配信先：文部科学省記者会、科学記者会、高知県政記者クラブ、
農政クラブ、農林記者会、農業技術クラブ、筑波研究学園都市記者会

2026 年 11 月 12 日

報道機関　各位

小規模家畜集団で遺伝的な能力の推定精度を高める手法を提案
～希少和牛「土佐あかうし」で有効性を示す～

【ポイント】

- 遺伝子情報を利用した家畜の改良で重要となる遺伝的な能力の推定には、学習のためのデータ数が重要であり、頭数の少ない集団では精度が低下する傾向
- 膨大な遺伝子情報を少数の特徴にまとめる次元削減を前処理として加えることで、推定精度を高める手法を提案
- 希少和牛「土佐あかうし」のデータを用いた検証で、推定精度が従来手法より平均して向上

概要

高知大学大学院 総合人間自然科学研究科 理工学専攻 情報科学・データサイエンス・DX 教育プログラム（IDD 教育プログラム）2 年 森樹伸さん、理工学部 情報科学科 木脇太一 准教授、国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構（農研機構） 畜産研究部門 小林 栄治 再雇用職員、荒川 愛作 グループ長、大江 美香 主任研究員、高知県畜産試験場 近森 太志 チーフ、濱田 和希 主任研究員、高知大学農林海洋科学部 農林資源科学科 山口亜利沙 非常勤特任研究員、松川和嗣 准教授からなる研究グループは、小規模な家畜集団で遺伝的な能力[注1]の推定精度を高める手法を提案し、高知県の希少和牛である褐毛和種高知系（通称：土佐あかうし）のデータを用いた検証で有効性を示しました。

遺伝子情報を用いた個体の能力推定は、次世代の親となる個体の早期かつ正確な選抜を可能にし、家畜改良を効率化する技術として注目されています。しかし、現在広く使われている統計モデルは、小規模集団に適用すると推定精度が低下するという問題があります。これは、頭数に比べて 1 頭あたりの遺伝子情報が膨大であることに起因します。そこで本研究では、遺伝子情報を少数の特徴にまとめる次元削減を、統計モデルの前処理として加えることで、問題の緩和を図りました。土佐あかうし 304 頭のデータを用いた検証では、次元削減の導入により、従来の統計モデルに比べて推定精度が平均して6%向上しました。

土佐あかうしのような頭数の限られた希少和牛では、市場価値の向上と将来に向けた遺伝的多様性の維持を両立する交配計画が求められており、本成果は推定精度の向上を通じてその実現に貢献すると期待されます。

本研究成果は、データマイニング[注2]・データサイエンス分野の代表的な国際会議 IEEE ICDM 2026 に採択され、2026 年 11 月 12 日～15 日に中国・瀋陽で開催される同会議にて発表されます。

【研究の背景】

家畜の遺伝的多様性は、世界の食料安全保障[注3]を支える重要な要素です。将来の環境や市場の変化、疫病へ柔軟に対応するためには、生産性の高い主要品種だけでなく、地域固有の遺伝資源である希少品種も維持していく必要があります。

希少品種は頭数が少ないため、市場価値のみを重視した改良を続けると、その品種が持つ遺伝的多様性が容易に損なわれてしまいます。そのため、改良と遺伝的多様性の維持を両立できるような慎重な交配計画が必要であり、その基盤となるのが遺伝的な能力の推定技術です。

ところが、小規模集団では、学習に利用できるデータ件数に比べて１頭あたりの遺伝子情報数（次元数）が膨大であるため、高い推定精度の実現が困難となります。この問題は過学習と呼ばれています。この対策として情報を少数の変数にまとめる次元削減が有望と考えられますが、小規模集団における遺伝的な能力の推定精度の向上に、次元削減が有効かどうかは、これまで十分に検証されていませんでした。

本研究で対象とした土佐あかうし（図１）は、高知県だけで飼育される希少和牛で、頭数は約 2,500 頭と限られています。赤身に特徴をもつ牛肉が健康志向の高まりから注目され、市場での人気が高まりつつあります。一方で、近年は遺伝的多様性の低下も起こっており、先に述べたような慎重な交配計画が求められています。



図１　褐毛和種高知系（通称：土佐あかうし）

【研究の目的・内容・成果】

本研究では、遺伝子情報を統計モデルに入力する前に、前処理として次元削減を加えることで、過学習を緩和し、遺伝的な能力の推定精度を向上できるかを検証しました（図２）。

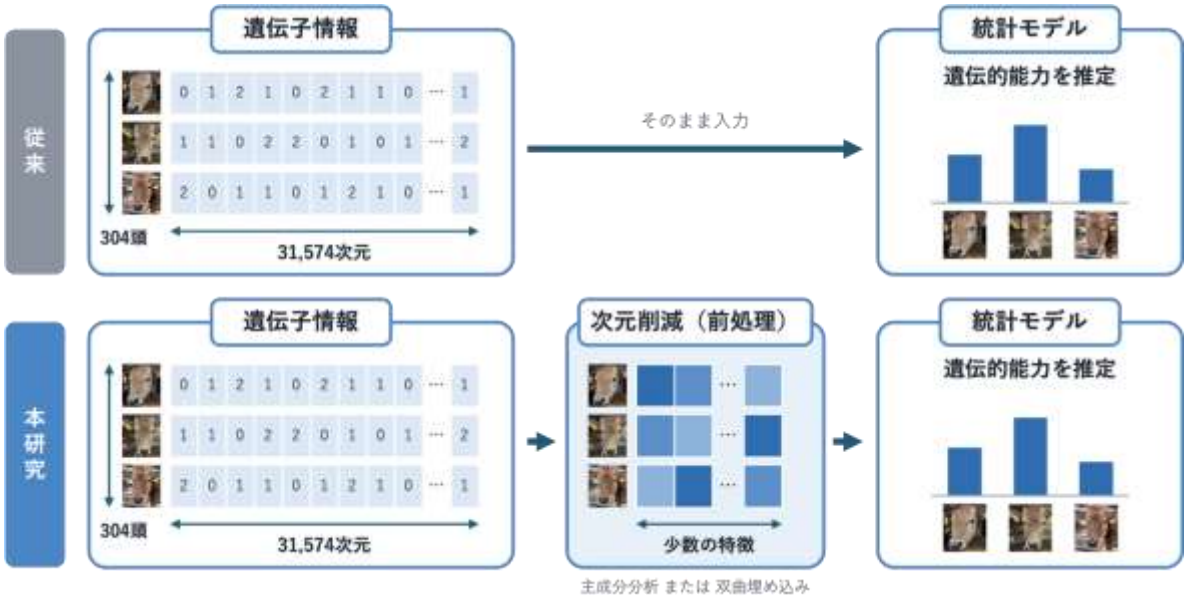


図２　本研究の手法の概要。従来は遺伝子情報をそのまま統計モデルに入力していたのに対し、本研究では次元削減によって少数の特徴にまとめてから入力する。

次元削減の方法として、一般的な主成分分析[注4]に加え、双曲埋め込みも実施しました。主成分分析がデータを平らな空間の上で扱うのに対し、双曲埋め込みは双曲空間[注5]と呼ばれる曲がった空間の上でデータを扱う手法です（図３）。データが木のような枝分かれの構造をもつ場合に、その構造を保ったまま少ない次元で表せることが知られており、画像処理や自然言語処理などの分野で活用されています。

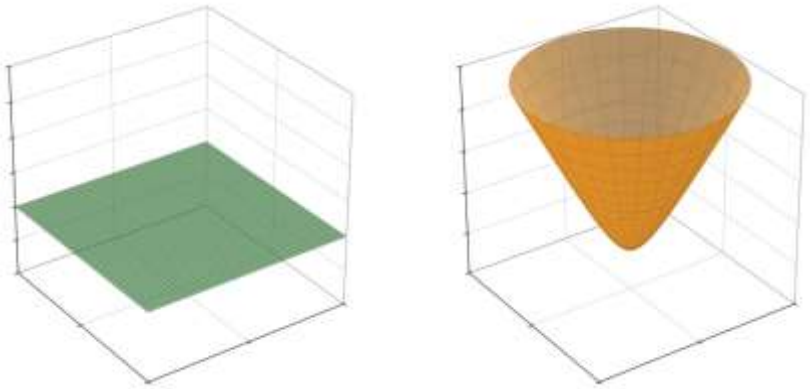


図３　主成分分析で用いる平らな空間（左）と、双曲埋め込みで用いる曲がった空間（双曲空間、右）のイメージ。

本研究で対象とした土佐あかうしは、少数の種雄牛[注6]をもとに改良が進められてきました。現在の種雄牛はわずか４頭の祖先から枝分かれしており、その血統は木のような構造をしています（図４）。今回の集団の遺伝子情報にも、この種雄牛の血統の構造が反映されていると考えられることから、双曲埋め込みを導入しました。

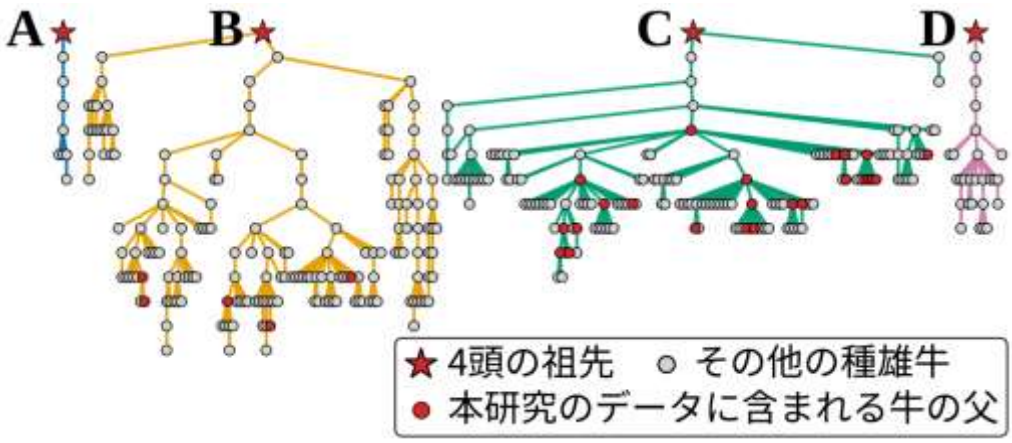


図４　土佐あかうしの種雄牛の血統。現在の種雄牛は A～D の 4 頭の祖先から枝分かれしている。

土佐あかうし 304 頭のデータ（１頭あたりの遺伝子情報：31,574 次元）を用いて、枝肉[注7]重量や霜降りの程度、脂肪酸[注8]の組成など 19 の形質[注9]それぞれについて遺伝的な能力を推定し、従来の統計モデルと推定精度を比較しました。推定精度の指標（１に近いほど正確）は、19 形質の平均で、従来の 0.204 に対して主成分分析では 0.214（約５%向上）、双曲埋め込みでは 0.216（約６%向上）となりました（表１）。形質ごとに見ると、主成分分析では 19 形質中 9 形質、双曲埋め込みでは 11 形質で、従来の統計モデルを上回りました。これらの形質での精度向上は、約３万次元の遺伝子情報を、わずか 2～32 次元にまとめたものから達成されています。一方で、脂肪酸の組成に関する３形質では、どちらの方法でも推定精度が従来を下回っており、効果は形質によって異なりました。

この推定精度の向上の背景を調べるため、過学習の度合いを表す指標（値が小さいほど過学習が少ない）を比較しました。19 形質の平均で、従来の統計モデルの 0.63 に対し、主成分分析では 0.27、双曲埋め込みでは 0.22 と、いずれも半分以下になりました。次元削減によって過学習が抑えられたことが、推定精度の向上につながったと考えられます。

表１　従来の統計モデルと、次元削減を前処理として加えた手法の比較（19 形質の平均）
推定精度は１に近いほど正確であることを、過学習の度合いは小さいほど過学習が少ないことを表す。
向上率・縮小率は、従来の統計モデルの値に対する割合。

手法	推定精度			過学習の度合い	
	値	向上率	従来を上回った形質数	値	縮小率
従来の統計モデル	0.204	—	—	0.63	—
前処理：主成分分析	0.214	約5%	19形質中9形質	**0.27**	**約57%**
前処理：双曲埋め込み	0.216	約6%	19形質中11形質	**0.22**	**約65%**

【成果の意義/今後の展望】

本研究により、小規模集団における遺伝的な能力の推定において、次元削減が精度向上に有効である可能性が示されました。今後は形質によって効果が異なる要因の解明や、データの拡充、他の希少品種での検証を進める予定です。さらに、推定した遺伝的な能力を交配のシミュレーションと組み合わせ、市場価値の向上と遺伝的多様性の維持を両立する交配計画法の開発を目指します。

【論文情報】

論文題目：

Improved Genomic Prediction on Japanese Brown Cattle Tosa Pedigree via Dimensionality Reduction

著者：

Shigenobu Mori（高知大学）、Taichi Kiwaki*（高知大学）、Eiji Kobayashi（農研機構）、Aisaku Arakawa（農研機構）、Mika Oe（農研機構）、Taishi Chikamori（高知県畜産試験場）、Kazuki Hamada（高知県畜産試験場）、Arisa Yamaguchi（高知大学）、Kazutsugu Matsukawa（高知大学）*責任著者

発表学会：26th IEEE International Conference on Data Mining（ICDM 2026）

【研究助成】

本研究は、日本中央競馬会 畜産振興事業、大学改革支援・学位授与機構 大学・高専機能強化支援事業、日本学術振興会 科研費若手研究（課題番号：JP23K16941）、基盤研究（A）（課題番号：JP24H00703）の支援により実施されました。

【用語解説】

注 1）遺伝的な能力：肉質などの形質のうち、遺伝的要因により決まる部分を数値で表したもの。

注 2）データマイニング：大量のデータから、有用な知識や規則性を見つけ出す技術。

注 3）食料安全保障：すべての人が、必要な食料をいつでも、物理的にも経済的にも確実に手に入れられる状態のこと（国連食糧農業機関（FAO）による定義）。

注 4）主成分分析：多数の情報の中から、データのばらつきを最もよく表す方向を順に取り出し、少数の特徴にまとめる代表的な次元削減の方法。

注 5）双曲空間：中心から離れるほど、空間の広がりが指数関数的に大きくなる性質をもつ曲がった空間。私たちがふだん目にする平らな空間（ユークリッド空間）とは、幾何学的な性質が異なる。

注 6）種雄牛：子牛を生産するための交配に用いられる、能力の優れた雄牛。

注 7）枝肉：牛から頭部や内臓、皮などを取り除いた骨付きの肉。

注 8）脂肪酸：脂肪を構成する成分。種類によって、肉の風味や口どけなどに影響する。

注 9）形質：枝肉の重さや霜降りの程度など、個体が示す性質や特徴のこと。遺伝的な能力は形質ごとに定まる。

【問い合わせ先】

＜研究内容＞
高知大学理工学部 情報科学科
准教授 木脇太一
TEL：088-844-8339
E-mail：taichi_kiwaki@kochi-u.ac.jp
木脇研究室 HP：https://www.is.kochi-u.ac.jp/~kwk/

＜報道関係＞
高知大学広報・校友課　広報係
TEL：088-844-8643
E-mail：kh13@kochi-u.ac.jp

高知県畜産試験場育種生産課
TEL：0889-22-0044
E-mail：taishi_chikamori@ken2.pref.kochi.lg.jp

農研機構
お問合わせフォーム：https://prd.form.naro.go.jp/form/pub/naro01/press?