有の相談を受けてきた中で、ほとんどの団体・個人が馬に触れるのが初めて、馬飼育の経験がない、その他に昔のように馬を飼う環境が十分でないなど、これまで馬搬で主力であった大型馬を使って作業するのがなかなか難しいことがわかってきた

日本在来馬は、馬搬や馬耕を始めるにあたり、場所の確保や扱いの面からも、これから馬を活用したい、馬との暮らしを始めたいという団体・個人が保有しやすい

現在、木曾地方をはじめ、これまで在来馬と暮らしてきた世帯の高齢化が進み、馬の活用先を確保しなければ頭数の減少に拍車をかけることとなる馬搬・馬耕や環境教育での活用が期待される

「寒立馬について」

2013年から寒立馬の育成の実験的開始を行った

・寒立馬を育成 馬搬作業での活用を実施

→2年の調教で馬搬作業が問題なくできるようになった

→研修生には中型で扱いやすく、馬の扱いが初めてでも馬搬技術習得を比較的安全に落ち着いて出来る

「木曾馬について」

2015年木曾馬保存会から高齢世帯で飼育が困難となった木曾馬の活用の相談を受け弊団体で引き受けを行う

・小型の特性を生かし林地残材の搬出の調教を行なった

→元々人と暮らしていた、暮らしの中で薪などの運搬などの経験はあったので、軽量の木材の搬出の調教を行なった結果、1年ほどで林地残材は搬出出来るようになった

→小型で扱いやすいため、女性の研修希望者が搬出の研修を行なうことができた

馬との暮らし体験や環境教育において在来馬は親しみやすく、馬活用への関心を促す

急がれること

馬搬を実施したい林業者が増えている

馬耕、環境教育などの持続可能な社会作りで馬を活用したい団体・人が増えている

大型、重種の馬を扱う技量の無い人がほとんどである

大型馬を十分に飼育する環境が確保できない

～必要なこと～

馬搬の技術者の養成を行うことで、馬の保有機会が拡大する **研修機会の拡大**

技術保有者の拡大で教育をはじめとした様々な機械で馬活用の機会を増やすことができる **育成した技術者による普及啓発効果**

中型・小型の在来馬を活用して、より安全に技術を習得する機会の創出

在来馬への理解も促進し、普及啓発としての効果も期待できる

将来的には様々な農用馬の活用拡大へつながる期待



木曾馬

高齢世帯から木曾馬の引き受け



寒立馬

寒立馬での馬搬



木曾馬での女性の馬搬研修



私立教員林業研修での馬搬体験



伝統行事での活用

その他 在来馬の活用

草原の回復や山林の下草刈りに貢献

安比高原では放牧により生物多様性の回復
夏の下草刈りでは馬を放牧 機械を使わない Co2削減も



人を惹きつける魅力と環境教育の場づくりに貢献



まとめ

技術習得が必要 特に馬搬(一人前になるには時間がかかる)
大型馬から始めようとするのではなく 在来馬を活用すること

馬が活躍する場所の確保がなければ馬も増えない
はたらく馬を知ってもらう →在来馬はもちろん大型馬も活用できる未来

大型動物を飼うこと責任
簡単ではないとあえていっているし単にブームと言ってはいけない
場所の確保や協力 専門家が必要
(馬が食べてはいけないものとか判断がつかないなど)
馬の安全 人の安全を考えること

話題になるから導入するということ避ける
できないこととできることの自覚 馬は大型動物ということ踏まえること
が必要

お金はかかる

地域の理解が必要

はたらく馬を知ってもらうこと

映像による紹介や地域の人参加してもらってワークショップから始めるなど
理解促進

まだ馬との暮らしを経験したことのある人が全国にいらっしゃる
現在70歳以上の方を中心に多くの地域に知恵が残っている



実際、ワークショップや研修会を開催すると地元の皆さんが集まって
普段交流のない高齢世代と若い世代が知り合う場になる

馬が取り持つ地域の新たなコミュニティー
伝統的知識を伝える大切な機会

馬搬・馬耕 はたらく馬によって環境配慮 自然との共生

それだけでなく

世代間交流 人と人の新たな結びつき 地域の力を生み出す



今後の目標

馬搬・馬耕研修施設 学校の開設

ヨーロッパやアメリカとの技術交流の促進

在来馬の知識や活用方法を広く普及啓発

林業・農業との提携促進と活用の場所の確保・拡大

他分野の専門家、地域、教育などを巻き込んで全国に馬活用促進を呼びかける



馬搬の学習用映像



フランスからの講師と
はたらく馬の講演会



馬耕の歴史学習 松山記念館にて



豚部分肉自動脱骨装置の開発
～ X線と AI を搭載した食肉産業ロボットで
築く新時代 ～

【講師紹介】

オイカワ ス エ オ
及川 寿恵男 株式会社ニッコー 営業本部
常務取締役

(事業名：X線三次元画像処理装置の研究開発事業 平成 29～30 年度)
(事業実施主体：食肉生産技術研究組合)

(経歴)

1982 (昭和57) 年 株式会社ニッコー入社
2000 (平成12) 年 取締役 営業部長
2007 (平成19) 年より現職



豚部分肉自動脱骨装置の開発

～X線とAIを搭載した食肉産業ロボットで築く新時代～

食肉生産技術研究組合(組合員)

株式会社ニッコー

営業本部 常務取締役 及川 寿恵男



豚ロース・バラ部位脱骨作業の現状



1 ナイフで肋骨の両脇に
切り込み(筋)を入れる



2 肋骨先端部をえぐるように
カットし骨を少し浮かす



3 専用治具ワイヤーを
肋骨先端部に引っかける



4 片手で骨の先端を押さえ
専用治具を引っばる

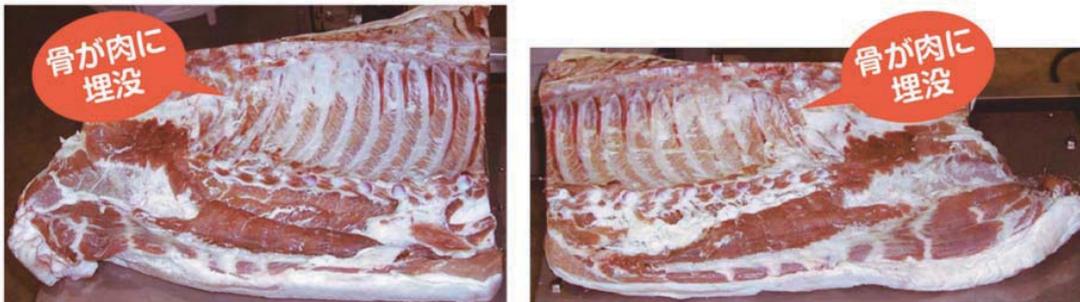


5 背骨・背骨側肋骨両脇を
ナイフで筋入れする



6 手で肋骨をもぎ取る

豚ロース・バラ部位脱骨作業の現状



ナイフ・専用治具による **人手作業**



問題点

- 熟練作業者の減少 → 確保が困難
- 作業者の労働負荷・怪我

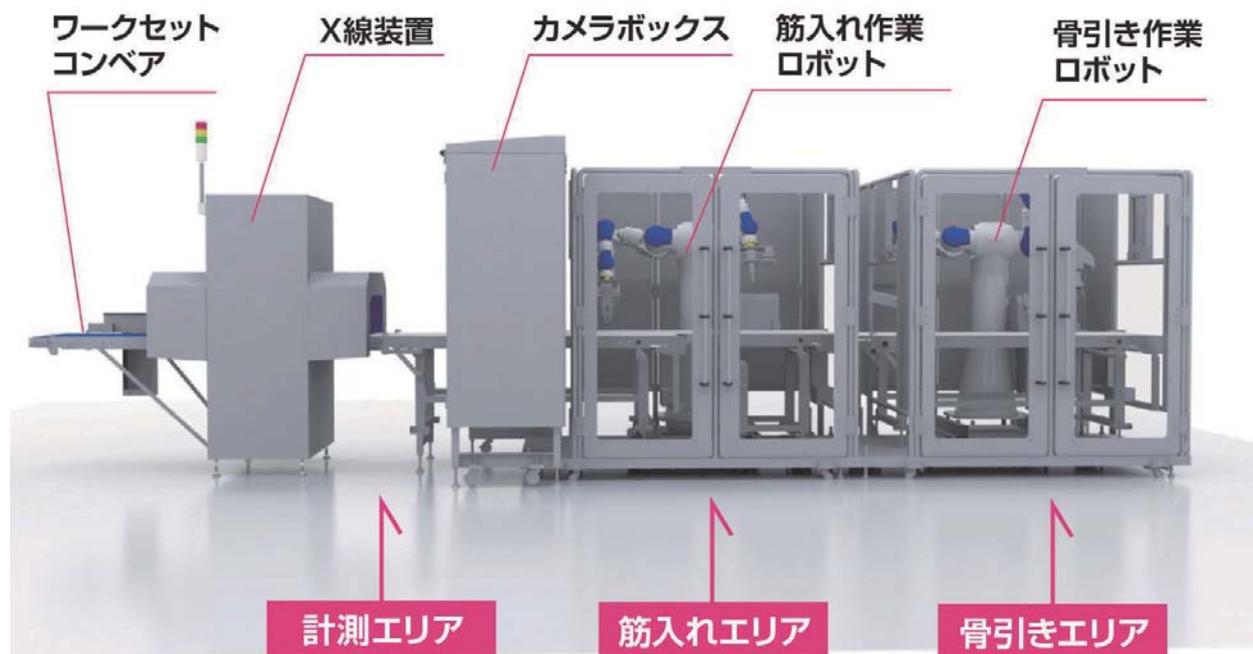
2

開発目的

- 熟練作業者不足に対応
→ 肋骨をもぐだけの単純作業に
- 作業者の労働負荷の低減
→ 腰痛・腱鞘炎等の怪我の軽減
- 処理コストの低減化
- 製品の高品質化、衛生化

3

システム概要



4

システム特長

X線+三次元計測

人の目の代わりに肋骨の形状・位置を

認識 判断

- 肉に埋没している肋骨は、表面から直接観測が不可
- X線透視撮像装置+AI
- 複数のCCDカメラの撮像をプログラミングにより処理

X線撮影 + AI + 3D計測 = 高精度

※1

※1：国立研究開発法人産業技術総合研究所との共同開発

5

システム特長

双腕ロボット

人とほぼ同等なサイズと動作

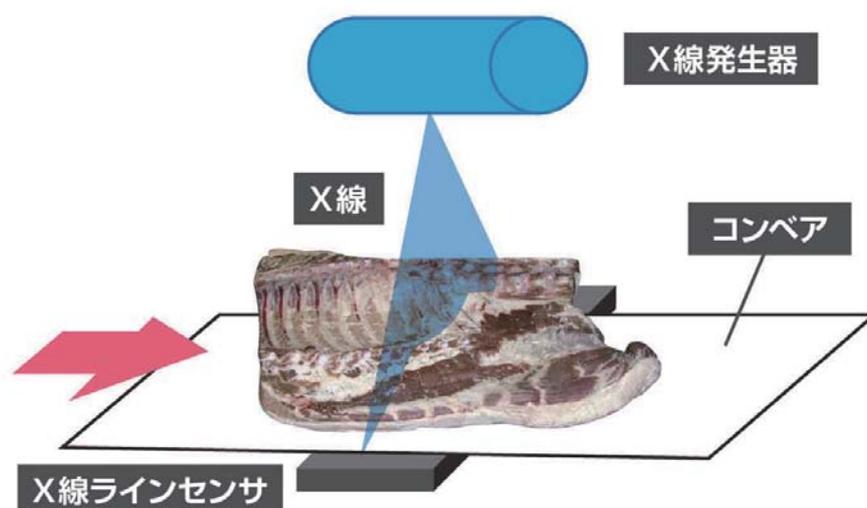
(ボディ回転…1軸 片腕 ……7軸×2)

- 姿勢・動作の自由度が柔軟
- 従来のロボットでは困難な高度な作業がこなせる
- 人と同等の作業スペース

熟練作業員の作業手順をデータ化

6

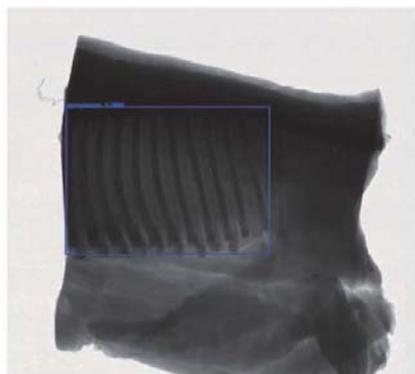
計測エリア X線装置



X線を照射し透過量をラインセンサで測定

7

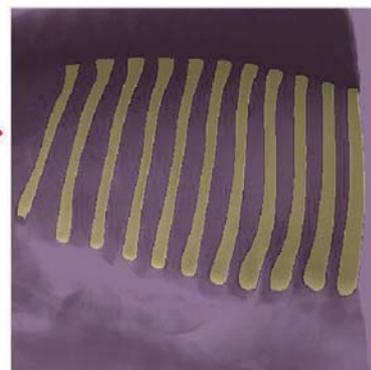
計測エリア AI



豚ロース・バラX線画像



教師データ
を基に
肋骨位置を
検出



AIでの認識結果

教師データ
一例



8

計測エリア AI

AI導入前

- 計測結果をオペレーターが画面上で目視確認
- ロボットで処理が可能かを検体毎に都度判断

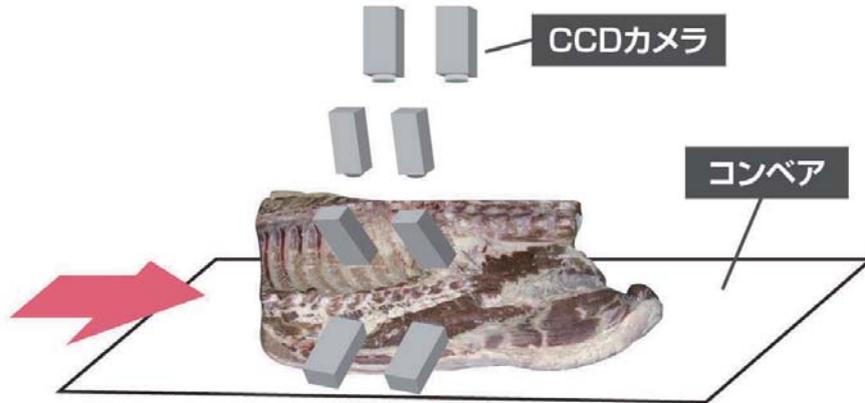
AI導入後

- 画像計測精度が向上、安定
- 異常(肋骨先端同士の癒着、奇形、骨折)をスルーできる
- 検体を傷つけない、メカ機構のダメージを回避

	OK	NG	異常検知
AI導入前	80.1%	19.9%	——
AI導入後	92.1%	0.5%	7.4%

9

計測エリア 3D計測*



4セットのステレオカメラで肋骨を撮影

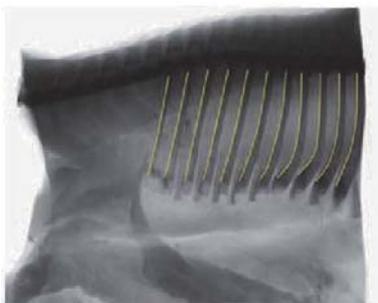
[CCDカラーカメラ2台を1セット]

※ 国立研究開発法人産業技術総合研究所との共同開発

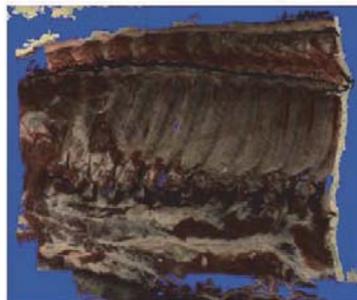
X線と三次元形状による肋骨認識*

※ 国立研究開発法人産業技術総合研究所との共同開発

X線+AI
肋骨形状特定



三次元計測
三次元データ生成



肋骨ラインを
立体画像へ投影



筋入れエリア 1



専用ハンドで肋骨先端部をえぐり浮かせる

12

筋入れエリア 2



肋骨先端部から背骨関節に向かい、湾曲した肋骨の位置情報に基づき移動しながら肋骨の両脇をカットする

13

骨引きエリア



ガイドに沿ってワイヤを肋骨先端に引っ掛け、ワイヤの巻取りによって骨を剥離する。(ハンドの押さえ機構がサポート)

14

肉固定機構



筋入れ作業、骨引き作業の際に肉が動かないように固定する

15

作業後の肋骨



16

今後の課題と展開

ロボット処理時間をさらに短縮



生産現場にマッチした装置



国内及び
日本への輸出国への展開

17

移動式搾乳機（mMMP）の開発

～ 小規模放牧に適した低コスト搾乳システム！ ～

【講師紹介】

シミズ ノリヒロ
清水 矩宏 公益財団法人 農村更生協会

八ヶ岳中央農業実践大学校 常務理事・校長

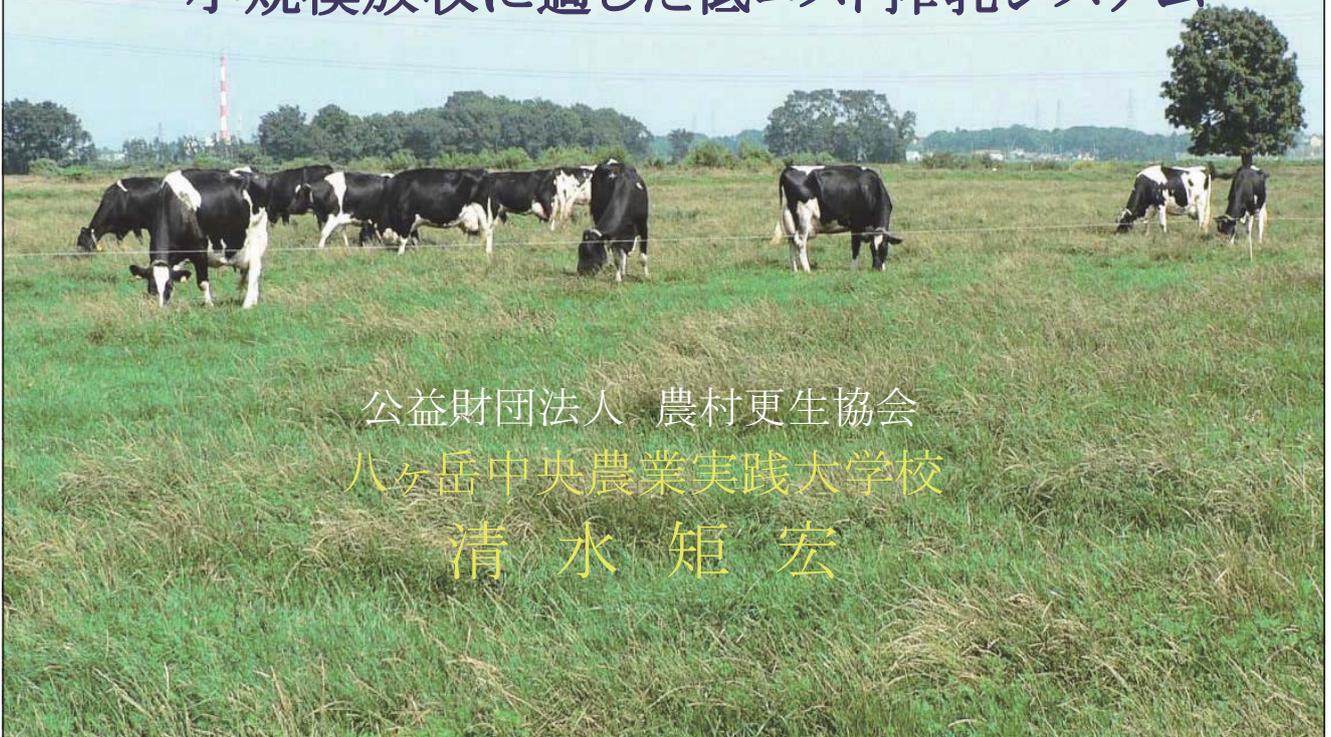
(事業名：移動式搾乳機(マイクロモバイルミルクパーラー(mMMP))活用実証事業 平成28～30年度)
(事業実施主体：公益財団法人 農村更生協会)

(経歴)

昭和47年 京都大学大学院農学研究科博士課程修了
昭和47年 農林省草地試験場牧草生理第1研究室
昭和57年 九州農業試験場牧草育種研究室
昭和62年 草地試験場栽培生理研究室長
平成7年 農業環境技術研究所植生管理科長
平成10年 草地試験場生態部長
平成13年 畜産草地研究所企画調整部長、平成14年同副所長を経て退職
平成17年 財団法人神津牧場常務理事・場長
平成28年 公益財団法人八ヶ岳中央農業実践大学校常務理事・校長
現在に至る

移動式搾乳機(mMMP)の開発

— 小規模放牧に適した低コスト搾乳システム —



公益財団法人 農村更生協会
八ヶ岳中央農業実践大学校
清水 矩宏

舎飼から放牧への転換

○酪農経営においても、コスト低減の方法として舎飼から放牧への転換が模索されている。「酪農及び肉用牛生産の近代化を図るための基本方針」において、「人(担い手、労働力の確保)、牛(飼養頭数の確保)、飼料(飼料費の低減、安定供給)の視点での基盤強化」が提起。特に、「放牧の活用等を推進し、労働負担の軽減を図る」、「飼料費の低減については国際需給の影響を受ける輸入飼料への依存からの脱却を図る」とされ、「放牧は飼料費の低減に有効である」と位置づけている。

○特に、府県においては、一般に、**荒廃畑地、荒廃水田及び雑木林などを放牧に利用することは地域資源の有効活用、飼養管理の省力化、生産性の向上につながり一石三鳥のメリット。**

○しかし、酪農においては、従来の放牧牛が搾乳のため畜舎に戻ってくる放牧方式は、初期投資が加重となる恐れもあり、また、中山間地域に賦存する耕作放棄地等を活用する場合にも、草地の分散性が隘路となっている。

研究開発・取り組みの経緯

○こうした放牧酪農における諸問題を解決すべく、八ヶ岳中央農業実践大学校において、放牧への転換を図るため、本州以南酪農を中心とした家族酪農経営における救世技術を開発することを目指した。

○平成26年度及び27年度の2年間、農林水産省「攻めの農林水産業の実現に向けた革新的技術緊急展開事業」を実施し、八ヶ岳中央農業実践大学校及び山梨県酪農試験場によるコンソーシアムを通じ、発想を転換し、牛を搾乳施設に連れてくるのではなく、搾乳機を牛のいるところに持って行く、移動式搾乳機の活用を通じた放牧酪農への転換の可能性を検討した。

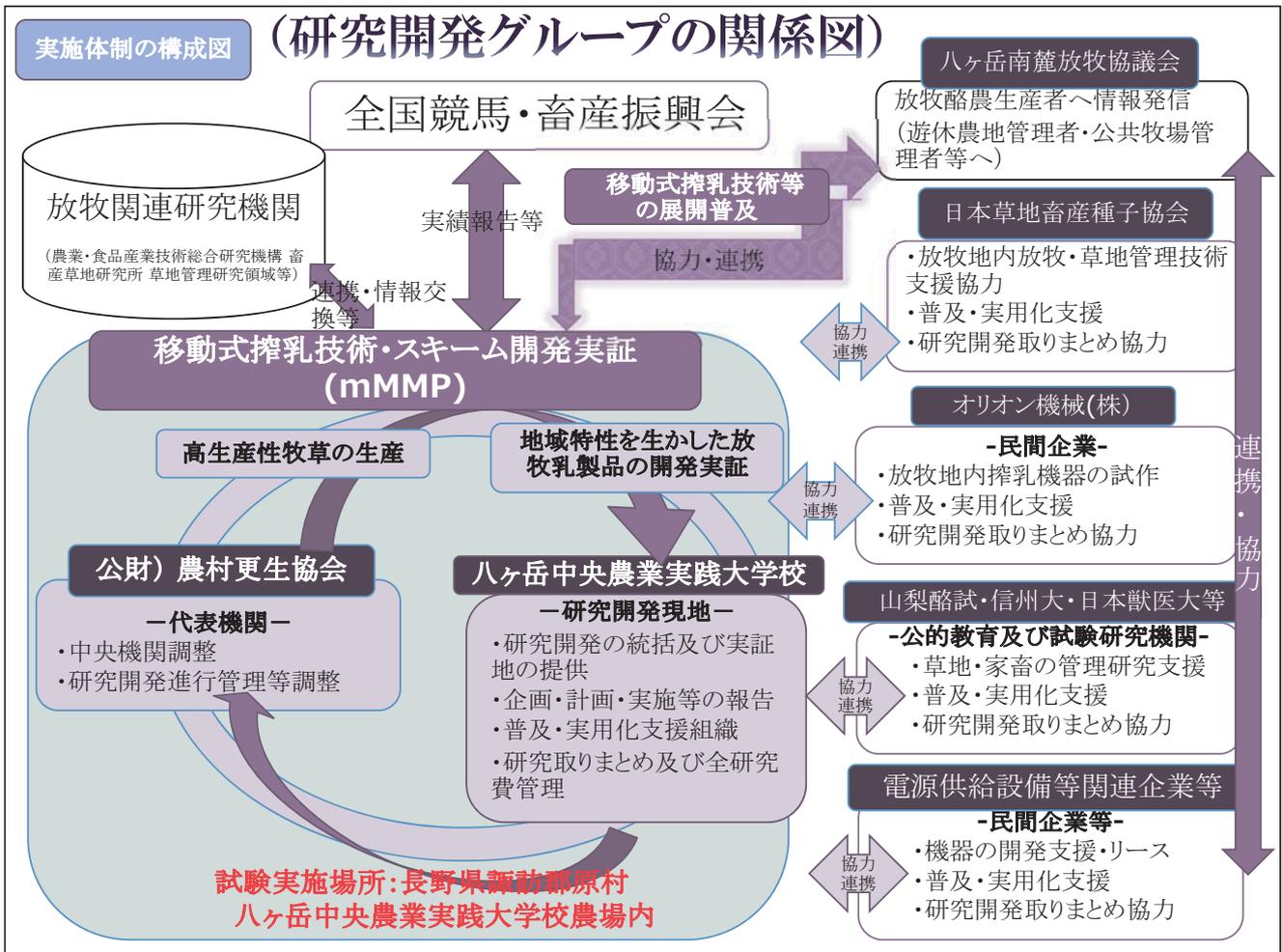
○これを大学校のフィールド段階で実証してきたところ、移動式搾乳機による放牧への転換の有効性を基本的に確認。特許申請も行っているところである。

移動式搾乳機の試作

○しかしながら、この段階において開発された移動式搾乳機は、トレーラー牽引型の全体として比較的大型のものであった。



○小型化や軽量化等構造の改善により機動性の向上、燃費の低減と導入コストの一層の削減を図る必要がある。また、雨天等の時に牧草地が泥濘化する場合においては、現行の移動式搾乳機では運行に困難が生ずる等の問題があるなど、さらなる改善が必要であることが判明した。

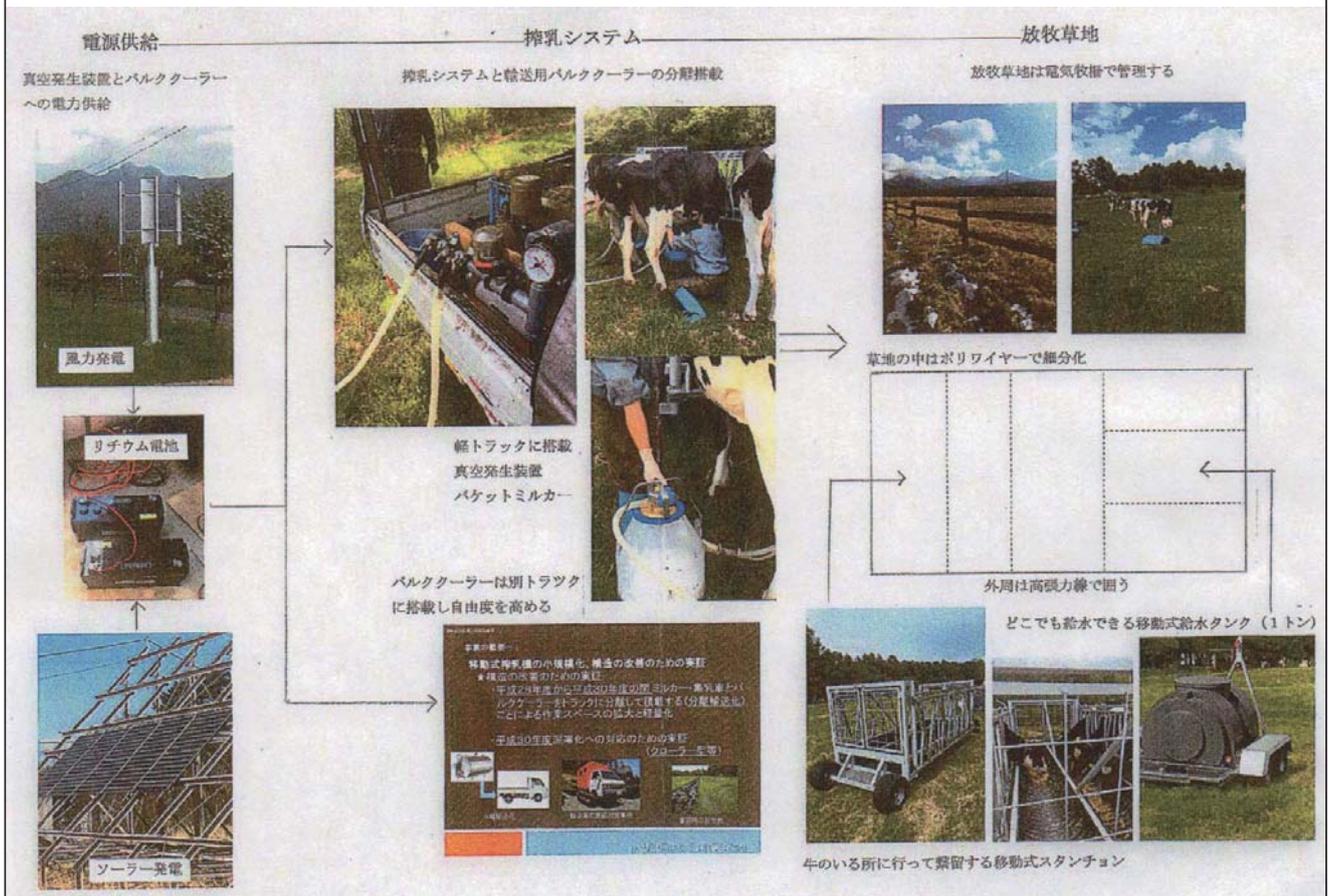


★簡易・小規模化★

★移動式搾乳機の構造改善のための課題★

- 移動式搾乳機の小規模化や、泥濘化への対応等構造の改善を通じた機動性の向上、低コスト化
- 休止公共育成牧場等の大規模草地利用への対応やスマート畜舎への対応
- 中山間地でも稼働が可能となるソーラー発電等による電源開発(蓄電方式)と給水システム

★パーラーを牛のいる場所へ移動する搾乳システム★



★小規模化のための実証

・アクティブ化

平成28年度ー小型トラック

平成29年度ー軽トラック

積載用具の準備



↓ 軽トラックへ換装



バケツミルクカー・蓄電池・真空発生装置・搾乳道具



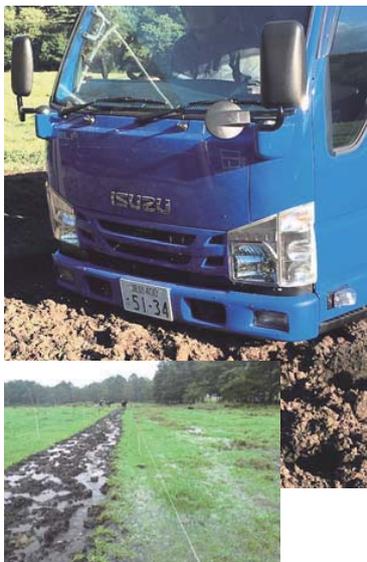
幌付き軽トラック

★移動式搾乳機による搾乳風景



★泥濘下対策

当初クローラ型トラックを想定していたが、ラグタイヤトラックを導入し、泥濘下草地内外の移動・搾乳に支障がないことを確認した。



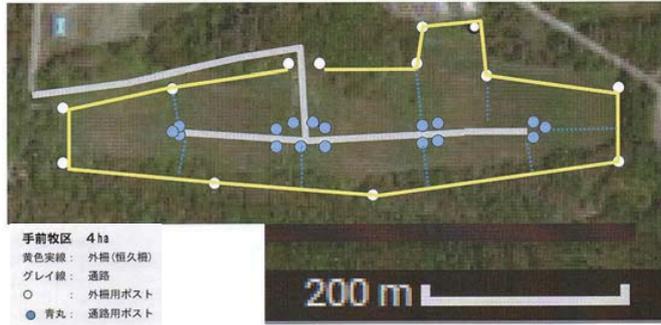
★構造の改善のための実証

ミルクカー・集乳車とバルククーラーをトラックに分離して積載する(分離輸送化)ことによる作業スペースの拡大と軽量化



★移動式搾乳機の利用対象やスペースに応じた実証

- ・休止公共育成牧場等大規模草地利用に対応するシステムの構築 牧柵、電牧の設置。
- ・冬場における畜舎整備等補修を行う。



手前牧区 4ha
 黄色実線：外柵(恒久柵)
 グレイ線：通路
 ○：外柵用ポスト
 ●：通路用ポスト



冬期用簡易畜舎



草地内の簡易畜舎

★移動式スタンションの試作

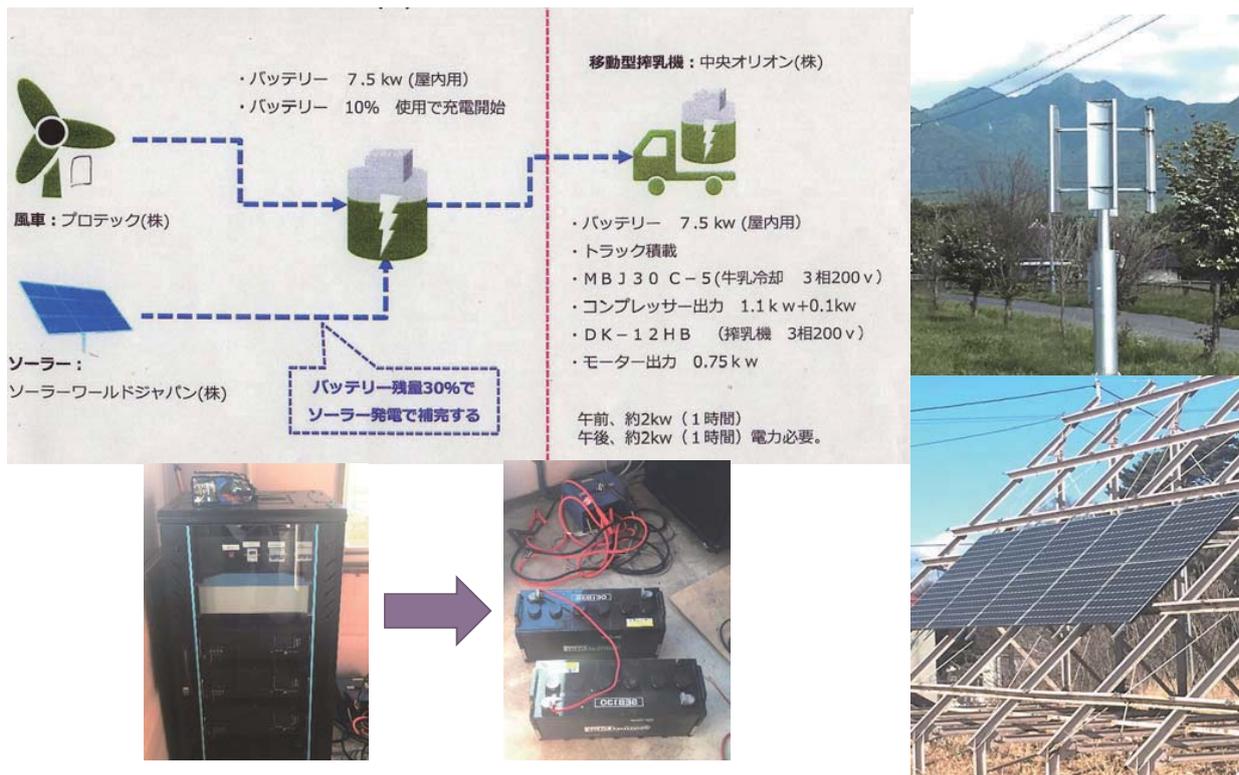
移動式搾乳時の牛の保定に利用する。これで搾乳は牛のいる場所でどこでも行える。



★移動式スタンションの試作 雨天時の対応に簡易テント屋根の設置。



★移動式搾乳機に積載されたミルカー・バルククーラーの稼働に必要な電源の開発実証－バッテリーへの充電



★簡易ソーラー



★移動式搾乳機の導入に当たって、水飲み場等の適正配置のための実証



放牧地内の水飲み場



放牧地内簡易水槽



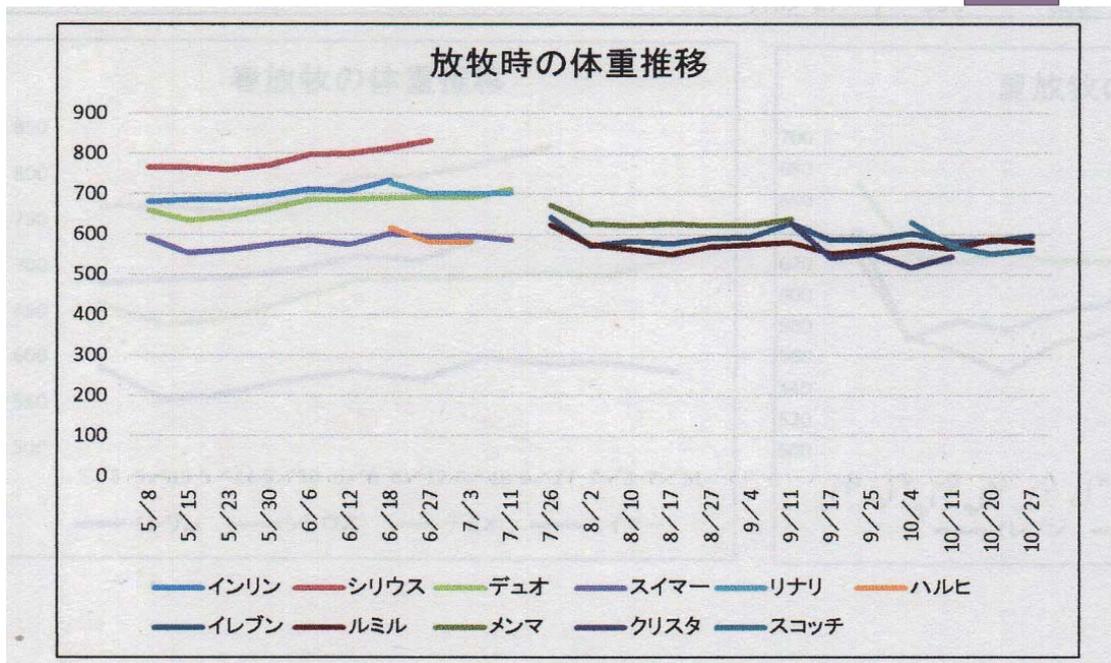
移動式給水タンクの試作



★放牧効果★

★移動式搾乳機による放牧時の体重の推移

2017

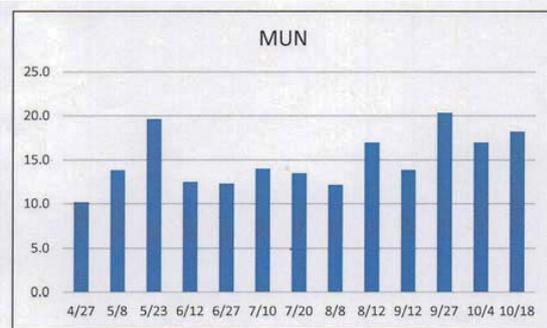


★移動式搾乳機による放牧時の乳量の推移

	4/27	5/23	6/27	7/20	8/21	9/25	10/16
シリウス	14.0	15.6	7.9	7/2乾乳			
インリン	11.4	13.7	6/12乾乳				
デュオ	17.7	18.8	9.8	7/12乾乳			
スイマー		21.7	13.8	11.9	7/22乾乳		
リナリ				9.8	7/20乾乳		
クリスタ						17.8	12.3
イレブン					20.4	19.1	14.7
ルミル					16.1	12.2	10.8
メンマ					11.9	9/8乾乳	
平均	14.4	17.5	11.3	10.9	16.1	16.4	12.6

★放牧時の乳成分の推移

	4/27	5/23	6/27	7/20	8/21	9/25	10/16
脂肪	4.6	4.5	5.0	4.6	4.3	4.3	4.4
蛋白質	3.4	3.4	3.7	3.5	3.5	3.6	3.6
乳糖	4.3	4.4	4.3	4.3	4.2	4.1	4.0
無脂固形	8.7	8.7	9.0	8.7	8.7	8.7	8.7
MUN	10.2	19.6	12.3	14.0	17.0	20.3	18.3



★放牧時の体重の推移と乳成分



2017及び2018年ともに、放牧牛について、ピロの発生、BLVは認められなかった。

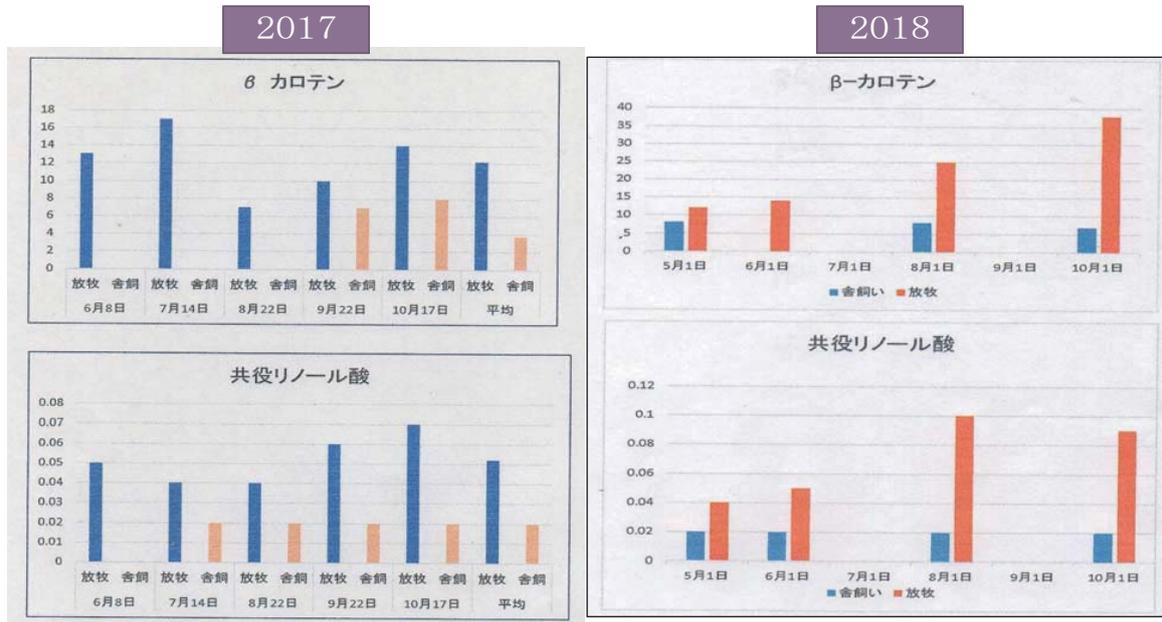
個体番号	脂肪	蛋白	乳糖	無脂固形	MUN
2112	6.6	4.9	2.6	8.4	14.1
4347	6.3	3.9	3.0	7.8	11.6
4941	6.1	4.3	3.3	8.6	13.2
5015	6.8	4.1	3.8	8.9	13.6
7461	4.3	3.0	3.4	7.5	14.1
7620	6.1	3.5	4.3	8.8	15.5
7663	5.1	3.6	3.8	8.3	15.7
7666	4.5	3.4	4.2	8.6	15.9
7670	4.4	3.7	4.5	9.2	15.6
7680	5.6	3.5	4.0	8.6	14.8
平均	5.6	3.8	3.7	8.5	14.4

★移動式搾乳機による放牧生乳の家畜のストレス物質

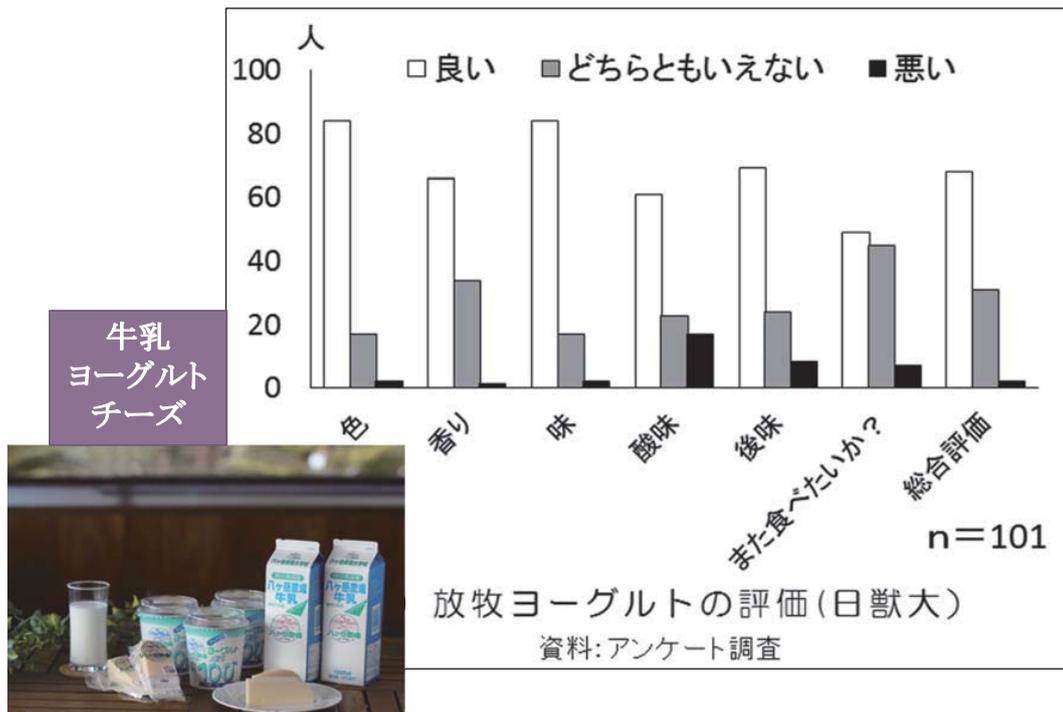
6月 4/19 - 6/22		尿中コルチゾール μg/dl	尿中クレアチニン mg/dl
	シリウス	1.2	67.4
	スイマー	1.2	66.0
	デュオ	0.8	63.2
	マルコ (舎飼)	0.9	90.7

9月 7/26 - 9/11		尿中コルチゾール μg/dl	尿中クレアチニン mg/dl
	ルミル	0.8	27.0
	メンマ	1.0	68.6
	イレブン	1.5	43.3
	アーク (舎飼)	2.3	109.9

★移動式搾乳機による放牧生乳の機能性成分

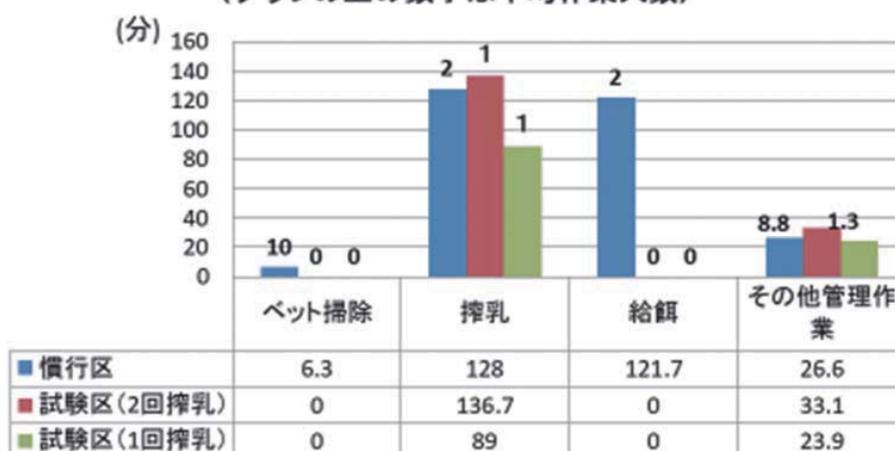


★移動式搾乳機による放牧乳製品の官能評価



★1人当たりの1日平均作業時間

◎1日平均作業時間÷1日平均作業人数で算出
(グラフの上の数字は平均作業人数)



★1日当たりのコスト(円)

費用	kg単価	慣行区(整さ飼い)		試験区(2回搾乳)		試験区(1回搾乳)		
		合計	1頭当たり	合計	1頭当たり	合計	1頭当たり	
粗飼料	牧草ロール	22	51,480	660	0	0	0	0
	デントコーン	20	23,400	300	0	0	0	0
	スーダン	58	8,700	111.5	0	0	0	0
	アルファルファ	64	12,800	164.1	0	0	0	0
濃厚飼料	プロフィット	57.1	44,538	571	571	114.2	571	114.2
	サンブレミックス	415	4,859.5	62.3	0	0	0	0
	庄べんとうもろこし	70	0	0	0	0	700	140
敷料費			80	0	0	0	0	
種子代	1,500	0	0	1,041.6	104.1	1,041.6	104.1	
肥料代	88.5	0	0	758.3	75.8	758.3	75.8	
合計	2,136.1	145,777.5	1,948.9	2,370.9	294.1	3,070.9	434.1	

★成果の活用★

★マニュアル・作業手順の作成

- 移動式搾乳システムの全体イメージ
- システム構成
- 作業手順
- 草地管理
- 放牧効果



★導入コスト

実証時資材		経費	代替資材	経費
電源	風車	438万円	家庭用電源	
	ソーラー	112万円	↓	
	鉛電池	20万円	リチウム電池	20万円
	発電機	200万円	↑	
			フレキシブルソーラ	20万円
搾乳システム	輸送用トラック		自家用軽トラック	
	中型	216万	農耕車	
	軽トラック	108万円		
	泥濘対応ラグタイ	30万円		
	真空発生装置	40万円	必須	40万円
洗浄機能付き				
バケツミルクカー	20万円	必須	20万円	
バルククーラー			少量の場合バケツ	
			ミルクカーで代替	
放牧草地	牧柵	60万円	簡易電気牧柵	
	移動式スタンション	200万円	固定式スタンションの改良	40万円
	移動式給水器	201万円	農業用ポリタンク	
			軽トラに搭載	5万円

★小区画分散未利用地を活用した放牧

○各ブロック毎に小頭数を放牧する移動放牧に、酪農も適用できる。
中山間地の分散した未利用地を有効に活用できる。



★移動式搾乳機の地域における利用

○休止公共育成牧場や耕作放棄地を活用した放牧地等と組み合わせることにより、本州以南を中心とした家族酪農経営における放牧への転換の様々なシーンに対応可能性が広がると期待している。

○本研究開発事業においては、全国への普及展開をにらんで、当面、地域の実情を踏まえ、新規就農者や地域コミュニティを構成するグループ等に取り組みを紹介し浸透を図っている。



搾乳システム 小型移動式

八ヶ岳中央農業実践大学校が開発

公研法人農研機構が運営する八ヶ岳中央農業実践大学校（前助産院）では、牛乳生産の効率化を図るため、移動式搾乳システムを開発した。一般的な牛舎内での搾乳と異なり、放牧地でも搾乳が可能で、今後、搾った牛乳の品質、作業効率の向上、輸送の軽減、生産者への普及を図る。

放牧に対応 労力・コスト低減

19年度以降 普及目指す

国内の牛舎には、搾乳機を移動すれば解決できた。ただ、牛舎内では搾乳機を動かすのに、1日あたり10時間以上かかる。移動式搾乳システムは、牛舎内でも搾乳機を動かす必要がなく、移動式搾乳機を、牛舎外に持ち出して搾乳する。牛舎内では搾乳機を動かす必要がなく、移動式搾乳機を、牛舎外に持ち出して搾乳する。牛舎内では搾乳機を動かす必要がなく、移動式搾乳機を、牛舎外に持ち出して搾乳する。

★小規模酪農による6次化の実現

○放牧酪農による6次化の例として、長野県内において、ジャージーを導入してアイスクリームを加工・販売している。

○長野県内の山間部の村において、新規に酪農を始めて、道の駅での乳製品の販売を目指している。

いずれも小規模酪農で、導入コストのかからない本システムは有効な方策といえる。



移動式搾乳×ジャージー牛

八ヶ岳中央農業実践大学校 新放牧スタイル

中央農業実践大学校導入

八ヶ岳中央農業実践大学校が開発した移動式搾乳システムは、ジャージー牛の導入と組み合わせることで、6次化の実現を目指している。ジャージー牛は、乳質が高く、乳量も多い。移動式搾乳システムは、牛舎内でも搾乳機を動かす必要がなく、移動式搾乳機を、牛舎外に持ち出して搾乳する。牛舎内では搾乳機を動かす必要がなく、移動式搾乳機を、牛舎外に持ち出して搾乳する。

★天災等緊急対応時における活用



- 突発的な災害(台風、地震、落雷)による停電
- 火山噴火による避難
- 大雪による畜舎・パーラーの被害時



★実践大学校で行った意義

○八ヶ岳中央農業実践大学校の学生等を対象として、実習や専門家による講義を行うことで人材育成を図り、実証成果の普及広報に資してきたが、本事業についても、卒業生を通じて実証成果を効果的・効率的に普及することができる。



★海外への展開

- SDGs(持続可能な開発目標):貧困をなくす 飢餓をゼロに
 - 国連 家族農業の10年 食料安全保障の確保、貧困・飢餓撲滅
 - 世界は小農・家族経営が主流
- 簡易な移動式搾乳システムの導入

- ↓
- ・初期投資が低コストで済む
 - ・誰でも・どこでも・いつでも搾乳できる

ミャンマーの酪農：畜産の情報2017.6より



写真2 小規模・零細酪農家での飼養



写真8 イタリア製の移動式搾乳機



人工授精の受胎率向上技術の開発

～ 牛の受胎率向上に、種雄牛側から挑む ～

【講師紹介】

キヌカワ マサシ
絹川 将史 一般社団法人 家畜改良事業団 家畜改良技術研究所
技術開発部 開発第一課 専門役

(事業名：牛受胎能力向上技術開発事業 平成28～30年度)
(事業実施主体：一般社団法人 家畜改良事業団)

(経歴)

平成17年3月 東京大学大学院新領域創成科学研究科先端生命科学専攻 博士 (生命科学)
平成17年3月 カリフォルニア大学サンディエゴ校スクリップス海洋研究所 博士研究員
平成19年3月 霞が関国際特許事務所
平成21年8月 一般社団法人家畜改良事業団 家畜改良技術研究所
平成31年4月 一般社団法人家畜改良事業団 家畜改良技術研究所 (非常勤)
平成31年4月 絹川知的財産事務所
現在に至る

(著作等)

<特許>

- ・ DNAマーカー、並びにそれを用いた検査方法及び検査キット、日本国特許出願2019-039406、出願日2019年3月5日
- ・ 精液の希釈液およびそれを用いた精液の保存方法、日本国特許出願2018-505979、米国特許出願16/130022、加国特許出願3016629、出願日2017年3月15日
- ・ 精子の検査法及び装置、日本国特許出願2016-507833、米国特許出願15/124998、加国特許出願2942278、欧州特許出願15762103.8、出願日2015年3月12日
- ・ 人工授精用ストロー、日本国特許5,738,314 (登録日2015年5月1日)、米国特許9,339,360 (登録日2016年5月17日)、加国特許2,820,677 (登録日2017年3月28日)、欧州特許出願11845911.4、出願日2011年12月1日

<学会発表>

- 『種雄牛における精巢内遺伝子発現の網羅的な解析』 ○絹川将史、治田将、難波陽介、内山京子、伊藤昌彦 第41回日本分子生物学会年会、パシフィコ横浜、平成30年11月
- 『iTRAQ法を用いた正常および低受胎種雄牛の精子蛋白質の網羅的な解析』 ○絹川将史、難波陽介、内山京子、伊藤昌彦 第111回日本繁殖生物学会大会、信州大

学、平成30年9月

『iTRAQ法を用いた正常および低受胎種雄牛の精漿蛋白質の網羅的な解析』 ○絹川将史、難波陽介、内山京子、伊藤昌彦 第40回日本分子生物学会年会、神戸ポートアイランド、平成29年12月

『Estimation of bull fertility by sperm population analysis in cryopreserved-thawed bovine semen』 ○絹川将史、難波陽介、内山京子、第4回WCRB、沖縄コンベンションセンター、平成29年9月

『精子に発現するL型アミノ酸オキシダーゼを用いた黒毛和種雄ウシの繁殖能評価に関する研究』 ○片岡幸、張浩林、絹川将史、内山京子、渡辺元、永岡謙太郎 第111回日本繁殖生物学会大会、信州大学、平成30年9月

『iTRAQ法を用いた新鮮および凍結融解した牛精子の蛋白質の網羅的な解析』 ○絹川将史、内山京子、伊藤昌彦 第39回日本分子生物学会大会、パシフィコ横浜、平成28年12月

『フルクトオリゴ糖を含む希釈液を用いて凍結保存した牛精液の品質』 ○絹川将史、船内克俊、内山京子 第109回日本繁殖生物学会大会、麻布大学、平成28年9月

人工授精の受胎率向上技術の開発

～牛の受胎率向上に、種雄牛側から挑む～

一般社団法人家畜改良事業団
家畜改良技術研究所
技術開発部開発第一課
絹川 将史

1

メニュー

1. 乳用牛の受胎率の現状と低下の要因
2. 肉用牛の受胎率の現状と低下の要因
3. 雌側、雄側から必要となる受胎率の向上対策
4. 当団における受胎率向上に関する雄側の研究

2

1. 乳用牛の受胎率の現状

(1) 乳用牛の受胎率の推移

(2) 乳用牛の分娩間隔の推移

(3) 受胎率を取り巻く環境

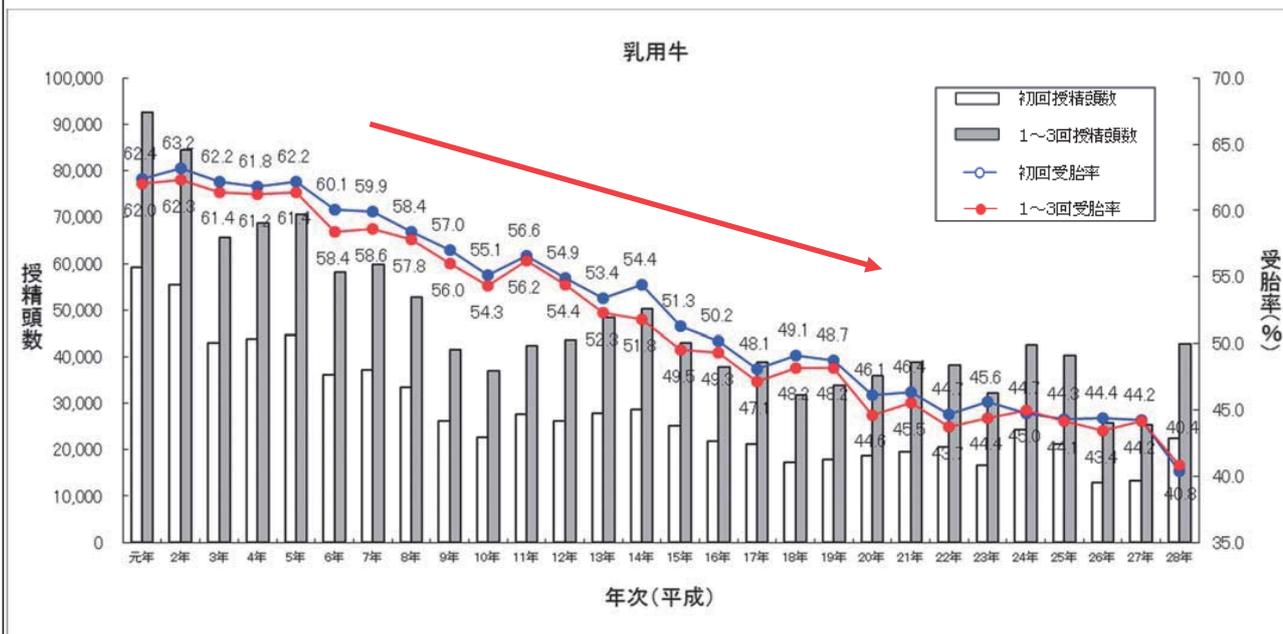
- ① 乳量と繁殖成績の関係
- ② 経済形質の改良
- ③ 気候変動

(4) 牛の繁殖性の遺伝的な要因

- ① 胚死滅
- ② 雄側低受胎

3

(1) 乳用牛の受胎率の推移



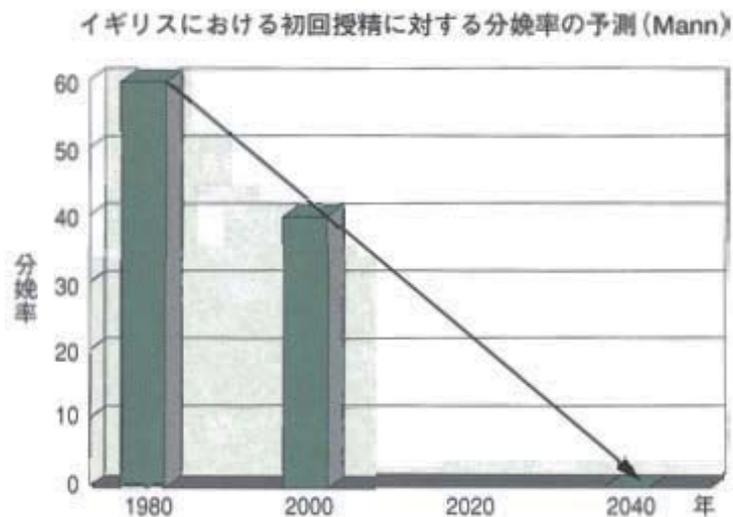
平成28年受胎調査成績 家畜改良事業団

平成元年62.4%→平成28年40.4%

受胎率が低下(0.8%/年) 2070年頃、乳用牛は絶滅に

4

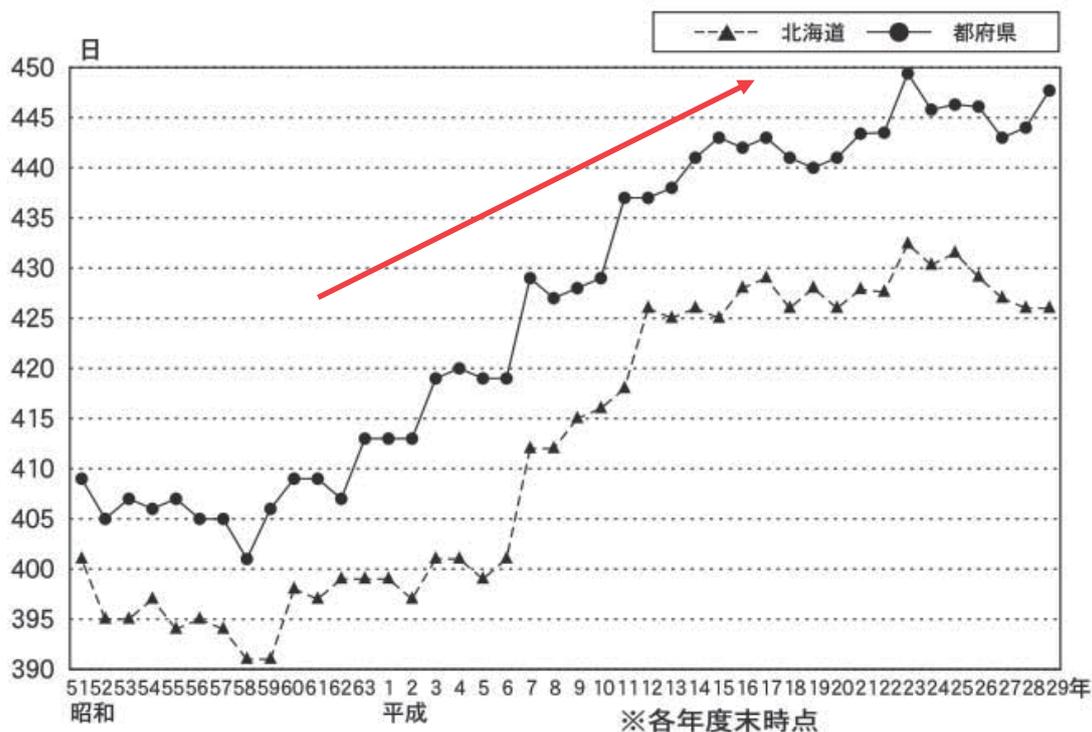
21世紀初め、すでに牛の絶滅は予測されていた



乳牛改良今年の課題と受胎率 長岡正二 LIAJ news No.80
<http://liaj.lin.gr.jp/japanese/liajnews/liajnews80.pdf> p.1

5

(2) 乳用牛の分娩間隔の推移

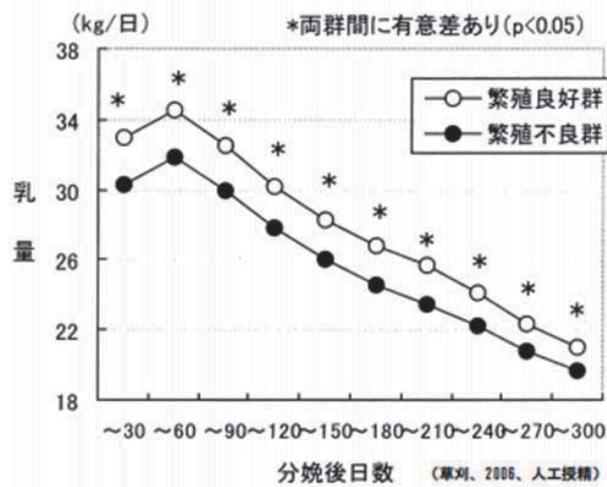


平成29年度乳用牛群能力検定成績のまとめ 家畜改良事業団
<http://liaj.lin.gr.jp/japanese/newmilk/18/H29matome.pdf> p.39 図45

6

【(3) 受胎率を取り巻く環境】

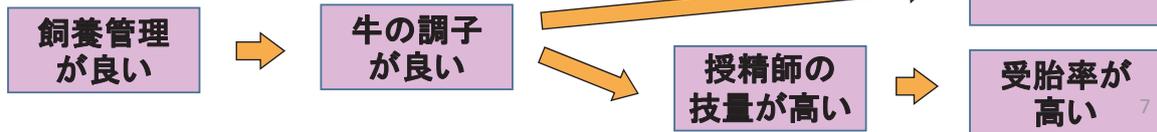
① 乳量と繁殖成績の関係



乳量多い=繁殖良好
基本に忠実に

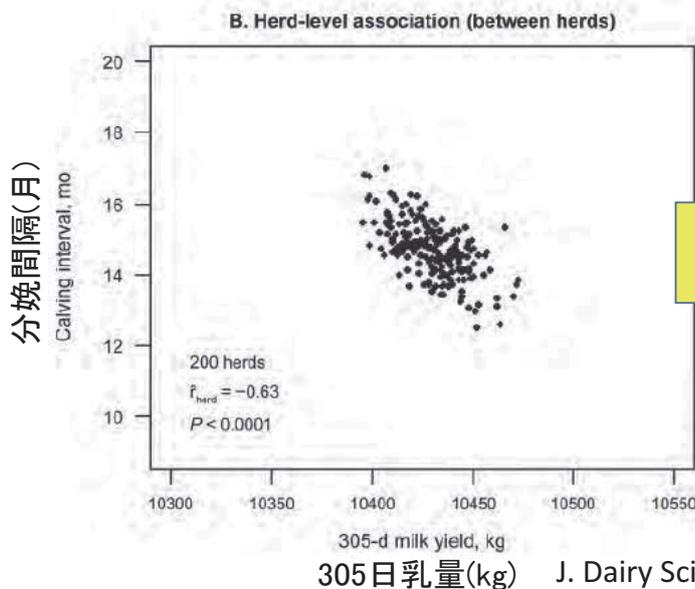
H23 乳牛の繁殖成績の課題と現状 堂地修教授(酪農学園大学)
<http://aij.lin.gr.jp/image/H23tokubetu.pdf> 6頁

【牛が同じ能力の場合】



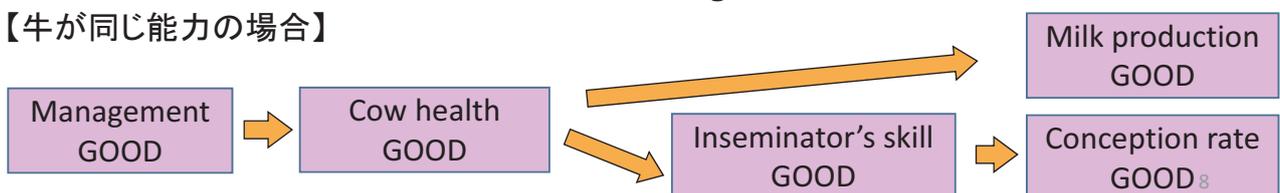
【(3) 受胎率を取り巻く環境】

① 乳量と繁殖成績の関係



乳量多い=分産間隔短い
世界共通で重要

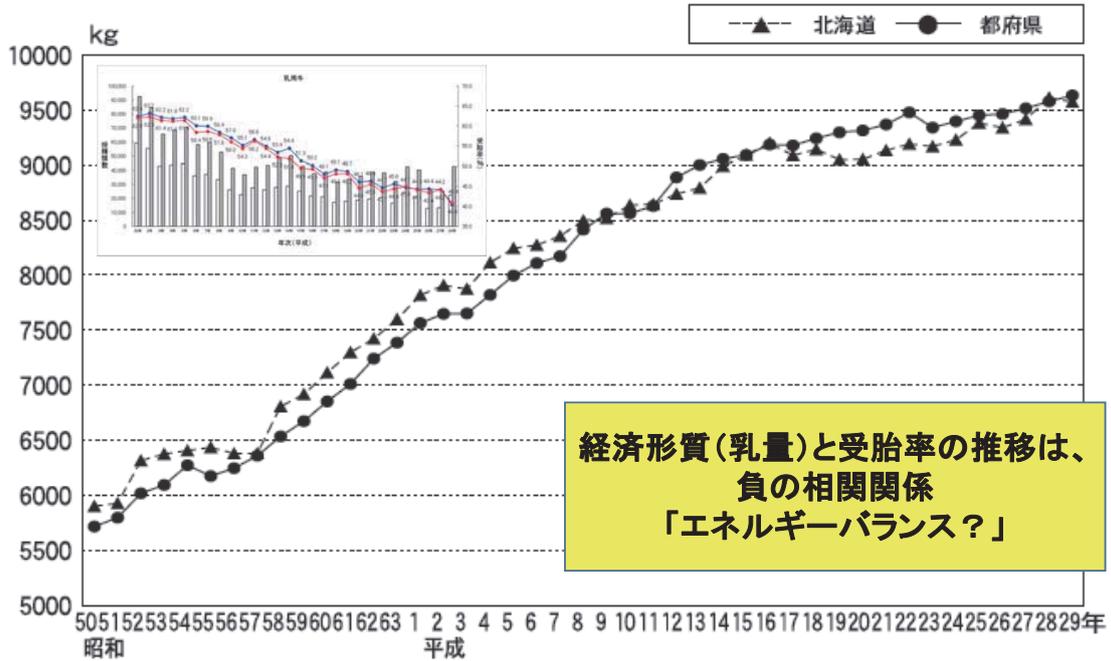
【牛が同じ能力の場合】



【(3) 受胎率を取り巻く環境】

② 経済形質改良の推移

図3 各年次305日検定乳量の推移



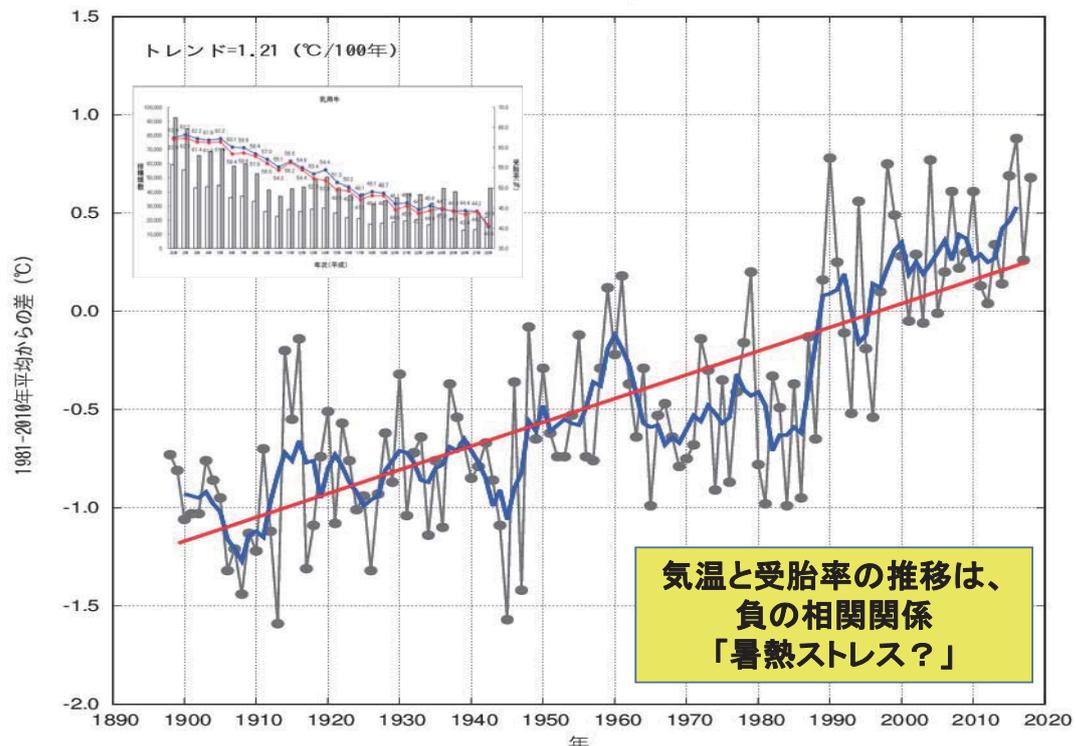
平成29年度乳用牛群能力検定成績のまとめ 家畜改良事業団
<http://liaj.lin.gr.jp/japanese/newmilk/18/H29matome.pdf> 図3

9

【(3) 受胎率を取り巻く環境】

③ 気候変動

日本の年平均気温偏差



日本の年平均気温偏差 気象庁
https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/temp/an_jpn.html

10

【(4) 牛の繁殖性の遺伝的な要因】

① 胚死滅

胚死滅に関連するウシゲノム領域

Breed	Haplotype	OMIA ¹ 9 913 ID	Gene(s) ²	Frequency (%)	BTA ³	Region (bp)
Holstein – United States ⁴	HH0	151	<i>FANCI</i>	2.76	21	21 184 869 to 21 188 198
	HH1	1	<i>APAF1</i>	1.92	5	63 150 400
	HH2	1823	–	1.66	1	94 860 836 to 96 553 339
	HH3	1824	<i>SMC2</i>	2.95	8	95 410 507
	HH4	1826	<i>GART</i>	0.37	1	1 277 227
	HH5	1941	<i>TFB1M</i>	2.22	9	93 223 651 to 93 370 998
	HHC	1340	<i>SLC35A3</i>	1.37	3	43 412 427
	HCD	1965	<i>APOB</i>	2.50	11	77 958 995
Holstein – France ⁵	BY	151	<i>FANCI</i>	3.60	21	20 200 000 to 22 300 000
	HH1	1	<i>APAF1</i>	2.60	5	61 400 000 to 66 200 000
	HH2	1823	–	1.70	1	93 000 000 to 97 400 000
	HH3	1824	<i>SMC2</i>	2.50	8	94 000 000 to 96 500 000
	HH4	1826	<i>GART</i>	3.60	1	1 900 000 to 3 300 000
	HH5/HH6	1340	<i>SLC35A3</i>	3.90-4.60	3	45 800 000 to 52 600 000
	HH13	1836	–	3.70	18	56 400 000 to 58 400 000
Holstein – Nordic ⁶	05-1351/05-1476	1907	–	1.60-2.02	5	106 713 645 to 114 405 063
	07-501	1909	–	1.92	7	34 633 456 to 36 127 497
	08-1276/08-1301/08-1326/08-1351	–	–	1.48-1.54	8	83 888 935 to 89 859 523
	11-926/11-976/11-1001/11-1026	1910	–	1.35-1.37	11	55 345 639 to 63 759 322
	19-151	1911	–	1.95	19	13 154 786 to 14 478 389
	21-276/21-301/21-326	–	–	1.94-2.05	21	20 477 690 to 24 844 501
Holstein – New Zealand ⁷	–	2036	<i>TTF1</i>	3.52	11	102 485 897 to 102 515 271
	–	2037	<i>RABGGTB</i>	2.13	3	69 316 067 to 69 322 906
	–	2038	<i>RNF20</i>	1.82	8	92 911 255 to 92 935 750

Animal. 2018 Jun; 12(Suppl 1): s172–s183. Table 1を改変

HH1、HCD、BYは、家畜改良事業団でも検査できます

11

【(4) 牛の繁殖性の遺伝的な要因】

② 雄側受胎率

雄側受胎率に関連するウシゲノム候補領域

SNP	Location (Chr: bp)	Gene(s) ¹
<i>rs136195618</i> ²	7:41 208 950	<i>PROP1</i>
<i>SNP11646</i> ^{3,4}	17:35 247 641-35 247 490 ⁵	<i>FGF2</i>
<i>SNP12195</i> ^{3,4}	19:43 045 658-43 046 477 ⁵	<i>STAT5A</i>
1.5 Mb window ⁶	5:105 357 507-106 813 133	<i>PARP11, AKAP3</i>
<i>rs42559373</i> ^{6,7}	9:11 867 269	<i>RIMS1</i>
1.5 Mb window ⁶	13:58 456 868-59 951 247	<i>CTCF, SPO11</i>
<i>rs42296108</i> ⁶	15:26 472 899	<i>CADM1</i>
1.5 Mb window ⁶	21:8 031 396-9 528 223	<i>IGF1R</i>
1.5 Mb window ⁶	21:68 846 429-70 294 301	<i>TDRD9, CKB</i>
<i>rs110697318</i> ⁶	21:71 210 609	<i>BRF1</i>
1.5 Mb window ^{6,7}	25:3 148 958-4 647 188	<i>MGRN1, SEPT12</i>
1.5 Mb window ⁶	25:26 736 589-28 233 820	<i>CCT6A</i>
<i>rs41567516</i> ⁶	25:27 477 941	<i>KAT8</i>
<i>rs420651832</i> ^{6,8}	25:27 672 891	<i>ITGAM</i>
<i>rs41649681</i> ⁶	25:28 711 626	<i>TYW1</i>
<i>rs41642283</i> ⁹	2:24 837 034	<i>DYNC1I2</i>
<i>rs109059438</i> ⁹	5:112 775 479	<i>LOC784935</i>
<i>rs41571878</i> ⁹	18:54 965 977	<i>ZNF541</i>
<i>rs110629661</i> ^{7,9}	25:983 759	<i>CACNA1H</i>
<i>rs109758248</i> ^{7,10}	25:2 270 518	<i>LOC617302</i>
<i>rs110129888</i> ^{7,9}	25:3 898 682	<i>ROGD1</i>
<i>rs110383224</i> ^{7,9}	25:4 229 011	<i>LOC521021</i>
<i>rs42480223</i> ⁹	29:14 271 174	–
<i>rs4125718</i> ^{10,11}	1:69 802 307	<i>ITGB5</i>
<i>rs2902486</i> ^{10,11}	4:11 622 140	<i>COL1A2-AS1</i>
<i>rs29015574</i> ^{7,11}	9:12 042 726	<i>RIMS1</i>
<i>rs29016875</i> ¹¹	10:6 003 240	<i>SFNX1, DRD1</i>

Animal. 2018 Jun; 12(Suppl 1)
: s172–s183. Table 2を改変

12

1. 乳用牛の受胎率低下の要因として

- 乳用牛は受胎率が低下(0.8%/年)している。
- このままだと50年後、乳用牛は絶滅する。
- 環境要因として、飼養環境、経済形質改良、暑熱ストレス等に起因する負のエネルギーバランスが言われている。
- 雌側に起因するリピートブリーダー(低受胎雌牛)、周産期病といった繁殖障害がある。
- 雄雌双方に起因する胚死滅がある。
- 雄側に起因する低受胎がある。
- このように、受胎率低下には、環境要因、雌雄双方の遺伝的要因といった様々な要素が複合的に絡む。

13

2. 肉用牛の受胎率の現状

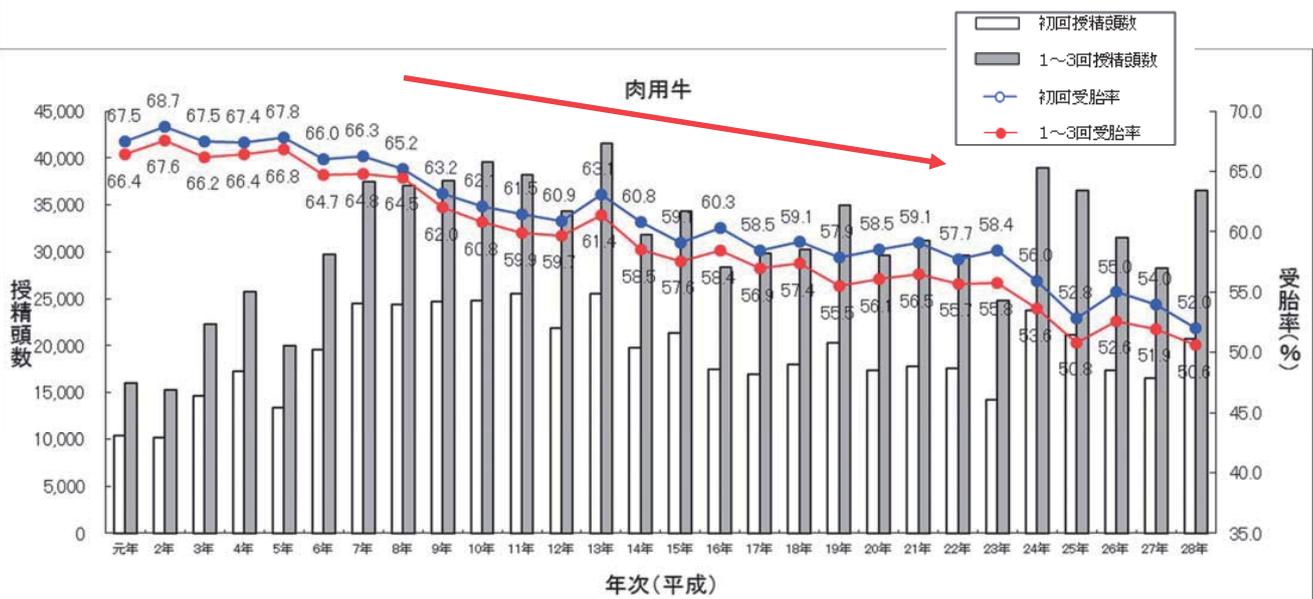
(1) 肉用牛の受胎率の推移

(2) 純粋黒毛和種の調整交配時受胎率の推移

(3) 黒毛和種の調整交配受胎率のヒストグラム

14

(1) 肉用牛の受胎率の推移



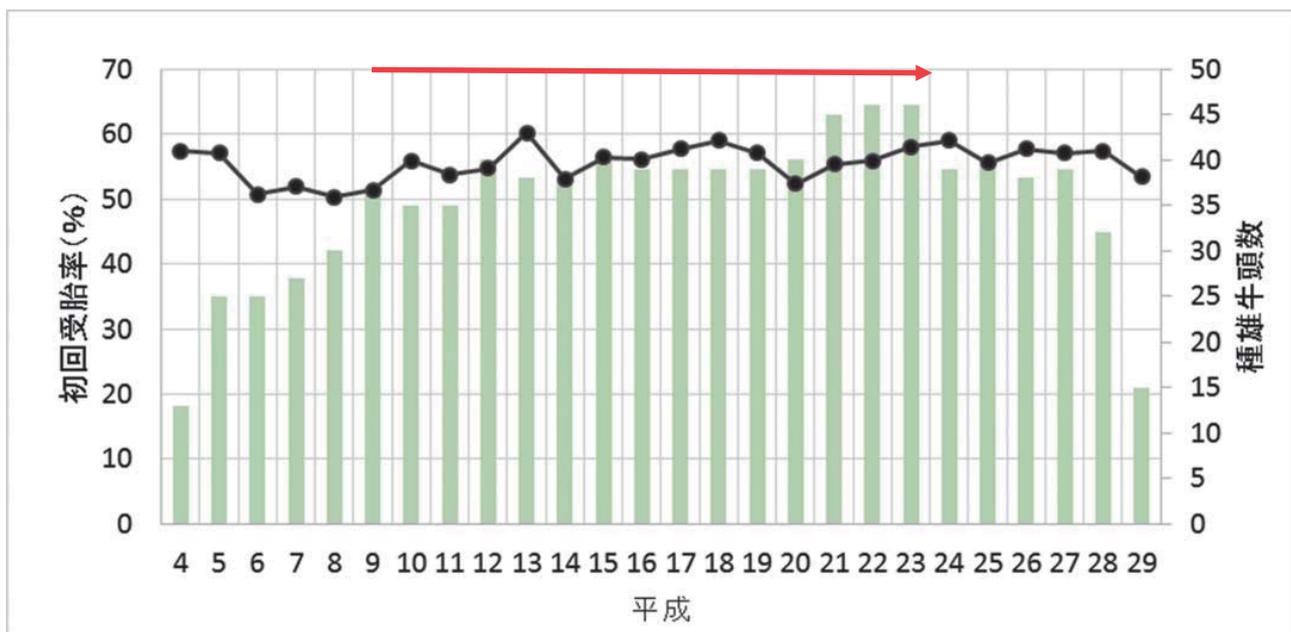
肉用牛の受胎率は、肉用雌牛および乳用雌牛に授精された成績である。

平成28年受胎調査成績 家畜改良事業団

平成元年67.5%→平成28年52.0%

15

(2) 黒毛和種の調整交配受胎率の推移

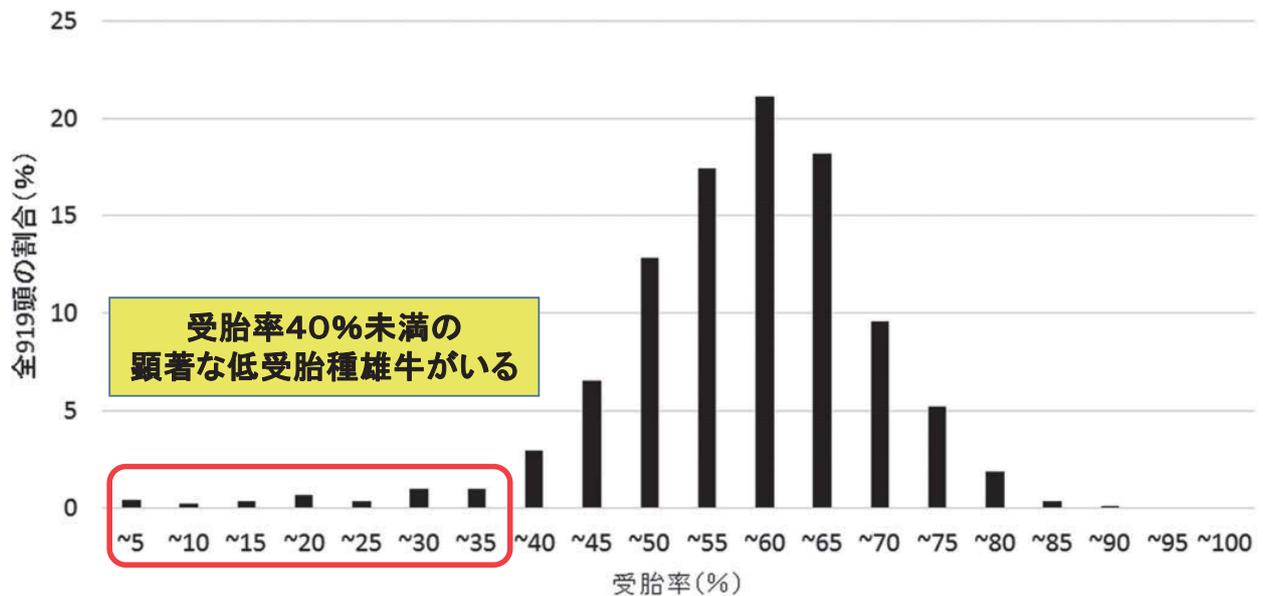


黒毛和種種雄牛の受胎率は、変化がない!?

16

(3) 黒毛和種の調整交配受胎率のヒストグラム

調整交配: 雄牛の能力を子牛の能力から推定する



平成4~29年

授精記録20頭以上 LIAJ繫養種雄牛919頭

平均受胎率: 55.8% **標準偏差11.3%**

中央値: 56.4%

17

2. 肉用牛の受胎率の現状として

- 肉用牛の受胎率の低下は、乳用牛の雌に人工授精した結果を含むからかもしれない。
- 黒毛和種には、**低受胎種雄牛が存在する**。
- 雄側の低受胎に関して、遺伝的要因が考えられる。

18

3. 雌側、雄側から必要となる受胎率の向上対策

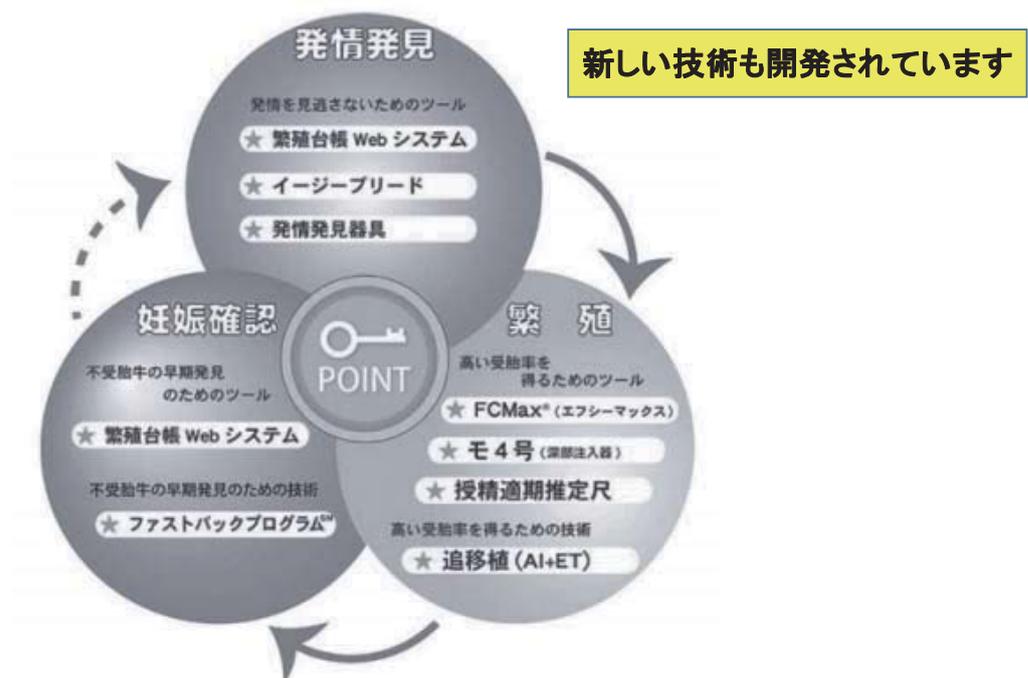
(1) 繁殖技術のキーポイント

(2) 雌側の対策例

(3) 雄側の対策例

19

(1) 繁殖技術のキーポイント



妊娠率をUPさせよう 濱野晴三 LIAJ news No.158
<http://liaj.lin.gr.jp/uploads/LIAJ158-01.pdf> 1頁

20

(2) 雌側の対策例

- 分娩前後でのエネルギーバランス、ミネラル補給
- 栄養管理、健康状態の観察
- 牛の発情と授精適期把握(発情発見器具、授精適期推定尺)
- 暑熱ストレスへの対策
- リピートブリーダー(長期不受胎雌牛)の早期発見
- 繁殖障害の対策
- 定時人工授精(イージーブリード)

21

(3) 雄側の対策例

- 飼養管理、採精技術、品質管理

JRA事業・大家畜生産技術向上対策事業(H20~22)で開発

- 受胎率を向上させる人工授精用ストロー(FCMax®)

JRA事業・種雄牛側からの生産効率向上技術開発事業(H23~25)で開発

- 受胎率に関連する検査法(エリート精子検査法)

JRA事業・種雄牛繁殖能力評価技術開発活用事業(H26~27)で開発

- 人工授精用希釈液(大豆レシチン・オリゴ糖)

- 人工授精技術の改良(深部注入器)

22

FCMax[®]開発の経緯

◆凍結精液の「**受胎率**」を向上させたい！

- 精子を活性化する物質を凍結希釈液に添加
→ 融解後の精子活力は低下
- その活性化物質を精子と離して凍結(単なる2層式)
→ しかし、受胎率は低下
- そのコントロールの液を精子と離して凍結(FCMax)
→ 受胎率が向上！

23

FCMax[®]の人工授精試験(H13~22年)

試験区(FCMax [®])		精液保存層		希釈層				
対照区(単なる2層)		精液保存層		グリセリン加希釈層				

区分	授精頭数	受胎頭数	受胎率(%)
試験区	383	200	52.2
対照区	389	180	46.3

試験区の受胎率は対照区より5.9ポイント向上

24

特許(第5738314号)



(19) 日本国特許庁 (JP)	(12) 特許公報 (B2)	(11) 特許番号 特許第5738314号 (P5738314)
(45) 発行日 平成27年6月24日 (2015. 6. 24)	(24) 登録日 平成27年5月1日 (2015. 5. 1)	
(5) Int. Cl. F 1		
A 6 1 D 19/02 (2006. 01)	A 6 1 D 19/02 B	
A 6 1 B 17/43 (2006. 01)	A 6 1 D 19/02 D	
A O 1 K 67/02 (2006. 01)	A 6 1 M 37/00 5 8 0	
A O 1 N 1/02 (2006. 01)	A O 1 K 67/02	
	A O 1 N 1/02	
請求項の数 10 (全 15 頁)		
(2) 出願番号 特願2012-546838 (P2012-546838)	(73) 特許種別 5830286G2	
(86) (22) 出願日 平成23年12月1日 (2011. 12. 1)	一般社団法人家畜改良事業団	
(86) 国際出願番号 PCT/JP2011/077813	東京都江東区冬木 1 1 - 1 7	
(87) 国際公開番号 W02012/074060	(74) 代理人 100098759	
(87) 国際公開日 平成24年6月7日 (2012. 6. 7)	弁理士 青木 篤	
審査請求日 平成25年6月21日 (2013. 6. 21)	(74) 代理人 100077517	
(31) 優先権主張番号 特願2010-268423 (P2010-268423)	弁理士 石田 敬	
(32) 優先日 平成22年12月1日 (2010. 12. 1)	(74) 代理人 100087871	
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)	弁理士 福本 慎	
	(74) 代理人 100087413	
	弁理士 古賀 智次	
	(74) 代理人 100117019	
	弁理士 渡辺 陽一	
	(74) 代理人 100150810	
	弁理士 武藤 良太郎	
	最終頁に続く	

FCMax
登録商標(第5778973号)

25

3. 雌側、雄側から必要となる受胎率の向上対策として

- 受胎率の向上対策の新技术開発が取り組まれている。
- 雌牛側、雄牛側からの双方で、**一定の効果**が認められる新しい技術もある。
- 個別具体的な対策における全体の受胎率向上への寄与はあまり大きくないかもしれない。
- 繁殖性に関する遺伝的な要因を解明し、**改良の要となる種雄牛で選抜**することで、効率的な受胎率向上が期待できるかもしれない。

26

4. 当団における受胎率向上に関する雄側の研究

(1) 牛受胎能力向上技術開発事業(平成28~30年度)

- ①牛ゲノムと受胎率データを用いたGWAS解析
- ②次世代シーケンサ解析
- ③黒毛和種の低受胎種雄牛に特徴的なSNP型
- ④サプリメントの候補

(2) 繁殖エリート種雄牛作出技術開発事業(令和元~3年度)



一般社団法人家畜改良事業団 <http://liaj.lin.gr.jp/>

27

(1) 牛受胎能力向上技術開発事業(平成28~30年度)

課題:種雄牛による繁殖成績低下の解決

- × 雄側に原因がある低受胎
- × 精液性状不良
- × 無精子症発症



遺伝的な要因の絞り込み



解決策

- 遺伝子検査等による繁殖性推定法の確立
- 受精能力向上等の新たなサプリメント開発

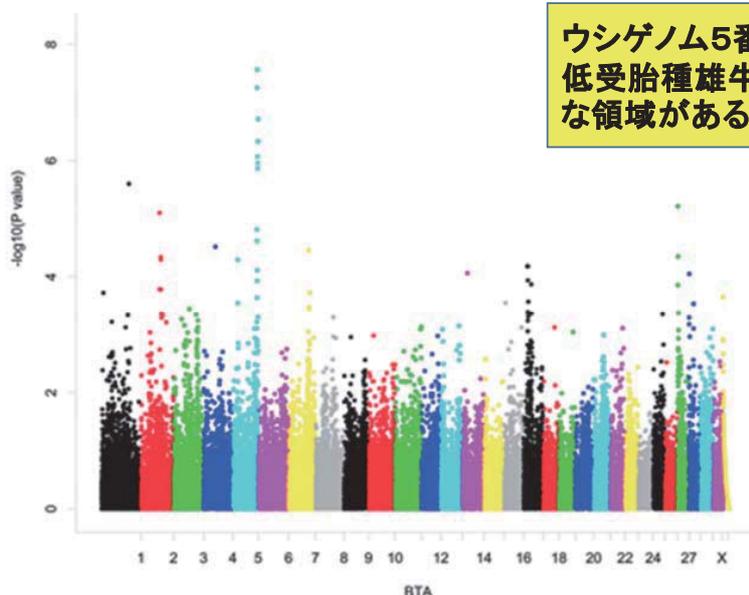


出口: 受胎率向上

28

①牛ゲノムと受胎率データを用いたGWAS解析

黒毛和種受胎率のGWAS解析

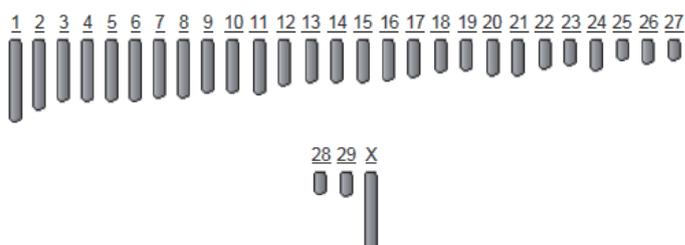


ウシゲノム5番染色体の後半に低受胎種雄牛に関連する有意な領域がある。

GWAS解析:ゲノム全体をほぼカバーする数万のSNP型を決定し、主にSNPの頻度(対立遺伝子や遺伝子型)と、疾患や量的形質との関連を統計的に調べる方法論

29

②次世代シーケンサ解析



牛ゲノム:30億塩基対
染色体:29対+XY
遺伝子数:34,966

Click on chromosome name to open MapViewer



次世代シーケンサー

DNA断片

ATGGCCGGGTGAGGACTGC

GCCGGGTGGACTGCTT

30

エクソームシーケンス

エクソーム(ゲノムのタンパク質コーティング領域)は、ヒトゲノムでは遺伝子コードの2%未満に相当し、既知の疾患関連の変異約85%を含むため、全ゲノムシーケンスに対する**コスト効率の良い代替策**である。

一方、エクソームにない変異は捉えることができない。

全ゲノムシーケンス

ゲノムを解析する上で**最も包括的な手法**で、高解像度な1塩基ごとの姿をゲノム全体で捉えることができ、大規模および小規模な変異の両方を観察できる。

一方、解析に要する労力、コストが大きい※。

(※現在は価格が下がっています)

<https://jp.illumina.com/techniques/sequencing/dna-sequencing/targeted-resequencing/exome-sequencing.html>

31

牛ゲノムリファレンス

ARS-UCD1.2

bos Tau9 (UCSC)

Organism name: [Bos taurus \(cattle\)](#)

Infraspecific name: [Breed: Hereford](#)

Isolate: L1 Dominette 01449 registration number 42190680

Sex: female

BioSample: [SAMN03145444](#)

BioProject: [PRJNA391427](#)

Submitter: USDA ARS

Date: 2018/04/11

Assembly level: Chromosome

Genome representation: full

RefSeq category: representative genome

GenBank assembly accession: [GCA_002263795.2 \(latest\)](#)

RefSeq assembly accession: [GCF_002263795.1 \(latest\)](#)

RefSeq assembly and GenBank assembly identical: no ([hide details](#))

- Different: chromosome MT.
- Different mitochondrial genome.
- Data displayed for RefSeq version

WGS Project: [NKLS02](#)

Assembly method: Falcon v. FEB-2016

Expected final version: yes

Reference guided assembly: de-novo

Genome coverage: 80.0x

Sequencing technology: PacBio; Illumina NextSeq 500; Illumina HiSeq; Illumina GAI

32

マッピング(アライメント)

シーケンサから得られたリード(DNA配列)をリファレンスゲノムや転写産物上の類似した配列に対して並べること。

リード

```
ATGCGGCCCTAATGTGCACACAGAAG
GTATTAATGCGGCCCTAATCTGCA
ATGGTGTATTAATGCGGCCCTAATGTGCA
ATGCGGCCCTAATGTGCACACAGAAGGTAT
TTATGGTGTATTAATGCGGCCCTAATGTGCA
ATGGTGTATTAATGCGGCCCTAATGTGCACACAGAA
リファレンスゲノム ATGCGGCCCTAATGTGCA
```

リファレンスとリードの違いがわかる

GATK HaplotypeCallerによる変異検出

REF/ALT=C/Tの変異を検出
DP(read depth)114

グレーはリファレンスと同じ

Sequence → A G G C A C C A C C C A C T C T T G C C C G T C C G G C A G G T A T G A C C C G
R G A T P T P H T L S L C A P R V S P G A R G Y D T P P R
* A T P T P H T L S L C A P R V S P G A R G Y D T P P R

Gene
Bovine_All_Exon2.bed
SELO

種雄牛に関するエクソーム解析の概要

エクソーム配列濃縮はSureSelect XT Bovine All Exon (Agilent Technologies)を使用
標的となるエクソーム領域は約53Mb、ウシ全ゲノム(ARS-UCD1.2、約2.7Gb)の1.9%

➤ 個体毎のDNA変異箇所(平均±標準偏差)

	全種雄牛	黒毛和種	ホルスタイン種
ホモ	57,103±5,242	57,786±4,972	50,094±1,336
ヘテロ	66,031±10,738	65,027±10,525	76,324±7,002
合計	123,134±15,980	122,814±15,497	126,417±8,338

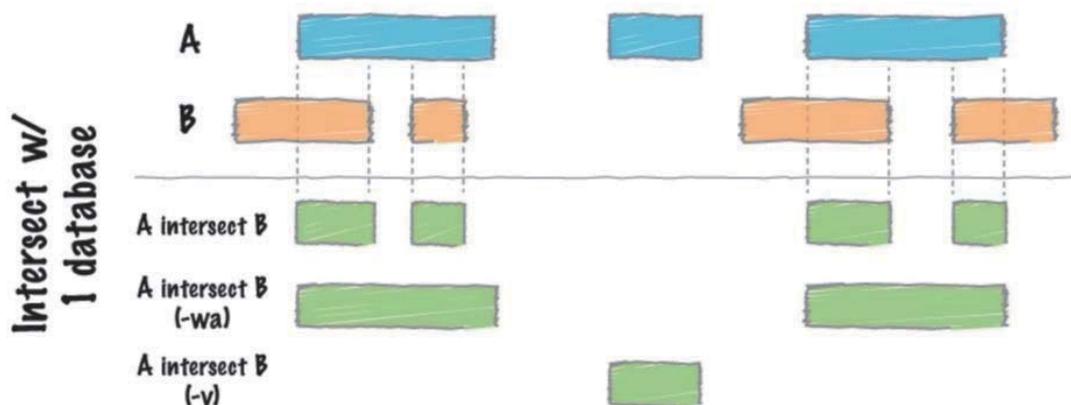
- 全種雄牛で434塩基に1個の割合でDNA変異あり
- 黒毛和種で435塩基、ホルスタイン種で423塩基に1個の割合でDNA変異あり

35

変異候補領域の特定

BEDTools のIntersect 機能

オーバーラップ領域を抽出したり、マージしたりできるツール。



<https://bedtools.readthedocs.io/en/latest/content/tools/intersect.html?highlight=interse>

低受胎の牛に共通 かつ 正常な牛にはない変異を抽出

36

低受胎種雄牛に関するエクソーム解析の概要

低受胎種雄牛(受胎率10%以下)6頭に共通するホモ変異、かつ正常牛に変異ホモなしで低受胎の原因候補部位とした。

- 1頭以上→749個
- 2頭以上→134個
- 3頭以上→63個
 - Chr2: 129,877,771~130,968,946→14個
 - Chr5: 115,620,054~120,000,844→47個
 - そのうち非同義変異→10個
- 5頭以上→47個
 - Chr5: 115,620,054~120,000,844→47個
 - そのうち非同義変異→7個
- 6頭すべて→3個 (ちなみに全ゲノムで1236個)
 - Chr5:116,408,653、116,791,298、116,791,328⇒共通するDNA変異は低受胎種雄牛のマーカーになる

【参考】全ゲノム6頭すべて→1236個、そのうちChr5:115,116,357~119,730,032に451個

③黒毛和種の低受胎種雄牛に特徴的なSNP型

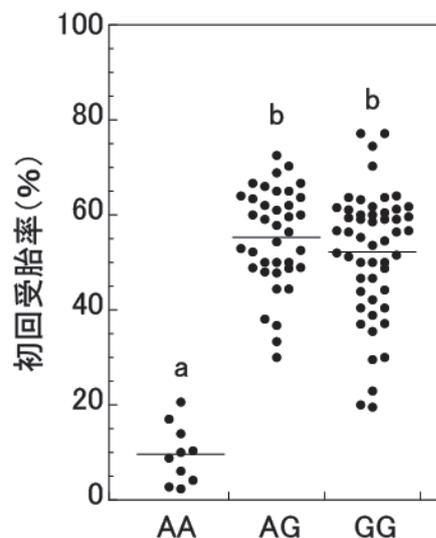
エクソームシーケンスの結果から、低受胎種雄牛(受胎率10%以下)6頭に共通するホモ変異、かつ正常種雄牛に変異ホモなし

- 6頭すべて→3個

Chr5:116,408,653

Chr5:116,791,298

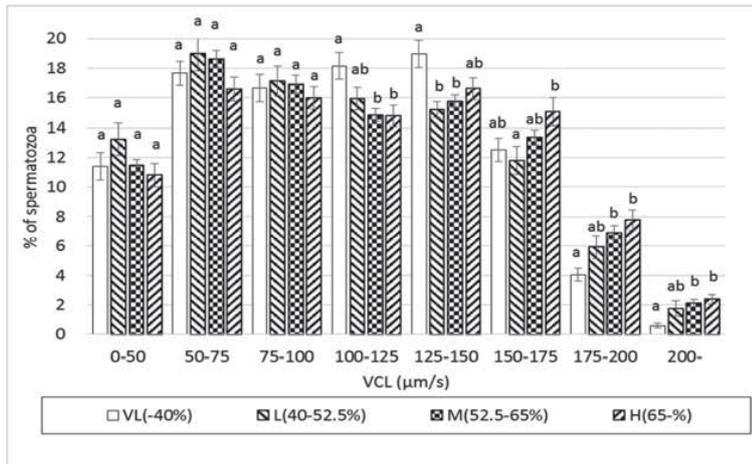
Chr5:116,791,328



Chr5: 116408653 (UCD-ARS1.2) のAA型は低受胎種雄牛を矛盾なく判定できる指標であった。検定前利用も可となった。特許出願済(特願2019-039406、平成31年3月5日)

38

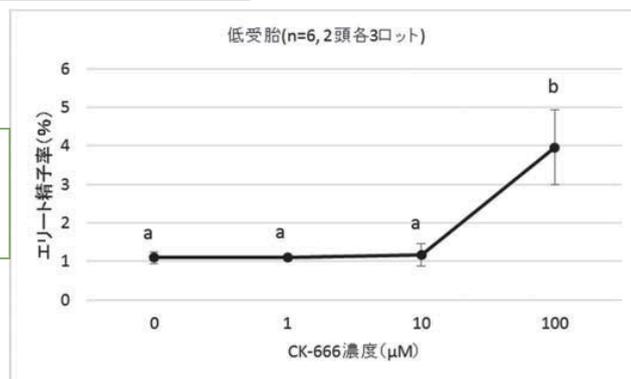
④ サプリメントの候補



エリート精子検査法
(特願2016-507833)

受精時の環境を模倣した高粘性環境下で速度の速い精子(エリート精子)の割合が高い種雄牛は、受胎率が高い

特定の物質をサプリメントとして加えると、エリート精子の割合が向上



39

(2) 繁殖エリート種雄牛作出技術開発事業(令和元~3年度)

課題: 種雄牛による繁殖成績低下

- × 低受胎 × 精液性状不良
- × 乏精子症 × 交尾欲欠乏症

繁殖形質データ、環境要因の整理

- 高受胎 ○ 精液性状良好
- 採精時総精子数多 ○ 交尾欲良好

遺伝的な要因の絞り込み

解決策

- 遺伝子検査等による繁殖性推定法の確立
- 受精能力向上等の新たなサプリメント開発

種雄牛の繁殖能力の改良

出口

受胎率向上、生産性向上

40

4. 当団における受胎率向上に関する雄側の研究

- GWAS解析からウシ5番染色体の後半部分には、雄側の低受胎に関連するゲノム領域がある可能性が高い。
- 特定したウシ5番染色体のホモ変異SNP型は、フィールドの黒毛和種の低受胎種雄牛の多くを判定でき、出生時、調整交配前にも検査可能である。
- 高受胎、精液性状良好、精液生産性良好、交尾欲良好といった繁殖エリート種雄牛の作出に向けて、ゲノム解析を行う。
- サプリメントの利用により、さらなる受胎率の高みを目指す。

41

謝辞

牛受胎能力向上技術開発事業(平成28~30年)にご協力頂いた方々に感謝申し上げます。

授精記録作成にご協力頂いた農家、人工授精師の方々

共同研究者 浜松医科大学 伊藤昌彦助教
東京農工大学 永岡謙太郎教授

推進委員 東京大学 青木不学教授
岩手大学 居在家義昭名誉教授
東京農業大学 河野友宏名誉教授
秋田県立大学 小林正之教授
農研機構 野口純子主席研究員

一般社団法人家畜改良事業団の方々

42

黒毛和種における地方病性牛白血病(EBL) 清浄化モデルの開発 ～ 静かに深刻化する牛白血病への農場ぐるみでの取組み ～

【講師紹介】

ムラカミ ケンジ
村上 賢二 岩手大学農学部 附属動物医学食品安全教育研究センター
副センター長

(事業名：黒毛和種における牛白血病清浄化モデル開発事業)
(事業実施主体：国立大学法人 岩手大学)

(経歴)

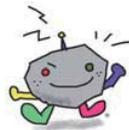
1994年 4月 農林水産省 家畜衛生試験場 研究員
1997年 2月 エール大学医学部ボイヤー分子医学研究所ポスドク・アソシエイツ
(併任1999年3月まで)
1998年 4月 農林水産省 家畜衛生試験場 主任研究官
2004年10月 農研機構 動物衛生研究所 研究室長
2005年 4月 国際獣疫事務局 (OIE) リファレンスラボラトリー (併任2013年3月まで)
2006年 4月 農研機構 動物衛生研究所 上席研究員
2011年 4月 農研機構 動物衛生研究所 領域長補佐
2011年 6月 農林水産省 獣医事審議会専門委員 (併任2014年6月まで)
2012年 4月 岩手大学農学部 附属動物医学食品安全教育研究センター 教授
2012年12月 岩手大学農学部 共同獣医学科 教授 (現職)
2017年 4月 岩手大学農学部 附属動物医学食品安全教育研究センター
副センター長
2018年 4月 岩手大学農学部 共同獣医学科 学科長, 岩手大学大学院 獣医学
研究科 担当
現在に至る

(著作等)

「獣医微生物学 (第4版)」文永堂, 「動物の感染症 (第4版)」近代出版,
「動物用ワクチンとバイオ医薬品」文永堂, 「コアカリ動物感染症」近代出版,
「コアカリ獣医微生物学」文永堂, 「動物微生物検査学」近代出版, 「牛病学
(第3版)」近代出版, 「微生物の事典」朝倉書店, 「獣医感染症アトラス (第
2版)」文永堂, など

令和元年度 JRA畜産振興事業に関する調査研究発表会
黒毛和種における地方病性牛白血病(EBL)清浄化
モデルの開発

～静かに深刻化するEBLへの農場ぐるみでの取組み～



岩手大学 農学部
動物医学食品安全教育研究センター
村上 賢二

Food Animal Medicine and Food Safety Research Center (FAMS), Faculty of Agriculture, Iwate Univ.

牛白血病 (BL)について

1. 地方病性白血病(EBL)

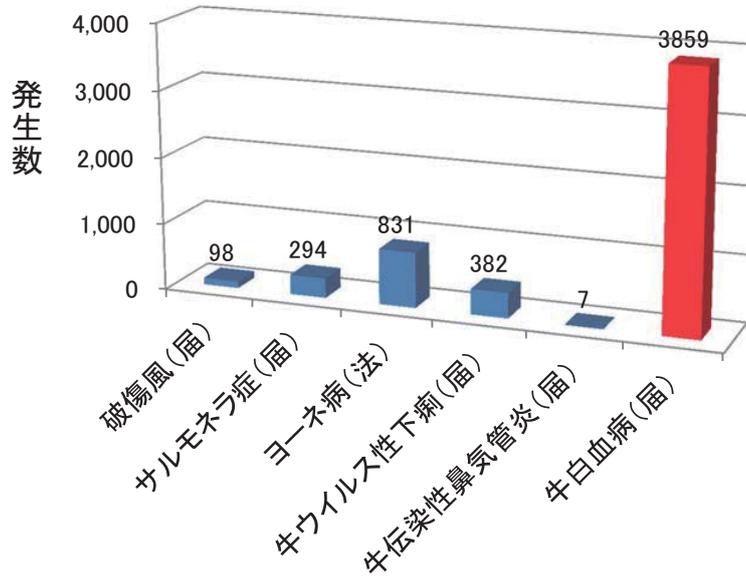
- ✓ 成牛型白血病
- ① 牛白血病ウイルス (BLV) が関与する**伝染病**
- ② 家畜伝染病予防法における届出伝染病
- ③ 国際獣疫事務局 (OIE) リスト疾病

2. 散発性白血病(SBL)

BLVの関与はない → 伝染病ではない

- ✓ 子牛型白血病
- ✓ 胸腺型白血病
- ✓ 皮膚型白血病

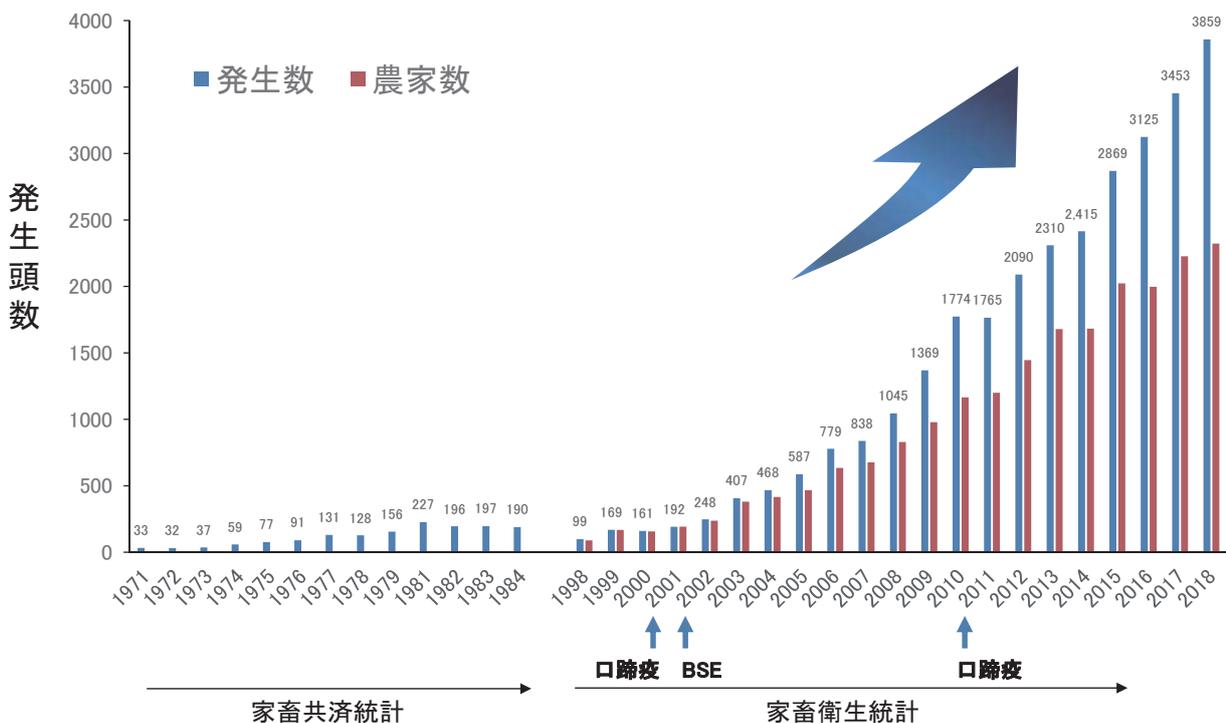
平成30年 牛の監視伝染病*トップ5



*監視伝染病: 家畜伝染病予防法に基づく家畜伝染病(法定)と届出伝染病を合わせたもの
家畜衛生統 http://www.maff.go.jp/j/syouan/douei/kansi_densen/kansi_densen.html

Food Animal Medicine and Food Safety Research Center (FAMS), Faculty of Agriculture, Iwate Univ.

我が国の牛白血病発生状況



～2001年までは年間200頭程度の発生 → 平成30年 3,859頭

Food Animal Medicine and Food Safety Research Center (FAMS), Faculty of Agriculture, Iwate Univ.

今、EBLの清浄化対策を行わなければ、我が国の畜産は近い将来危機的な状況になる

5

Food Animal Medicine and Food Safety Research Center (FAMS), Faculty of Agriculture, Iwate Univ.

事業の目的

事業で実施

EBLの発生を減少させる新たな「牛白血病清浄化飼養管理モデル」の開発



新しい飼養管理モデルを国・都道府県・地方公共団体に提案し、BLV感染牛の清浄化を推進する



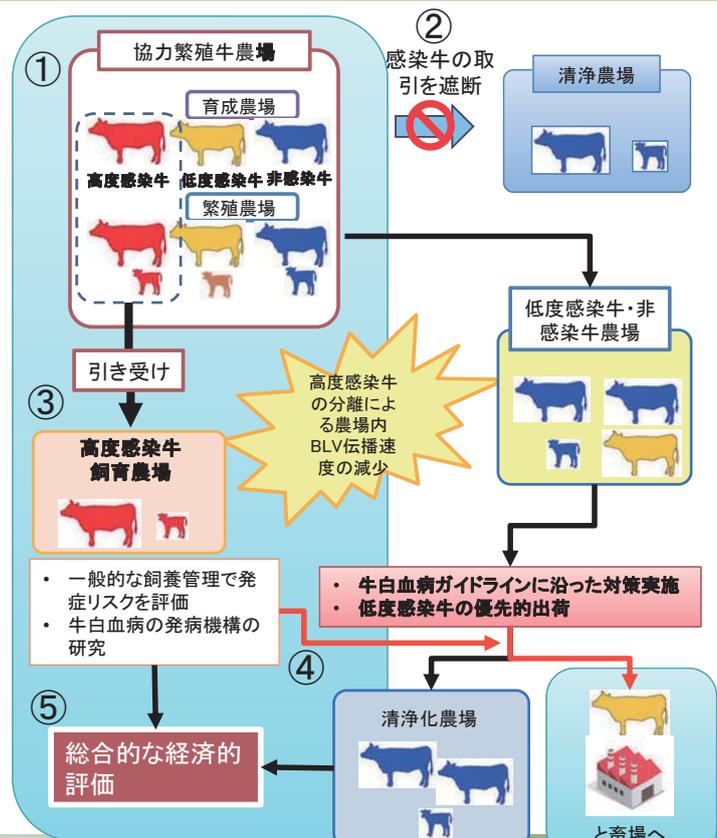
繁殖農家、肥育農家の経営安定化に資する

6

Food Animal Medicine and Food Safety Research Center (FAMS), Faculty of Agriculture, Iwate Univ.

1系 高度感染牛・生前感染牛の発症リスクと経済評価

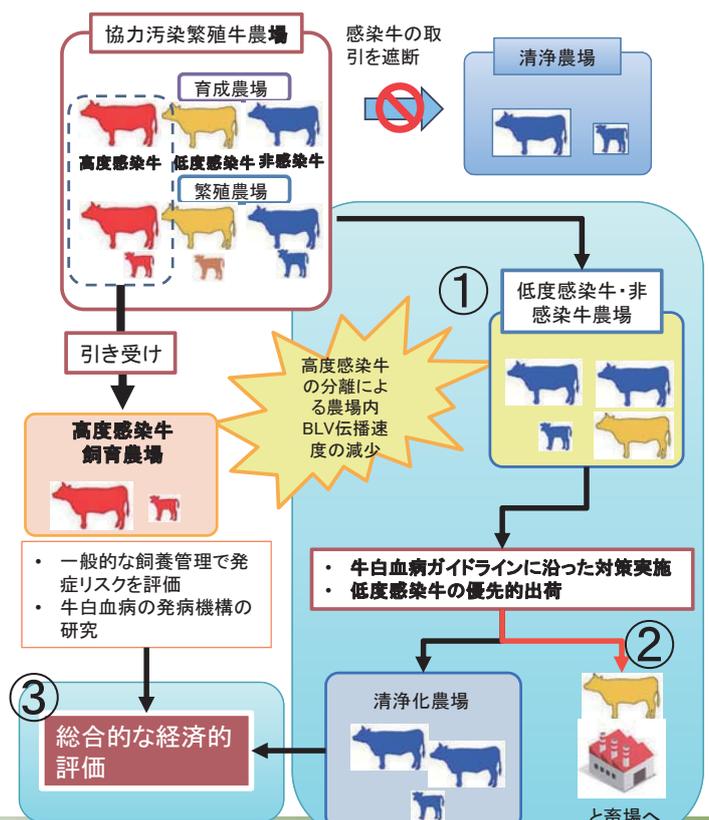
- ① 感染ウイルス量を指標として、高度感染牛と低度感染牛とを区分
- ② 感染牛の肥育農家への販売を禁止(→と畜場への出荷を後押し)
- ③ 高度感染牛/生前感染子牛は、事業農場にて一般的な飼養
- ④ 感染健全牛はと畜場に出荷し、肉質・枝肉価格の調査
- ⑤ 評価
 - 高度感染牛の発症リスク
 - 感染牛の経済的評価
 - 発症による経済的損失



Food Animal Medicine and Food Safety Research Center (FAMS), Faculty of Agriculture, Iwate Univ.

2系 経済的負担を低減した牛白血病清浄化モデルの開発

- ① 「牛白血病ガイドライン」に準拠した飼養管理を徹底(特に、吸血昆虫対策)
- ② 感染牛の優先的と畜場出荷
- ③ 評価
 - 非感染牛への感染伝播リスク
 - 清浄化までの期間
 - 農場経営



Food Animal Medicine and Food Safety Research Center (FAMS), Faculty of Agriculture, Iwate Univ.

本課題の目的

1. BLVの感染伝播には**高度感染牛**が重要なリスク要因になる。
2. 農場内でのウイルスまん延を制御するためには、**高度感染牛**を農場から早期に分離する、またはと畜場に出荷することが重要。

高度感染牛がどのような形で経済的損失を与えるかは明らかではない。

本課題では

1. **高度感染牛**を一定期間飼育することで、感染ウイルス量と肉質の関係、発症リスク等を調査する。
2. 発症の血清診断マーカーとしての乳酸脱水素酵素 (LDH) について検討する。

Food Animal Medicine and Food Safety Research Center (FAMS), Faculty of Agriculture, Iwate Univ.

導入牛の選定

1. 高度感染牛(末梢血感染ウイルス量500コピー/10 ng DNA以上)
 2. 分娩直後に感染のみられた子牛(垂直感染子牛)
- ※ 高度感染牛と判定されない牛についても協力農場の諸事情により一部購入対象とした。

- 岩手大学農学部 御明神牧場に搬入
- 5～25ヵ月飼育し定期的検査を実施

Food Animal Medicine and Food Safety Research Center (FAMS), Faculty of Agriculture, Iwate Univ.

選定した牛(37頭)

1ヵ月齢～198ヵ月齢までの黒毛和種
中央値54ヵ月齢, 雌31頭, 去勢6頭

選定牛	頭数	WBC数 中央値/uL	導入時ウイルス量中央値(コピー)
1歳以上	27	11,800	476
子牛で感染が摘発されたもの	2	16,100	296
垂直感染と判断されたもの	8	9,400	141

Food Animal Medicine and Food Safety Research Center (FAMS), Faculty of Agriculture, Iwate Univ.

と畜牛の枝肉格付けと感染ウイルス量

格付	頭数	と畜時の月齢	飼育期間	出荷時ウイルス量 (中央値)
A2	10	27～183 (平均72)	12～25ヵ月	541
A3	5	26～222 (平均107)	12～25ヵ月	421
A4	2	74, 152 (平均114)	25ヵ月	404
B2	3	37, 125, 147 (平均103)	11～16ヵ月	487
C1	6	13 x 2頭, 14, 15, 17, 61 (平均22)	10～13ヵ月	155
計	26			

- と畜できた牛では、枝肉格付けと感染ウイルス量との関係性は低い?
- B2とC1は肥育期間が短いため

Food Animal Medicine and Food Safety Research Center (FAMS), Faculty of Agriculture, Iwate Univ.

発症とウイルス量の関係

- ◆ 選定牛37頭中11頭で牛白血病・事故がみられた（発症・事故死廃率**29.7%**）
- ◆ 発症牛10頭(54～142ヵ月齢)と事故1頭(57ヵ月齢)は**全て成牛**。
- ◆ 感染子牛と垂直感染子牛には、臨床症状やと畜時にリンパ腫は認められなかった。

Food Animal Medicine and Food Safety Research Center (FAMS), Faculty of Agriculture, Iwate Univ.

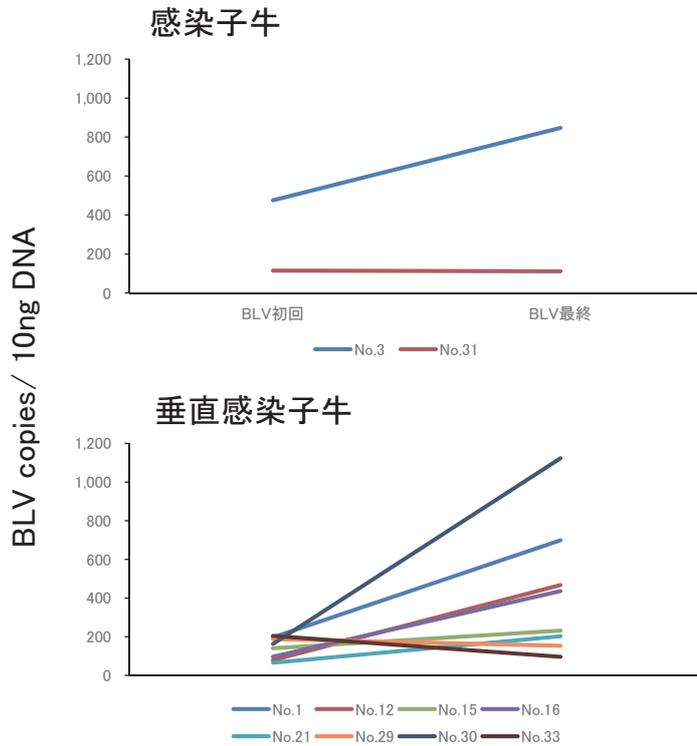
感染程度と発症・事故死廃率

感染程度	頭数	EBL	事故	発症・事故死廃率
高度感染牛	12	7	0	58.3%
中度感染牛	15	3	1	26.7%

- 中度感染牛は、いずれも初回検査時に300コピー以上
- 教科書的には感染牛の発症率は～5%(日本では数%)

Food Animal Medicine and Food Safety Research Center (FAMS), Faculty of Agriculture, Iwate Univ.

感染子牛と垂直感染子牛のウイルス量の変化



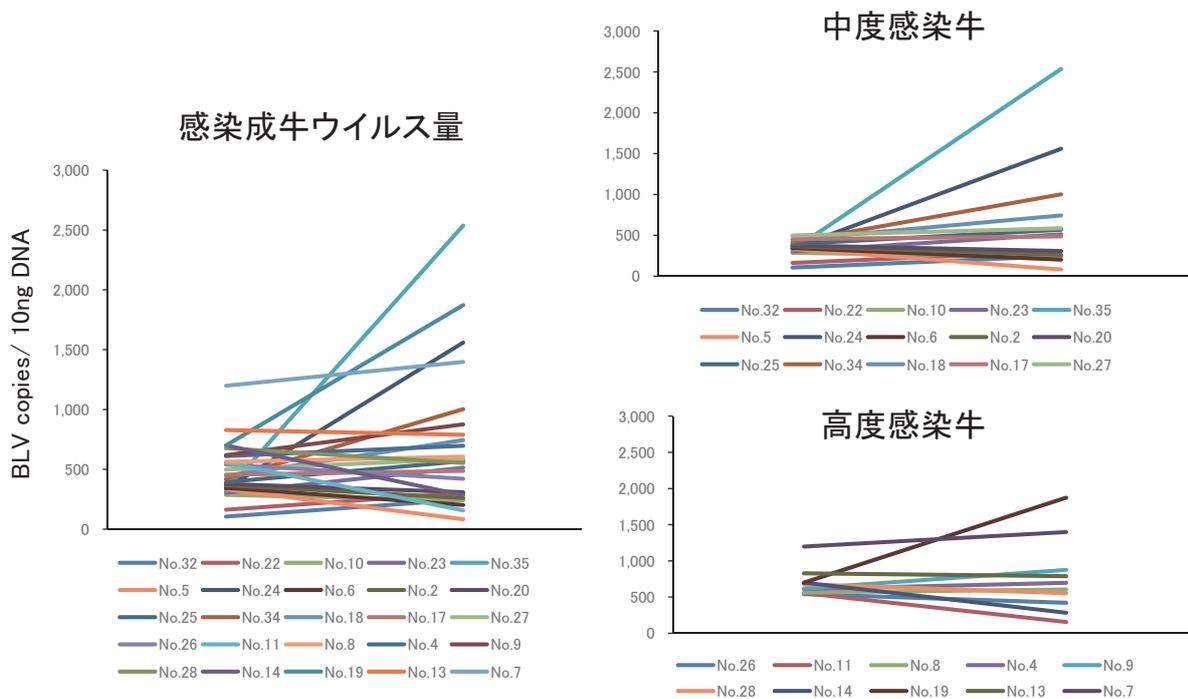
ウイルス量が増加する傾向あり (P=0.055)



生前感染はリンパ球増多症(PL)になりやすい。

Food Animal Medicine and Food Safety Research Center (FAMS), Faculty of Agriculture, Iwate Univ.

成牛のウイルス量の変化



中度感染牛にウイルス量が増加する牛が数頭みられたが、成牛全体としてはウイルス量が増加する牛は少ない

発症牛の病理

Food Animal Medicine and Food Safety Research Center (FAMS), Faculty of Agriculture, Iwate Univ.

No.5-2477

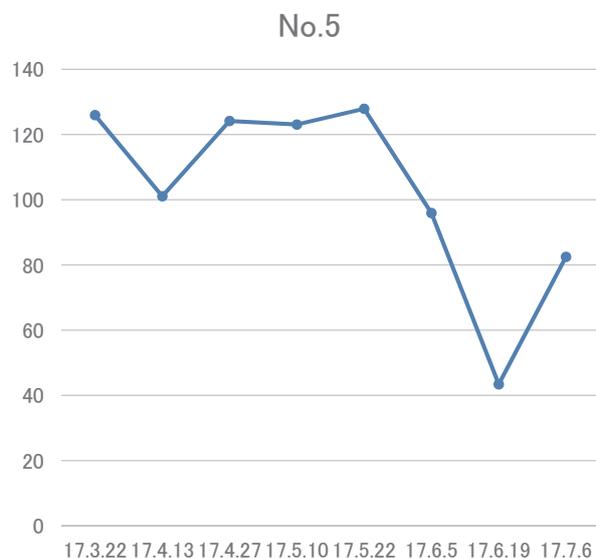
導入時：324コピー

* 発症時にウイルス量が急激に低下した牛



図1 症例外貌

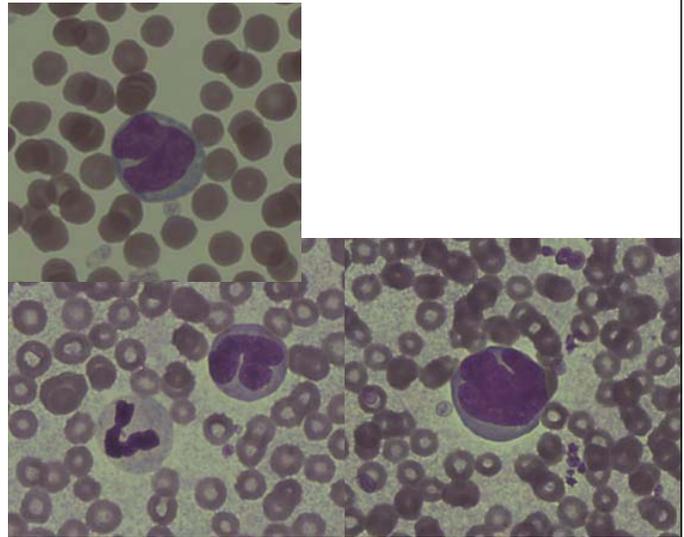
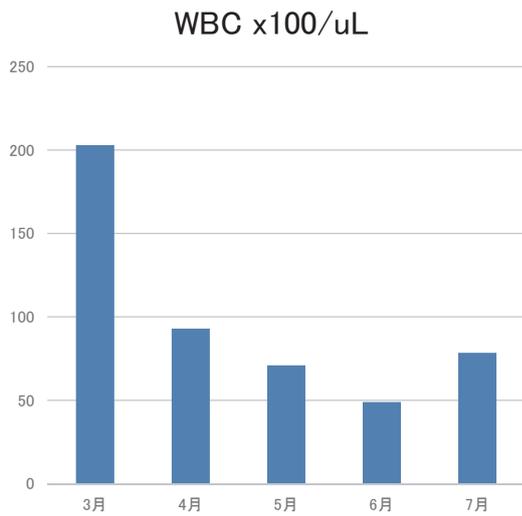
牛，黒毛和種，雌，11歳，体重340 kg
体格は小，皮下脂肪組織は乏しく，栄養状態は不良，被毛は粗剛で，高度に瘦削。



Food Animal Medicine and Food Safety Research Center (FAMS), Faculty of Agriculture, Iwate Univ.

No.5-2477

	WBC数	好酸球	好中球	リンパ球	異形リンパ球	単球	合計
導入時		3%	53%	41%	2%	3%	100%
発症時		0.3%	62%	32%	6%	0.3%	100%

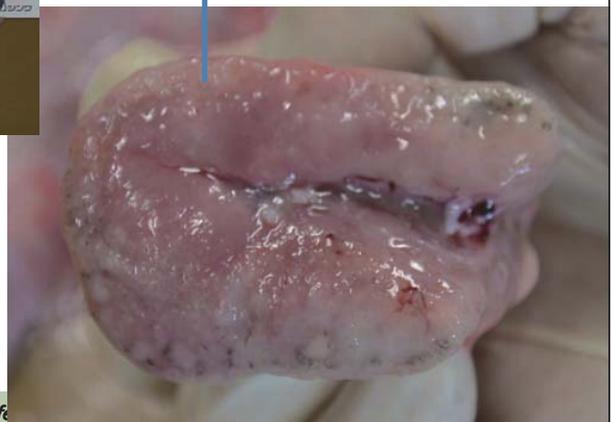


Food Animal Medicine and Food Safety Research Center (FAMS), Faculty of Agriculture, Iwate Univ.

縦隔リンパ節 (No.5-2477)



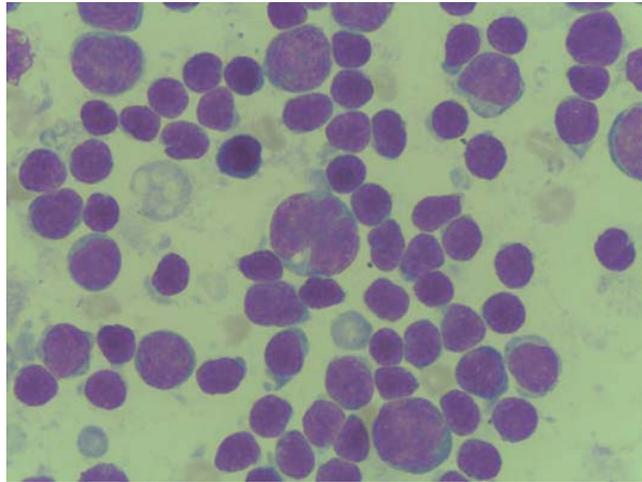
この部分についてスタンプ標本を作製



1. 縦隔リンパ節は最大19.0×6.5×3.0 cm, 170 g, 断面は膨隆し皮髄は不明瞭。
2. 皮質部に黒色粒粉の沈着を認める。

Food Animal Medicine and Food Saf

縦隔リンパ節スタンプ (No.5-2477)



異形細胞は、小リンパ球の3～4倍の大きさで、核は大型、陥凹あるいは切れ込みを持ち、核仁は1～3個、中等量の弱好塩基性細胞質を持つ大型単核細胞が認められる。

(Diff-Quick染色)

Food Animal Medicine and Food Safety Research Center (FAMS), Faculty of Agriculture, Iwate Univ.

腎臓 (No.5-2477)



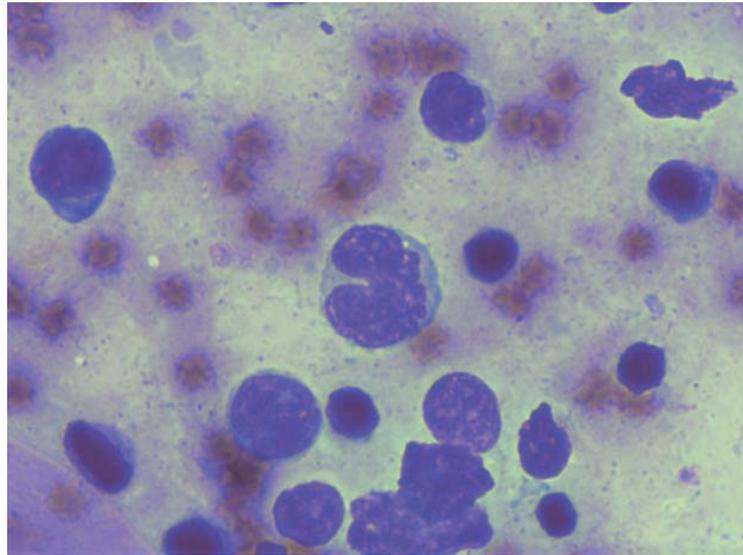
白斑部分についてスタンプ標本を作製

実質は三層構造明瞭



Food

腎臓白斑部スタンプ (No.5-2477)



異形細胞は、小リンパ球の3～4倍の大きさで、核は大型、陥凹あるいは切れ込みを持ち、核仁は1～3個、中等量の弱好塩基性細胞質を持つ大型単核細胞が認められる。

(Diff-Quick染色)

Food Animal Medicine and Food Safety Research Center (FAMS), Faculty of Agriculture, Iwate Univ.

高度感染牛の肥育で明らかになったこと

1. 高度感染牛の飼育はそれ自身が発症リスクとなる。→ **高リスク**である
2. 発症せずと畜できた牛については、枝肉格付けと感染ウイルス量との関係性は低い？
3. 垂直感染子牛は飼養期間中に血中ウイルス量が増加し感染伝播リスクは高まるが、約20ヵ月齢までの発症リスクは低い。

Food Animal Medicine and Food Safety Research Center (FAMS), Faculty of Agriculture, Iwate Univ.

乳酸脱水素酵素(LDH)*の分画比 や泳動像で, EBL発症牛を見つける ことができるか?

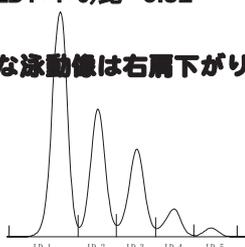
*白血病などの白血球の悪性腫瘍,その他のがんのときにLDHの値が高くなります

Food Animal Medicine and Food Safety Research Center (FAMS), Faculty of Agriculture, Iwate Univ.

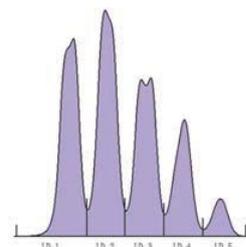
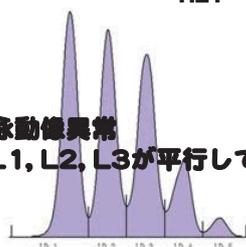
発症・斃死牛のLDH分画比と電気泳動像

◆ 典型例1 No.4 (0051) 2018年11月14日 死亡・病理解剖
2018年 9月6日 10月12日 11月8日
(LD2+3)/(LD1+4+6)比 0.82 1.25 1.21

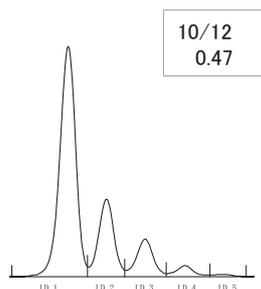
正常な泳動像は右肩下がり



泳動像異常
L1, L2, L3が平行してくる

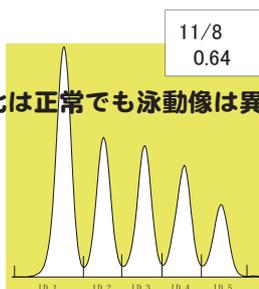


◆ 典型例2 No.19 (0147) 2018年12月21日 予め発症と診断して病理解剖
(LD2+3)/(LD1+4+6)比

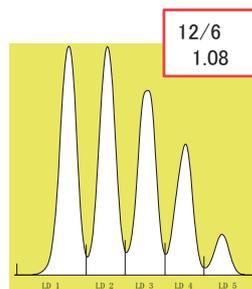


10/12
0.47

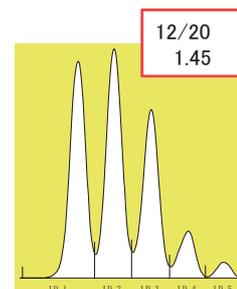
比は正常でも泳動像は異常



11/8
0.64



12/6
1.08



12/20
1.45

Food Animal Medicine and Food Safety Research Center (FAMS), Faculty of Agriculture, Iwate Univ.

高度感染牛ではどうだったのか？

供試牛33頭，発症6頭，事故死1頭，販売26頭について

1. 発症牛6頭のうち4頭(66.7%)にLDHアイソザイム比と泳動像に異常を示した。
 - 1頭は比の値は基準内であったが泳動像に乱れがみられた(No.24-1361)
 - 1頭はアイソザイム比と泳動像共に正常であったが発症した。(偽陰性)(No.5-2477)
2. と畜した健康牛26頭で，LDHアイソザイム比が基準値である1以上を示したものは11頭(42.3%)であったが，泳動像の乱れを示すものはなかった。

Food Animal Medicine and Food Safety Research Center (FAMS), Faculty of Agriculture, Iwate Univ.

LDH分画比や泳動像での発症診断基準の設定

◆ LDH分画

1. $L2+3 / L1+4+5$ 比 > 1以上
 2. $L2+3$ がLDH総量の50%以上
- 両者の診断時期は完全に一致

◆ LDH泳動像

- 典型的な右肩下がりの像から L1, L2, L3 の分画が平行するような像に変化する。

Food Animal Medicine and Food Safety Research Center (FAMS), Faculty of Agriculture, Iwate Univ.

まとめ

◆ LDH比と泳動像により発症牛の約8割で死亡の1～2ヶ月前に生前診断が可能

→LDH(2+3/1+4+5)比1以上で、泳動像が乱れたら死亡するリスクが高い！

◆ 長期的な予知は難しい。



チミジンキナーゼなど、他のバイオマーカーについて検討する必要もある

Food Animal Medicine and Food Safety Research Center (FAMS), Faculty of Agriculture, Iwate Univ.

EBL清浄化対策

Food Animal Medicine and Food Safety Research Center (FAMS), Faculty of Agriculture, Iwate Univ.

協力農場における清浄化対策

1. 全頭検査でウイルス感染程度を把握
2. 農場から分離・飼育する牛の選定
 - (1) 高度感染牛 (末梢血感染ウイルス量500コピー/10 ng DNA以上)
 - (2) 分娩直後に感染のみられた子牛 (垂直感染子牛)

* 高度感染牛以外についても協力農場の諸事情により一部対象
→ 選定牛は岩手大学農学部附属農場で飼養管理
3. 農場の衛生対策
 - (1) 「牛白血病に関する衛生対策ガイドライン」に基づいて、特に吸血昆虫対策、初乳対策を中心に実施
 - (2) 高濃度感染農場については現地に入り牛白血病清浄化対策について重点指導
4. 採材
 - (1) アブの出現前までを夏前(前期)、アブのみられなくなる10月以降を越夏(後期)とし、年2回の定量PCRと抗体検査
 - (2) 新生子牛は分娩時10日以内に採血を実施し検査を行った。

Food Animal Medicine and Food Safety Research Center (FAMS), Faculty of Agriculture, Iwate Univ.

清浄化対策実施後の感染率

1. 30農場の協力を得て、延べ3,993頭の牛を調査
→ うち複数回採材可能であった農場は22農場で、延べ3,641頭
2. 感染率
 - (1) 22農場の初回検査時の平均感染率は19.9%であったが、事業終了時には17.5% (2.4%減少)
 - (2) 積極的協力農場: 初回検査時は16.2% → 事業終了時は8.0% (8.2%減少)
 - (3) 協力農場: 初回検査時は26.4% → 事業終了時は34.0%。
→ 協力農場では、87.5% (8農場中7農場) で感染率が増加

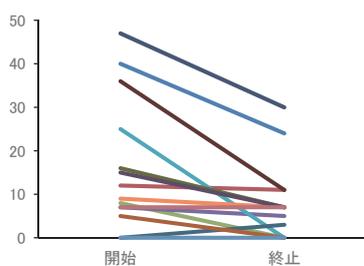


図1 積極的協力農場の感染率(%)の推移

No.1 No.2 No.3 No.4
No.5 No.6 No.10 No.11
No.12 No.13 No.14 No.15
No.17 No.20

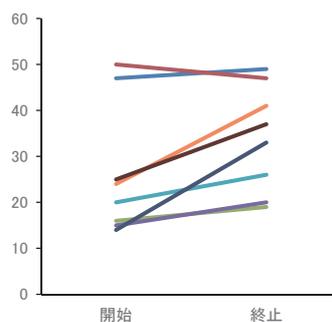


図2 協力農場の感染率(%)の推移

No.7 No.8 No.16
No.18 No.19 No.21
No.22 No.23

Food Animal Medicine and Food Safety Research Center (FAMS), Faculty of Agriculture, Iwate Univ.

清浄化対策実施後の陽転率

陽転率

(定義)ある定期検査において陰性であった個体のうち、その次の回の定期検査で陽性となった個体の割合

◆ 夏前・夏後の検査が可能であった11農場について、清浄化対策開始1年後の2017年は13%、2018年は6% (7%減少)

1. 積極的対策農場: 2018年の陽転率はほぼ0%
2. 協力農場: 陽転率は10%増加した*

* 継続検査可能だった農家は1農家のみ

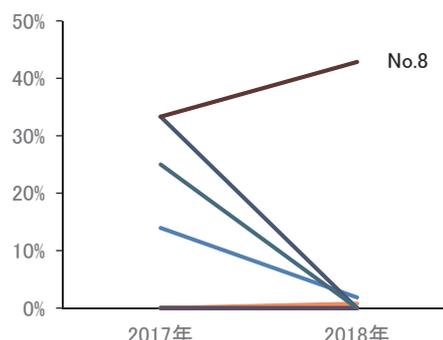


図3 H29年とH30年越夏後の陽転率の比較
*: 協力農場

No.1 No.2 No.3
No.4 No.5 No.6
No.7* No.8* No.9
No.12 No.22*

Food Animal Medicine and Food Safety Research Center (FAMS), Faculty of Agriculture, Iwate Univ.

まとめ

1. 高度感染牛の分離(出荷・淘汰)に加え、農場の経済状況を鑑み中度感染牛も分離した積極的協力農場では、短期間で感染率を半分以下にすることができた。
2. 陽転率は、最終年度の越夏後は全体で7%低下し、積極的協力農場では、ほぼ0%であった。
3. 積極的に対策を行わない農場では感染率は増加した。

Food Animal Medicine and Food Safety Research Center (FAMS), Faculty of Agriculture, Iwate Univ.

BLV感染牛の買上による農家収支への影響

事業参画農場からBLV感染牛を買い上げ、岩手大学御明神牧場で肥育した後に出荷するスキームの中で、感染牛を農場で継続飼養した場合の経済評価する。



感染牛買い上げの有無による畜産農家の収支への影響を評価

Food Animal Medicine and Food Safety Research Center (FAMS), Faculty of Agriculture, Iwate Univ.

事業の実績に基づく事業参画農場における収支

1. 買い上げがない場合、出荷までの飼料代が農家の支出、と畜場への出荷による売り上げが収入となる。
 2. 買い上げがある場合、事業による買い上げ価格が農家の収入になり、当該牛にかかる支出は発生しない。
- 従って、事業による収支への影響は、買い上げがある場合とない場合の差額として算出される。



1. 買い上げがない場合、農場1戸あたりの収支は最高で1,125,959円の収入から最低241,200円の損失で、事業に参画した12戸のうち5戸でマイナスだった。
2. 買い上げがある場合、収支は最高で5,620千円、最低で648千円で、すべての農場でプラスとなった。

結果として、買い上げ事業の実施に伴う差額は、最高4,494,361円、最低378,873円の農場でプラスと産出された

*費用の算出に当たり、1日あたりの飼料代は、牛の月齢にかかわらず670円(一般的な肥育期間20カ月中の飼料代約40万円から算出)とした。

Food Animal Medicine and Food Safety Research Center (FAMS), Faculty of Agriculture, Iwate Univ.

子牛の買い上げを行った場合の収支の試算

本事業では、牛の月齢によらず高度感染牛の買い上げによる農場清浄化への影響を評価することを目的としていたことから、買い上げの対象牛には繁殖牛が含まれており、その月齢もバラバラ。

- 買い上げ価格の増大につながる
- と畜場での売り上げの低下要因になっている

1. 感染牛による清浄化の支援を考えた場合、又レ子の段階で安く子牛を買い上げ、通常の肥育後、適正な月齢で出荷することが適当である。
2. PL牛になりやすい垂直感染子牛が原因の水平感染にも対応可能。

又レ子の感染牛を買い上げた場合の、買い上げの有無による農家の収支差額を算出した。

Food Animal Medicine and Food Safety Research Center (FAMS), Faculty of Agriculture, Iwate Univ.

子牛の買い上げを行った場合の収支の試算

1. 子牛の買上頭数は20頭とし、うち発症する子牛の頭数を1頭から3頭まで変化させ、農場収支を算出した。
2. 収支は、買い上げ額によって調整できることから、買い上げ時の増減率を変化させて、収支の差額がゼロになる(農家側の負担も、買い上げる事業側の負担もなくなる)買上価格の増減割合を算出した。

- ◆ 農場収支と事業収支がバランスする価格(農水省生産費統計を使用)
 1. 発症頭数が1頭の場合、買上価格が市場の販売価格から0.8%増額された時
 2. 発症頭数が2頭の場合、7.8%減額した価格である時
 3. 発症頭数が3頭の場合、16.5%減額した価格である時
- これ以上の価格で買い上げた場合、農場側の収支はプラス、事業側の収支はマイナスとなる。

農場収支と事業収支をバランスさせるためには、買い上げる子牛の発症率に応じた買上価格を設定する必要がある。

Food Animal Medicine and Food Safety Research Center (FAMS), Faculty of Agriculture, Iwate Univ.

結論1

高度感染牛は発症するリスクが高い！



経済的損失を低減するためにも早期にと畜すべきである！

Food Animal Medicine and Food Safety Research Center (FAMS), Faculty of Agriculture, Iwate Univ.

結論2

1. 感染ウイルス量の多い牛の優先的分離（出荷・淘汰）
2. 牛白血病に関する衛生対策ガイドライン

1と2を併用し積極的に清浄化対策を実施することで、短期間のうちに効率的にBLV感染率を低減させることができる。

Food Animal Medicine and Food Safety Research Center (FAMS), Faculty of Agriculture, Iwate Univ.

結論3

感染子牛を又レ子の段階で買い上げる場合、子牛の発症率に応じた買上価格を設定することで、農場収支と事業収支をバランスさせることが可能

すなわち

- 発症率が高い農場では買い上げ額を割引し、発症率が低い農場では割増することになる。
- この方法は、事業参画農場に清浄化への取り組みを推進する観点からも合理的と思われる。

Food Animal Medicine and Food Safety Research Center (FAMS), Faculty of Agriculture, Iwate Univ.

清浄化対策に向けた今後の課題

- ◆ 協力農場において、感染ウイルス量が多い牛の優先的分離（出荷・淘汰）ができなかった理由
 - ① ウイルス感染後に臨床症状が現れにくいため、農場主に危機感がない
 - ② 血統を残したい
 - ③ 牛自体が担保になっている
 - ④ 農場が高濃度感染過ぎて農場主も担当獣医師も清浄化対策のモチベーションが維持できない
 - ⑤ 市・町有の牛を飼養している
 - ⑥ その他
- ◆ 感染牛の適正な買い取り基準額や具体的な買取り額の設定方法、子牛の感染状況に応じた発症率データ等

清浄化対策を着実に進めるためには、これらの問題を一つずつ解決していく必要がある

Food Animal Medicine and Food Safety Research Center (FAMS), Faculty of Agriculture, Iwate Univ.

ご清聴ありがとうございました

本事業にご協力頂いたみなさん

青森・秋田・岩手・山形・宮城県の和牛繁殖農場

NOSAI東北・家畜診療研修センター

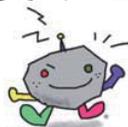
秋田県 中央家畜保健衛生所

農研機構・動物衛生研究部門

岩手県 中央家畜保健衛生所, 畜産研究所

宮城県 北部家畜保健衛生所

農林水産省 消費・安全局 動物衛生課



Food Animal Medicine and Food Safety Research Center (FAMS), Faculty of Agriculture, Iwate Univ.