

賛助会員コラム

現場と研究をつなぐ家畜改良の最前線 ―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 佐々木整輝
〒371-0121 群馬県前橋市金丸町 316

1. 家畜改良事業団について

家畜改良事業団（LIAJ）は、1965年に凍結精液の普及などを目的に財団法人として設立されました。1971年に社団法人となり、乳用牛の後代検定事業を開始、1980年には肉用牛の産肉能力平準化事業を開始しました。その後、種雄牛の改良事業を進めるとともに、関連技術の研究開発を通じて、我が国の畜産振興に寄与してきました。2013年には一般社団法人へ移行し、乳・肉用牛を対象に、ゲノミック評価を活用した優良種雄牛の造成とその精液・受精卵の生産・供給を柱とし、情報提供、研究開発や検査業務など各種事業を展開しています。

2. 家畜改良技術研究所における検査・研究開発事業

家畜改良技術研究所は、当団の技術の中核を担う組織として、1977年に「家畜改良技術センター」として設立され、以来40年以上にわたり我が国の家畜改良に資する実践的研究と技術開発に取り組んでまいりました。設立当初は、人工授精や血液型による親子判定など、検査業務や現場のニーズに即した繁殖技術の研究開発が主な業務でしたが、1980年代後半には、雌雄産み分け技術の基礎研究に着手しました。1990年代以降はDNA解析技術の進展に伴い、マイクロサテライト（MS）による親子判定や遺伝的・不良形質の遺伝子型検査、遺伝子多型解析を本格的に展開しています。2000年代からはゲノム情報を用いた種雄牛の遺伝的能力評価、牛肉の食味に関する研究を開始、国際認証の取得など、畜産現場のニーズに応じながらも幅広い技術展開を進めてきました。

(1) 遺伝育種に関わる検査・研究

家畜改良技術研究所の遺伝検査部では、家畜の親子判定、遺伝的・不良形質や経済形質の遺伝子型検査、SNPタイピング、およびゲノミック評価（G評価）に基づく育種価推定など、多岐にわたる検査業務とそれにかかわる研究開発を行っており、年間数十万件におよぶ検査を安定的に遂行しています。

1) 牛の親子判定

親子判定では、MSによる18マーカーを用いて、父子で0.999以上、父母子で0.99999以上という高い否定確率を達成しており、乳用種ならびに黒毛和種の血統の正確性確保に貢献しています。MSマーカーは、国が行う牛肉トレサビリティー事業における個体の同一性検査にも利用されています。

2) 遺伝的・不良形質の遺伝子型検査および調査

ホルスタイン種のコレステロール代謝異常症（CD）や、黒毛和種のIARS異常症など、生産性に重大な影響を及ぼす17種の遺伝的・不良形質の検査を実施しており、種雄牛造成はもとより生産者の交配計画におけるリスク回避に活用されています。また、JRA畜産振興事業の支援により、乳・肉用牛における既知の遺伝的・不良形質のモニタリング調査、および新たな遺伝的・不良形質の概要把握や検査法の開発を行うとともに、潜在的な遺伝的・不良形質の原因となるであろう遺伝子変異の科学的知見を国の専門委員会に提供しています。

3) ゲノミック評価

乳用牛については、G評価を実施する家畜改良センター（NLBC）にSNPタイピングデータを提供しています。肉用牛については、全国の雌牛を対象としてSNPタイピングを行うとともにG育種価の算出・評価結果の提供を行っています（図1）。当団種雄牛についても、従来のBLUP法に代わり、DNA情報を遺伝的能力評価に組み込むGBLUP法およびシングルステップGBLUP法を導入し、2018年以降、ゲノミック育種価に基づいた選抜を行っています。評価対象形質は、枝肉6形質に加え、脂肪酸組成（オレイン酸、MUFA割合）、発育関連形質（生時体重、在胎期間、日齢枝肉重量）を含む計11項目に拡張されており、若齢牛の早期選抜や交配計画への応用が可能となっています。

2020年12月より、肉用牛ゲノミック評価Web情報提供サービス「G-Eva[®]（ジーバ）」の運用を開始しました（図2）。G-Eva[®]は、育種現場におけるG評価結果の利活用を促進することを目的としたツールであり、個体のG育種価をインターネット上で閲覧できるほか、交配計画を支援する複数の機能を備えています。

遺伝検査部では、こうした最新技術の社会実装を支えるため、検査の精度管理や国際的認証（ISO/IEC 17025, ICAR）の取得など、継続的な技術開発と正確な検査に努めています。

(2) 繁殖技術に関わる検査・研究

人工授精用精液や体外受精卵の生産など繁殖技術に関する幅広い調査・研究を実施しています。

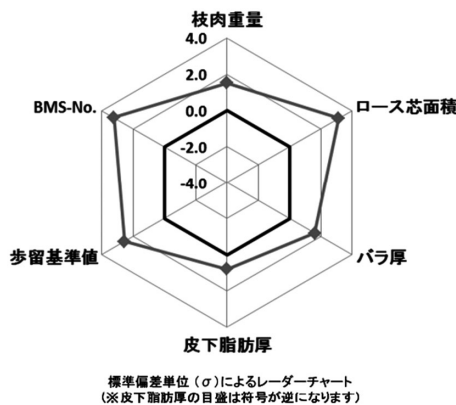
優良な種雄牛の遺伝子を次世代へ継承するためには、高品質な凍結精液や体外受精卵を生産し、フィールドでの受胎率の向上を図ることが求められます。当団ではそれらを実現するために、種雄牛の繁殖性に関わるDNAマーカーや、精液の保存方法や検査方法、体外受精卵の培養方法や保存方法など幅広く開発を行っています。以下に、すでに実用化した技術の一部

ゲノミック評価成績報告書



一般社団法人 家畜改良事業団

所有者住所・氏名	群馬県 家畜改良技術研究所					
申込者	(一社)家畜改良事業団					
続柄	名 号	登録番号	個体識別番号	試料番号	生年月日	性
父	福之姫	原5689				
母	かゐりよう	原1234567	1234567890	6250001	2021.2.28	
子	かゐりようのこ	1234567	0987654321	6250002	2023.2.15	雌



形質	枝肉重量	ロース芯面積	パラ厚	皮下脂肪厚	歩留基準値	BMS-No.
区分	A	H	B	H	A	H
ゲノミック育種値	46.361	14.351	0.605	-0.345	2.087	4.390
形質データ数: 58,424件 SNPデータ数: 116,553件						

形質	MUFA割合	オレイン酸割合	生時体重	日齢枝肉重量	在胎期間	
ゲノミック育種値	0.063	-0.021	0.821	0.101	-4.001	

この報告書に記載されている品種、登録情報等は「申込書」に記載された情報に基づいています。
MUFA（一価不飽和脂肪酸）割合およびオレイン酸割合については、GBLUP法によるゲノミック評価です。それ以外の形質については裏面の説明をご覧ください。

図 1 ゲノミック評価成績報告書

を紹介します。

黒毛和種の低受胎種雄牛を事前に検出するための遺伝子型検査法を開発しました。受胎率が10%以下の顕著な低受胎を引き起こす種雄牛について次世代シーケンスを用いた比較解析を行ったところ、ウシ第5番染色体上にマーカーとなるSNPを検出しました。このマーカー検査により、後代検定を待たずしてリスクのある種雄牛を早期に識別することが可能となりました。この検査は、2023年7月から遺伝検査部にて実施しています。

また、当団独自の凍結精液生産技術として、精子の入った精液層と精子の入っていない希釈液層から成る二層式ストロー法を開発しました(図3)。この手法では、希釈液層に精子活性化を目的とした専用の希釈液を用いることで、融解後のインキュベーションにより精子の活力が向上し、人工授精時の受胎率の改善が確認できました。この技術をFCMax（エフシーマックス）と名付け、2011年7月からは性選別精液に適用し、一般精液とともに配布しています。

開発のプロセスで新たな発見をすることもあります。例えば、精子の運動性などの機能を客観的に評価するために、精子運動解析装置(図4)やフローサイトメーターを用いることがあります。これらから得られる検査値を、同一種雄牛から継続的に取得することで、種雄牛の一時的なストレスや老化精子の混入、精液の希釈液量誤差など生産工程のさまざまな変化を検出できることが明らかになりました。現在これらの検査を、当団種雄牛センターにて生産される凍結精液の品質管理に活用しています。

その他にも、培地や保存液の改良を行い、生産効率やフィールドにおける受胎性、子牛の正常性が認められれば、種雄牛センターや家畜バイテクセンターにおける凍結精液や体外受精卵の生産に適宜取り入れています。

(3) 食味に関わる研究開発

新しい改良形質として食味が注目されており、当団でも牛肉の食味に関わる科学的評価法の確立と、それを家畜改良に応用するための研究開発に取り組んでいます。過去10年以上にわたり、後代検定に供された枝肉を用いて、牛肉の成分分析および官能評価データの蓄積を行ってきました。近年は、これらのデータに統計的手法を導入し、客観的指標としての「食味指標値」の構築に取り組んでいます。この指標値は、官能評価スコアを基に多変量解析を行い、食味と関係する成分群との相関を可視化することで、これまで定量的に把握することが困難であった「牛肉のおいしさ」の数値化を試みるものです。

この研究成果については、本誌第96巻第1号にて報告しておりますので、詳細についてはそちらをご参照ください。本指標を用いることで、黒毛和種のみならず褐毛和種、交雑種、ホルスタイン種、日本短角種、さらには輸入牛までを対象とし

個体評価詳細

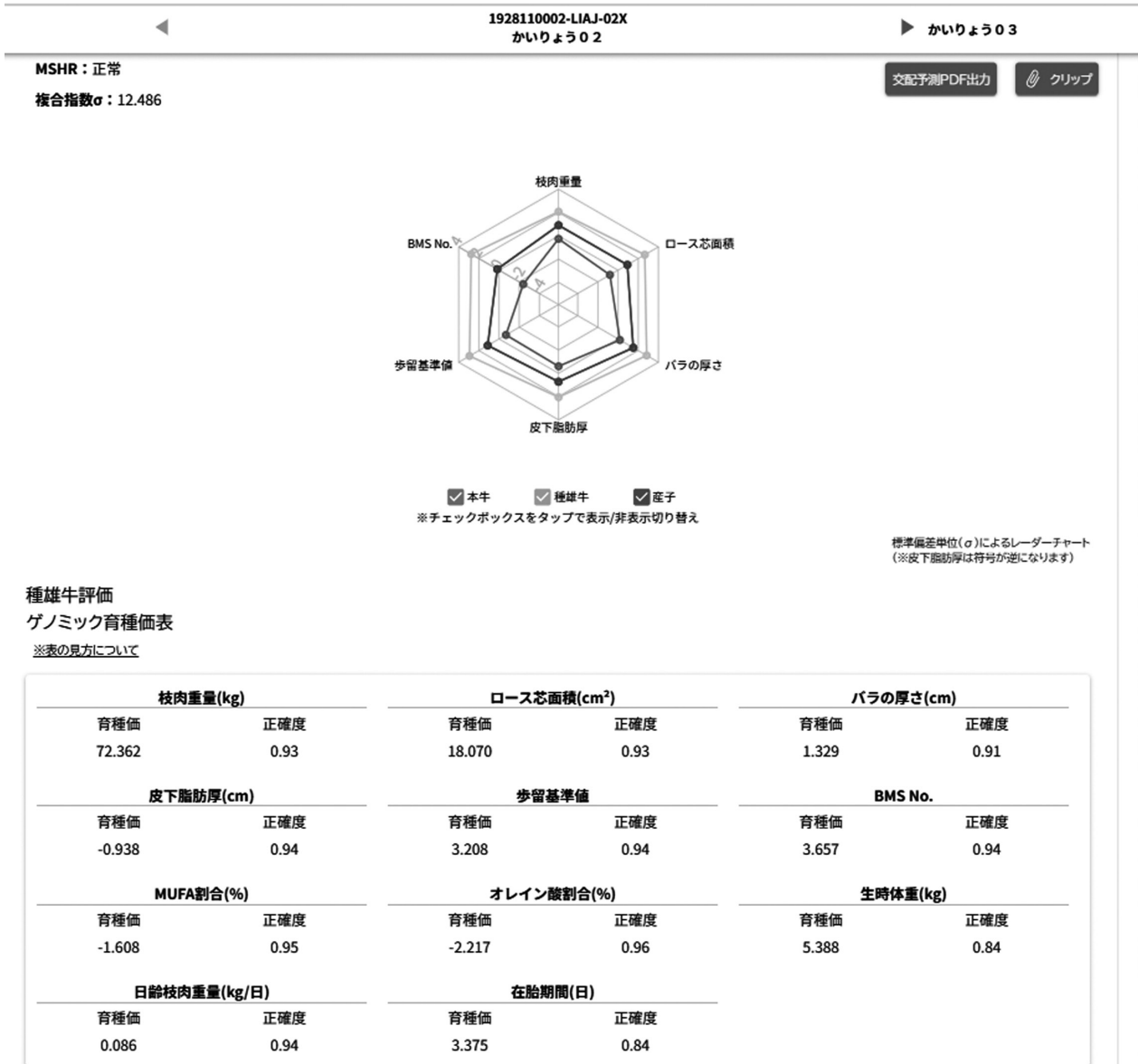


図 2 G-Eva[®]の個体評価詳細画面

た肉質の比較・評価が統一基準で可能となりました。また、黒毛和種内においても食味に関わる系統的な差異が存在することが示唆されており、今後はこの「食味指標値」に基づいたゲノミック評価技術の確立と、多様化した消費者の嗜好に応じた種雄牛造成を社会実装するべく開発を継続しております。

3. 当団の畜産関連の研究開発における課題

当団が担う事業は、家畜の改良および繁殖技術の最前線に位置づけられるものであり、高度な専門性と現場への適応の両立が求められます。2025年2月に発表された家畜改良増殖目標においても指摘されているとおり、家畜改良に対する社会的ニーズの多様化と技術革新の進展により、従来の改良形質に加えて消費者志向や持続可能性を重視した新たな育種目標への対応が強く求められています。とくに黒毛和種においては、従来の枝肉格付に基づく評価軸から脂肪酸組成や食味性といった新規形質への関心が高まっており、これらを育種に取り入れていく必要性が一層高まっています。こうした新規形質をゲノミック評価の対象とするためには、表現型データと SNP 型のセットで最低でも 1 万～数万頭規模の記録が必要となります。SNP タイピングについては、長年の技術蓄積によりコスト削減とハイスループット化が進んでいる一方で、課題は表現型データの収集方法とその対象の選定にあります。

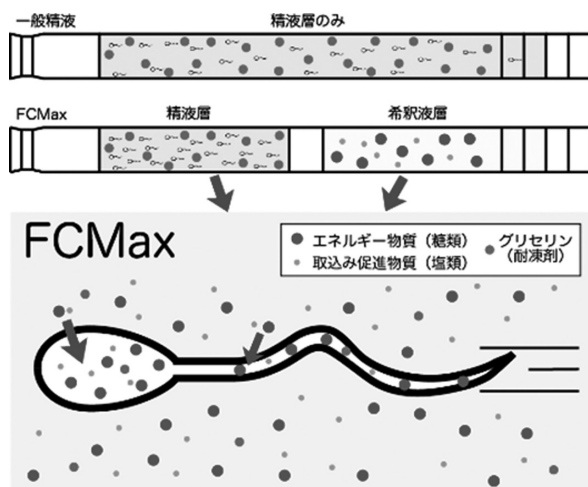
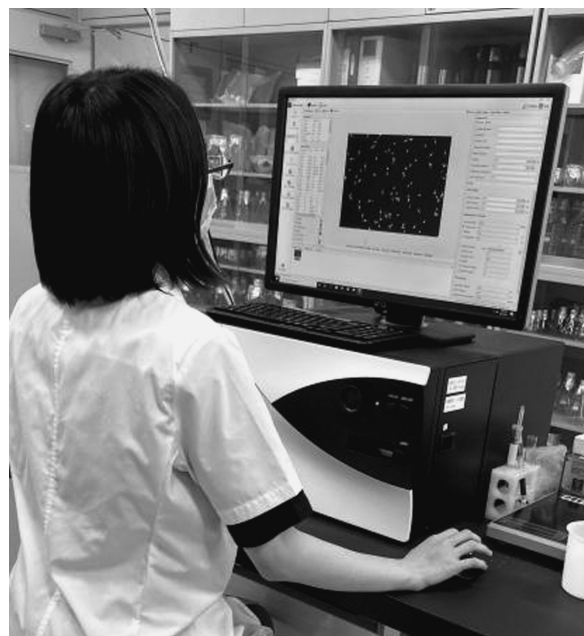
図 3 2層式ストロー（FCMax[®]）の概念図

図 4 精子運動解析装置

また、家畜改良増殖目標には、「牛肉の食味に関する指標の実用化に向けた研究を進める」との方針も明記されており、各研究機関では関連成分の探索が進められています。当団においても、食味を客観的に数値化する研究成果を本誌で報告してきましたが、どのような食味特性がどの消費者層に受け入れられるのかといった知見については、依然として十分に整理されていません。そのため、今後どのような食味性を目標として選抜していくべきかについては、現時点で明確な方向性が定まっていないという課題があります。

4. 畜産研究に期待すること

当団は、これまでに多くの研究成果を育種・繁殖分野に応用してまいりました。特に近年は、DNA解析やゲノム解析技術の進展により、育種価推定の精度が飛躍的に向上し、種雄牛の選抜においても科学的根拠に基づいた選抜が可能となっています。今後も、こうした先端技術を現場でより活用しやすい形に統合・展開していくことが、重要な課題であると認識しております。

当団のように現場に根ざした立場で研究開発を行う際には、やはり基礎研究の果たす役割が極めて重要です。たとえば、遺伝性疾患の原因遺伝子を特定するための遺伝子型検査は、発症個体の臨床観察や繁殖記録といった、現場での地道な情報収集から始まります。こうした蓄積がなければ、当団が日常的に行っている遺伝子型検査の体制も成り立ちません。近年は、短期的な成果を求める傾向が強まっておりますが、時間と労力を要する基礎的な調査研究に対する継続的な支援と評価が不可欠であると考えています。

さらに、前項で述べたような食味に関する消費者嗜好の把握や行動調査については、単独の研究機関で網羅的に対応することは困難であり、各研究機関が連携して取り組む必要性を感じております。畜産における新たな価値の創出に向けて、実学と基礎研究、現場と学術の連携が一層強化されることを期待しております。

5. 畜産学に携わる若手研究者に向けて

畜産というフィールドは、生命と真摯に向き合いながら科学的知見を社会に還元できるダイナミックな領域です。当団においても、牛の繁殖管理や遺伝子解析、データ分析から営業・事務に至るまで、分野を問わず多様な人材が、それぞれの専門性と個性を活かしながら活躍しています。畜産学を志す若手の皆様には、自らの関心や強みを大切にしつつ、幅広い視野で畜産の課題に向き合っていただきたいと願っております。当団では、実務を通じて知識と経験を深める環境が整っています。たとえば、牛群検定に基づくデータ解析、凍結精液や体外受精卵の提案・販売、遺伝子検査による血統管理や改良戦略の立案など、多様なキャリアパスが広がっています。獣医師や研究職だけでなく、営業・事務系職員も農家と信頼関係を築き、現場を支えています。畜産は、厳しい自然や経済条件のもとにある一方、資源循環や飼料生産との連携を通じて農業のエコシステムを担う、持続可能な食料生産の要でもあります。皆さんには、ぜひ研究室を越えて現場に足を運び、対話と実践の中で自分なりの「畜産との関わり方」を見つけていただきたいと思います。