

## 国内および海外の乳牛ゲノミック評価値の利用性の検証

石川 翔<sup>1)</sup>・別府美保<sup>1)</sup>・山本一輝<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>兵庫県立農林水産技術総合センター淡路農業技術センター, 兵庫県南あわじ市 656-0442

<sup>2)</sup>兵庫県朝来家畜保健衛生所, 兵庫県朝来市 669-5243

ホルスタイン種雌牛に対し国内及び海外のゲノミック検査を実施し, 両検査で得られた評価値の比較を行ったところ, 以下に示す結果が得られた.

- 1 育成牛における国内ゲノミック評価値と海外ゲノミック評価値の相関は, 生産性に関する形質, 体型に関する形質ともに調査した全ての形質で中程度以上であった.
- 2 初産及び2産次の牛群検定成績と育成時のゲノミック評価値との相関では, 両評価値ともに補正乳量で中程度の相関を, 乳脂肪率及び乳蛋白質率で強い相関を示した.
- 3 実空胎日数と繁殖性に関連するゲノミック評価値とは, 2産目において両評価値ともに中程度の相関を認めた.

以上の結果より, 酪農家がゲノミック評価値を利用する際には, 国内・海外のいずれの評価値を用いても主要な評価項目において同等の遺伝的改良効果が期待できると考えられた.

**キーワード:**ホルスタイン種乳牛, ゲノミック評価, 遺伝的改良

**You can see the English abstract on the last page of this article**

### 緒 言

ホルスタイン種乳牛の能力は血統情報を主とした遺伝能力評価値を用いて改良が進められてきた.近年では, 血統情報に加えて遺伝子の一塩基多型(SNP)の情報を取り入れたゲノミック評価の利用が拡大している.ゲノミック評価値(評価値)は血統情報のみを用いた従来の評価に比べて信頼度が高く(Oliveira ら 2019), これを活用することで牛群の効率的な遺伝改良が可能となる.

ゲノミック評価は家畜改良事業団がSNP検査を実施し, 家畜改良センターが計算・公表する評価値(国内評価)だけでなく, 海外機関が検査・計算を行い公表する評価値(海外評価)を利用することも可能である.国内評価は国内で飼養された牛から得られた牛群検定成績や体型評価値を参照データベ-

スに用いて評価値を算出している一方, 海外評価は海外で飼養されている牛から得られた成績データに基づき評価値が算出されている(相原光夫 2014, Wiggans ら 2011).このことから, 国内の酪農家が海外評価を利用する際には, 日本との飼養環境の違い等に起因する評価値の信頼性の低下が懸念される.

しかし, これまでに両評価値の関連性について検証した報告はない.また, 国内において生産現場における評価値と実成績との関連について調査した報告は見当たらない.そこで本試験では, ホルスタイン種雌牛に対し国内と海外両方のゲノミック検査を実施し, 両者の評価値の相関性を調査するとともに, 実際の牛群検定成績との相関を比較することで, 両者の利用性を検証した.

## 材料および方法

本試験は兵庫県立農林水産技術総合センター動物実験指針が定める動物実験委員会の承認を得て実施し(承認番号:H2022-07),全ての供試牛は指針に基づいて取り扱った。

### 1 ゲノミック評価値の入手

兵庫県立農林水産技術総合センター淡路農業技術センターで2019年1月以降に出生したホルスタイン種雌牛延べ77頭について、ゲノミック検査用の検体として、定法により尾部の毛根または耳片組織を採取した(Wiggansら 2010)。

採取した検体を家畜改良事業団及び海外の検査機関に送付し、マイクロアレイ法(Matukumalliら 2009)によるSNP検査の結果に基づいた、国内・海外それぞれの評価値を得た。海外の評価値は、アメリカの乳牛に関する遺伝評価機関である米国乳牛改良協議会(Council on Dairy Cattle Breeding)が提供するものを利用した。本報告で調査の対象とし

た遺伝形質について、本報告内での表記と国内・海外評価で対応する形質名を表1に示す。

なお、遺伝評価においては、定期的に評価の基準となる牛群の見直し(ベースライン変更)が行われ評価値が大きく変動することから、ベースラインの変更時期をまたいで得られた評価値を同時に扱うことは難しいが、本報告のデータ集計期間においては国内・海外評価ともにベースライン変更は行われなかった。

### 2 国内評価値と海外評価値の相関性の検証

表1に示す28形質(生産性に関する形質8項目、体型の得点形質3項目及び体型の線形形質17項目)について、両評価値の相関性を調べた。評価値は、国内・海外評価ともに同じ個体であっても定期的に評価値が更新されることから、2021年8月～2024年12月の間の各年の4, 8及び12月の延べ11回、各時点で飼養する育成牛(n=25～33)を対象

表1 調査を行った形質

| 本稿での表記        | 国内評価における形質名 | 海外評価における形質名                   |
|---------------|-------------|-------------------------------|
| <b>生産性形質</b>  |             |                               |
| 乳量            | 乳量          | Milk                          |
| 乳脂肪量          | 乳脂肪量        | Fat                           |
| 乳脂肪率          | 乳脂肪率        | Fat%                          |
| 乳蛋白質量         | 乳蛋白質量       | Protein                       |
| 乳蛋白質率         | 乳蛋白質率       | Protein%                      |
| 体細胞スコア        | 体細胞スコア      | Somatic Cell Score (SCS)      |
| 繁殖性指標         | 空胎日数        | Daughter Pregnancy Rate (DPR) |
| 長命性指標         | 在群能力(在群期間)  | Productive Life (PL)          |
| <b>体型得点形質</b> |             |                               |
| 体型総合得点        | 決定得点        | Final Score Type              |
| 肢蹄得点          | 肢蹄          | Foot and Leg Composite (FLC)  |
| 乳器得点          | 乳器          | Udder Composite (UDC)         |
| <b>体型線形形質</b> |             |                               |
| 高さ            | 高さ          | Stature                       |
| 胸の幅           | 胸の幅         | Strength                      |
| 体の深さ          | 体の深さ        | Body Depth                    |
| 肋の構造          | 肋の構造        | Dairy Form                    |
| 尻の角度          | 尻の角度        | Rump Angle                    |
| 坐骨幅           | 坐骨幅         | Thurl Width                   |
| 後肢側望          | 後肢側望        | Rear Legs-Side                |
| 後肢後望          | 後肢後望        | Rear Legs-Rear                |
| 蹄の角度          | 蹄の角度        | Foot Angle                    |
| 前乳房の付着        | 前乳房の付着      | Front Udder Attachment        |
| 後乳房の高さ        | 後乳房の高さ      | Rear Udder Height             |
| 後乳房の幅         | 後乳房の幅       | Rear Udder Width              |
| 乳房の懸垂         | 乳房の懸垂       | Udder Cleft                   |
| 乳房の深さ         | 乳房の深さ       | Udder Depth                   |
| 前乳頭の配置        | 前乳頭の配置      | Front Teat Placement          |
| 後乳頭の配置        | 後乳頭の配置      | Rear Teat Placement           |
| 前乳頭の長さ        | 前乳頭の長さ      | Teat Length                   |

とし、両評価値の相関係数を算出した。なお、本試験では繁殖性の指標として、国内評価は分娩から受胎までに要する日数を示す「空胎日数」を、海外評価では1発情周期あたりに妊娠する牛の割合の改良度を示す Daughter Pregnancy Rate (DPR)を用いた。「空胎日数」は数値が小さいほど、DPRは数値が大きいほど繁殖性が良好であることを示すことから、本来両評価値は負の相関を示すことが望ましい。しかし、他の形質との表記の統一性の観点から、本論文の文中及び図表中では両者が望ましい相関性にある場合を正の相関として記した。

体型の線形形質の「胸の幅」については、2024 年 4 月時点での海外評価値の記録に不備があったため、当該時点の相関係数は算出ができず、欠測値とした。

### 3 評価値と牛群検定成績との関連性の検証

検証には 2021 年 5 月～2024 年 10 月の間に初産を分娩し、乳期中の廃用や盲乳の実施がなかった牛を用いた。初産 (n=33) 及び 2 産次 (n=20) の牛群検定における産乳成績 (305 日補正乳量、乳脂肪率、乳蛋白質率) と、それぞれの産次中における牛群検定時の平均体細胞数を対数変換したリニアスコア (体細胞リニアスコア) について、当該牛が初産を分娩する前に最後に提供された国内・海外それぞれの評価値との相関を調査した。また、初産分娩前に得た最終の繁殖性指標の評価値と、初産 (n=27) 及び 2 産次 (n=24) において受胎までに要した日数 (実空胎日数) との相関を調査した。なお、産次中に

疾病等で廃用となった牛及び授精の対象外とした牛は繁殖性の調査から除外し、授精対象でありながら分娩後 300 日以上受胎しなかった牛の実空胎日数は一律 300 日として扱った。DPR と実空胎日数は、DPR の上昇に伴い実空胎日数が短縮されるような望ましい傾きがある場合を正の相関として記した。

## 結 果

本論文において、相関係数の強さは先行研究の基準 (Mukaka 2012) を参考に、 $r < 0.2$  を相関なし、 $0.2 \leq r < 0.4$  を弱い相関あり、 $0.4 \leq r < 0.7$  を中程度の相関あり、 $r \geq 0.7$  を強い相関ありとして定義した。

### 1 国内評価値と海外評価値の相関性

国内評価値と海外評価値の生産性に関する形質における相関係数を表 2 に示す。生産性に関する形質においては、長命性指標を除く全ての調査形質において、11 回の調査における平均値で  $r \geq 0.7$  の強い相関が認められた。長命性指標の相関係数の平均値は 0.60 であり、中程度の相関が認められた。

体型に関する形質における相関係数を表 3 に示す。体型に関する形質では、11 回 (胸の幅のみ 10 回) の調査の平均値において、得点形質はいずれも中程度の相関を示した。線形形質では高さや胸の幅など、骨格に関連する形質を中心に 11 形質が強い相関を示し、6 形質が中程度の相関を示した。

表2 生産性形質における国内・海外のゲノミック評価値の相関係数

| 供試頭数   | n=26    | n=27     | n=32    | n=31    | n=28     | n=32    | n=26    | n=28     | n=33    | n=27    | n=25     |        |
|--------|---------|----------|---------|---------|----------|---------|---------|----------|---------|---------|----------|--------|
| 評価時期   | 2021. 8 | 2021. 12 | 2022. 4 | 2022. 8 | 2022. 12 | 2023. 4 | 2023. 8 | 2023. 12 | 2024. 4 | 2024. 8 | 2024. 12 | 11回の平均 |
| 乳量     | 0.88    | 0.84     | 0.88    | 0.80    | 0.80     | 0.76    | 0.73    | 0.79     | 0.78    | 0.75    | 0.69     | 0.79   |
| 乳脂肪量   | 0.92    | 0.78     | 0.84    | 0.68    | 0.66     | 0.76    | 0.72    | 0.75     | 0.76    | 0.80    | 0.85     | 0.77   |
| 乳脂肪率   | 0.92    | 0.88     | 0.91    | 0.89    | 0.89     | 0.90    | 0.93    | 0.94     | 0.91    | 0.87    | 0.84     | 0.90   |
| 乳蛋白質量  | 0.90    | 0.80     | 0.82    | 0.72    | 0.71     | 0.73    | 0.69    | 0.75     | 0.77    | 0.72    | 0.57     | 0.75   |
| 乳蛋白質率  | 0.83    | 0.79     | 0.91    | 0.91    | 0.89     | 0.88    | 0.87    | 0.88     | 0.88    | 0.89    | 0.85     | 0.87   |
| 体細胞スコア | 0.83    | 0.78     | 0.80    | 0.79    | 0.78     | 0.61    | 0.61    | 0.67     | 0.58    | 0.59    | 0.74     | 0.71   |
| 繁殖性指標  | 0.82    | 0.82     | 0.87    | 0.83    | 0.84     | 0.86    | 0.86    | 0.85     | 0.85    | 0.81    | 0.80     | 0.84   |
| 長命性指標  | 0.59    | 0.52     | 0.63    | 0.59    | 0.73     | 0.65    | 0.56    | 0.63     | 0.60    | 0.54    | 0.57     | 0.60   |

※繁殖性指標は相関に望ましい傾きがある場合に正の相関として記した

表3 体型形質における国内・海外のゲノミック評価値の相関係数

| 供試頭数      | n=26    | n=27     | n=32    | n=31    | n=28     | n=32    | n=26    | n=28     | n=33    | n=27    | n=25     |        |
|-----------|---------|----------|---------|---------|----------|---------|---------|----------|---------|---------|----------|--------|
| 評価時期（年・月） | 2021. 8 | 2021. 12 | 2022. 4 | 2022. 8 | 2022. 12 | 2023. 4 | 2023. 8 | 2023. 12 | 2024. 4 | 2024. 8 | 2024. 12 | 11回の平均 |
| 得点形質      |         |          |         |         |          |         |         |          |         |         |          |        |
| 体型総合得点    | 0.72    | 0.63     | 0.66    | 0.77    | 0.73     | 0.61    | 0.71    | 0.71     | 0.68    | 0.75    | 0.66     | 0.69   |
| 肢蹄得点      | 0.56    | 0.43     | 0.55    | 0.63    | 0.67     | 0.53    | 0.46    | 0.48     | 0.43    | 0.49    | 0.56     | 0.53   |
| 乳器得点      | 0.32    | 0.20     | 0.32    | 0.41    | 0.67     | 0.61    | 0.54    | 0.62     | 0.54    | 0.75    | 0.75     | 0.52   |
| 線形形質      |         |          |         |         |          |         |         |          |         |         |          |        |
| 高さ        | 0.91    | 0.88     | 0.87    | 0.86    | 0.85     | 0.85    | 0.89    | 0.88     | 0.89    | 0.92    | 0.87     | 0.88   |
| 胸の幅       | 0.78    | 0.81     | 0.84    | 0.83    | 0.80     | 0.80    | 0.87    | 0.78     | -       | 0.84    | 0.87     | 0.82   |
| 体の深さ      | 0.83    | 0.83     | 0.84    | 0.81    | 0.77     | 0.79    | 0.87    | 0.88     | 0.82    | 0.89    | 0.90     | 0.84   |
| 肋の構造      | 0.72    | 0.81     | 0.77    | 0.82    | 0.82     | 0.69    | 0.83    | 0.70     | 0.75    | 0.75    | 0.81     | 0.77   |
| 尻の角度      | 0.86    | 0.79     | 0.87    | 0.86    | 0.87     | 0.85    | 0.87    | 0.84     | 0.89    | 0.87    | 0.90     | 0.86   |
| 坐骨幅       | 0.46    | 0.71     | 0.71    | 0.77    | 0.81     | 0.78    | 0.74    | 0.65     | 0.52    | 0.52    | 0.63     | 0.66   |
| 後肢側望      | 0.81    | 0.87     | 0.81    | 0.77    | 0.87     | 0.84    | 0.87    | 0.92     | 0.90    | 0.84    | 0.87     | 0.85   |
| 後肢後望      | 0.57    | 0.68     | 0.63    | 0.64    | 0.64     | 0.67    | 0.69    | 0.73     | 0.76    | 0.84    | 0.86     | 0.70   |
| 蹄の角度      | 0.48    | 0.37     | 0.42    | 0.48    | 0.58     | 0.58    | 0.69    | 0.70     | 0.68    | 0.61    | 0.64     | 0.57   |
| 前乳房の付着    | 0.59    | 0.48     | 0.50    | 0.68    | 0.71     | 0.65    | 0.69    | 0.63     | 0.58    | 0.65    | 0.71     | 0.62   |
| 後乳房の高さ    | 0.67    | 0.52     | 0.55    | 0.67    | 0.61     | 0.67    | 0.58    | 0.78     | 0.76    | 0.84    | 0.81     | 0.68   |
| 後乳房の幅     | 0.69    | 0.54     | 0.49    | 0.45    | 0.58     | 0.53    | 0.60    | 0.54     | 0.51    | 0.61    | 0.62     | 0.56   |
| 乳房の懸垂     | 0.56    | 0.59     | 0.60    | 0.56    | 0.54     | 0.60    | 0.50    | 0.54     | 0.56    | 0.59    | 0.64     | 0.57   |
| 乳房の深さ     | 0.84    | 0.75     | 0.77    | 0.82    | 0.88     | 0.87    | 0.87    | 0.86     | 0.84    | 0.85    | 0.87     | 0.84   |
| 前乳頭の配置    | 0.58    | 0.56     | 0.64    | 0.66    | 0.72     | 0.71    | 0.76    | 0.77     | 0.78    | 0.80    | 0.70     | 0.70   |
| 後乳頭の配置    | 0.60    | 0.77     | 0.81    | 0.88    | 0.88     | 0.88    | 0.91    | 0.89     | 0.88    | 0.83    | 0.81     | 0.83   |
| 前乳頭の長さ    | 0.84    | 0.79     | 0.83    | 0.86    | 0.85     | 0.87    | 0.90    | 0.89     | 0.91    | 0.91    | 0.85     | 0.86   |

※2024年4月の胸の幅はデータ不備のため欠測とした

表4 生産性形質における国内・海外のゲノミック評価値と実成績との相関係数

| 項目   | 補正乳量         |              | 乳脂肪率         |              | 乳蛋白質率        |              | 体細胞リニアスコア    |              | 繁殖成績         |              |
|------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|      | 初産<br>(n=33) | 2産<br>(n=20) | 初産<br>(n=33) | 2産<br>(n=20) | 初産<br>(n=33) | 2産<br>(n=20) | 初産<br>(n=33) | 2産<br>(n=20) | 初産<br>(n=27) | 2産<br>(n=24) |
| 国内評価 | 0.56         | 0.63         | 0.86         | 0.86         | 0.86         | 0.74         | 0.38         | 0.33         | -0.32        | 0.62         |
| 海外評価 | 0.56         | 0.51         | 0.89         | 0.92         | 0.91         | 0.88         | 0.51         | 0.56         | -0.08        | 0.68         |

※繁殖成績は、繁殖性指標（空胎日数、DPR）と実空胎日数との相関

※繁殖成績は相関に望ましい傾きがある場合に正の相関として記した

2 ゲノミック評価値と牛群検定成績との相関

供試牛の 305 日牛群検定成績における補正乳量、乳脂肪率、乳蛋白質率、牛群検定時の体細胞リニアスコア及び実空胎日数と、関連する国内・海外の両ゲノミック評価値との相関係数を表 4 に示す。また、遺伝評価値と検定時の体細胞リニアスコア及び実空胎日数との相関については、図1, 2 に相関図を示す。

乳量は初産、2 産次ともに両評価値で実成績と中程度の相関を示した。乳脂肪率及び乳蛋白質率は、初産、2 産次ともに両評価値で実成績との強い相関を認めた。体細胞リニアスコアは国内評価値では初

産、2 産次ともに実成績と弱い相関を、海外評価では初産、2 産次ともに中程度の相関を示した。実空胎日数と繁殖性評価値との相関は、初産次においては国内評価（空胎日数）で弱い負の相関を認め、海外評価（DPR）は相関を認めなかった。しかし、2 産次においては両評価ともに中程度の相関を認めた。

考 察

ゲノミック評価においては、SNP 情報を持つ後代検定済み種雄牛や産乳・体型成績を持つ雌牛を参照集団として SNP の効果を推定し、血縁情報と組み合

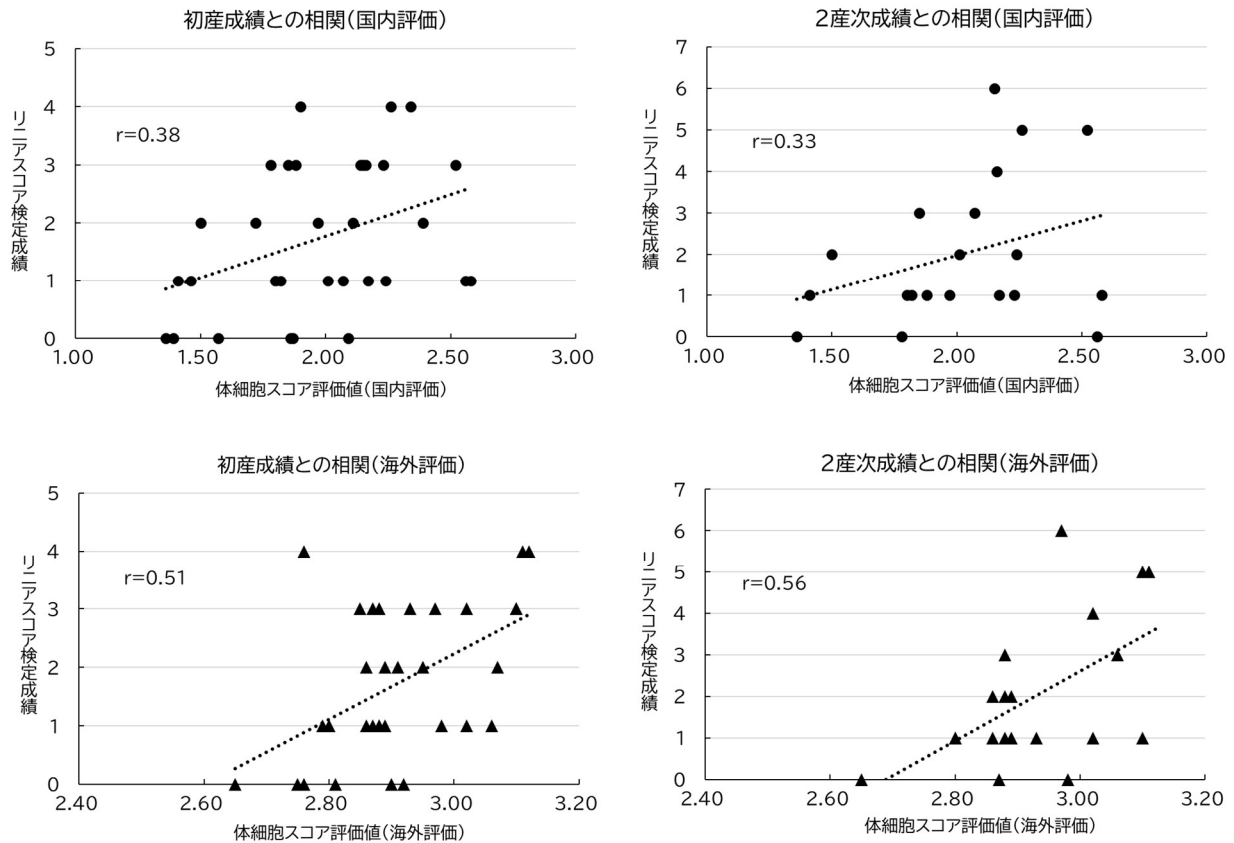


図1 ゲノミック評価値と産次別の体細胞リニアスコアとの相関

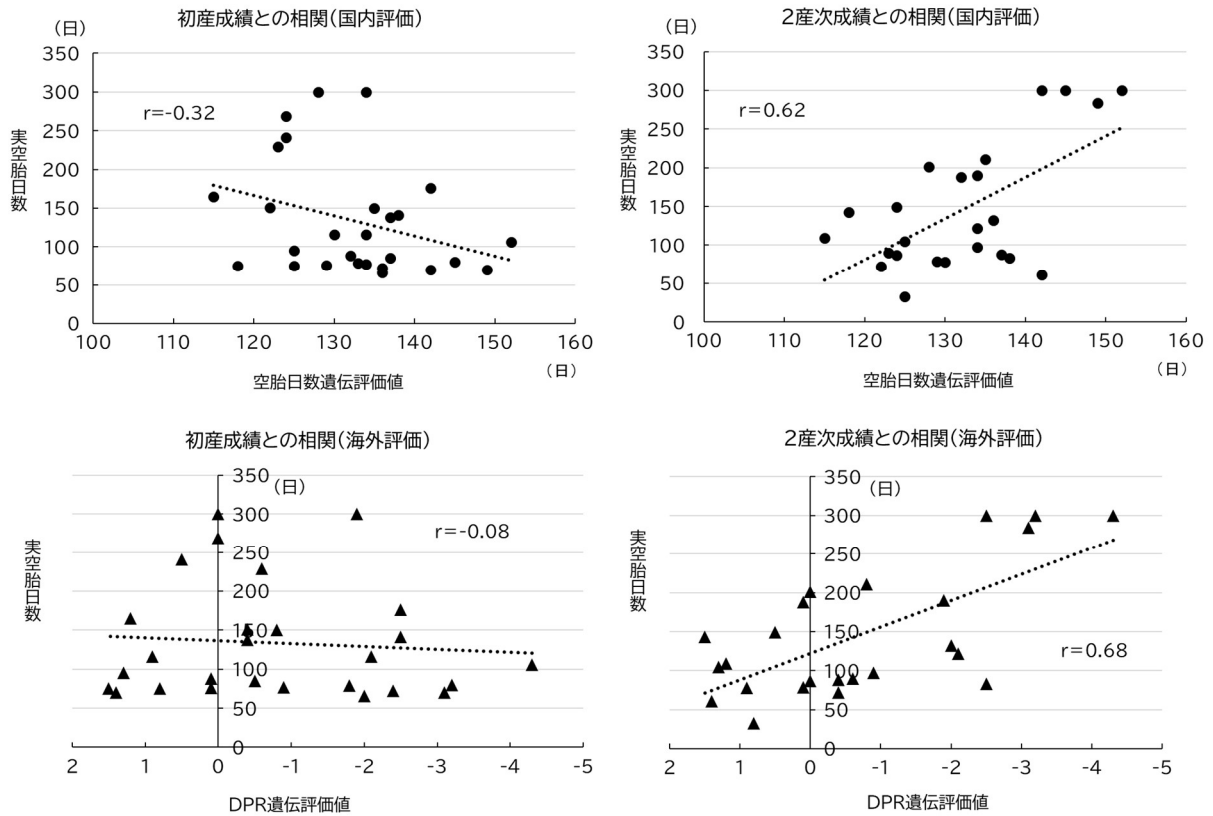


図2 ゲノミック評価値と産次別の繁殖成績との相関

わせて遺伝評価値を算出している (VanRaden ら 2009, 家畜改良事業団 2017)。

しかし、国内評価値と海外評価値では参照する集団や飼養環境が異なることから、両評価で推定される SNP の効果や血縁情報から推定される能力値は異なる。加えて、遺伝評価値はベースとなる集団に対する改良効果の度合いで表される項目が多いが、両評価でベース集団が異なることから、国内評価値と海外評価値の数値を直接比較することはできない。このため本試験では、両者の評価値の相関性及び実成績との相関を調査した。

305 日補正乳量は初産分娩月齢や産次、分娩した季節の違いを考慮して補正された乳量であるが、乳量は育成時の発育や分娩前のボディコンディションスコア、分娩後の牛の状態など他の要因による変動も大きい (Hayes ら 2021, Casaro ら 2024, Rajala-Schultz ら 1999)。そのような中でも、両評価値ともに実成績と中程度の相関を認め、両評価値間の相関も  $r=0.79$  と強かったことから、評価値を参考にした将来的な乳量の予測や高乳量の後継牛を確保するための牛の選抜・交配する種雄牛の検討等に、両評価とも同様に活用が可能と考えられた。

乳脂肪率と乳蛋白質率は両評価値の相関がそれぞれ  $r=0.90$ ,  $r=0.87$  と非常に強く、検定成績との相関においても両評価、両産次で強い相関を認めた。乳脂肪率は一定の基準を下回ると乳価が減額されることから、改善に取り組んでいる酪農家が多い形質である。また、乳蛋白質率と相関の強い無脂固形分率にも生乳取引における基準値が定められている。これらのことから、評価値を参考にした乳成分率の改良は、生乳取引価格の安定に大きく寄与すると考えられた。

生産形質において、本試験では長命性の指標のみ両評価値の相関が中程度にとどまった。また、試験に用いた牛の多くが現在も在群していることから、廃用に至るまでの実際の生産寿命との相関は調査ができていない。生産寿命についての両評価の利用性の違いについては今後検証していく必要がある。

体細胞数は乳房炎の炎症状態を直接に示す指

標であり (Schukken ら 2003)、乳房炎の発生は抗生物質を用いた治療に伴う乳廃棄や、出荷乳の体細胞数が基準値を超えることによる取引価格の減額につながる。また、牛群の繁殖成績を良好に保つことは、生乳出荷量の向上や後継牛の安定確保等の点で非常に重要である。このことから、牛群の体細胞スコアや繁殖能力を遺伝的に改良することは、酪農家の収益向上に貢献する。しかし、体細胞スコアや繁殖性指標の遺伝率は乳量や乳脂肪量と比較すると低いため、従来の遺伝評価では評価値の信頼度が低く、遺伝的な改良が難しい形質とされてきた。ゲノミック評価では、これらの項目の評価値の信頼度も向上することから、遺伝的改良への活用が期待されている。

本試験では、体細胞スコアの評価値と実成績に弱～中程度の相関が認められた。また、2 産次において体細胞リニアスコアが 4 以上を示した慢性的に乳房の炎症傾向があると考えられる 4 頭は、国内・海外いずれの評価においても評価値が下位の牛であり、評価値が実成績に反映されていた。繁殖性指標においては、初産次は遺伝評価値と無関係に受胎までの日数にばらつきが認められ、評価値と実成績に好ましい相関関係は認められなかった。初産でこのような結果となった要因は特定ができなかったが、2 産次においては両評価値ともに実際の繁殖成績と中程度の相関が認められた。2 産次において受胎までに 250 日以上を要した牛はいずれも供試牛の中では両評価値ともに低く、評価値が実成績に反映された結果であった。一般的に 2 産目以降の牛は初産牛に比べて分娩後の子宮回復や卵巣における卵胞発育の遅延等により繁殖成績が悪化するとされており (Balendran ら 2008)、2 産目で繁殖性の遺伝能力の違いが実成績に表れた要因の一つと考えられる。

体細胞スコアは評価値と実成績との相関の程度が国内評価と海外評価で異なったものの、両評価値の相関自体は  $r=0.71$  と強かった。繁殖性指標においても、国内評価では受胎までに要する空胎日数、海外評価では 1 発情周期あたりに妊娠する牛の割合の改良度を示す DPR という考え方の異なる指標の

相関を調査したにもかかわらず、 $r=0.84$  と強い相関を示した。これらのことから、ゲノミック評価に取り組むことで、これまで難しかった体細胞数や繁殖性の遺伝的改良が可能となり、これらを重視した牛の選抜や交配計画も可能になることが生産現場の実績との比較においても実証された。また、国内と海外いずれの評価値を利用してもほぼ同等の改良効果が期待できることが示された。

体型に関する評価値において、調査した全ての項目で国内と海外の評価値は中程度以上の相関を示した。乳牛の体型は近年、飼料の利用効率や事故等による淘汰リスクとの関連から、これ以上の大型化を抑制していくことが推奨されている (VandeHaar ら 2016, Miglior ら 2017, 馬場ら 2024)。また、乳器の構造は搾乳時の作業性に影響し、特に近年増加傾向にある搾乳ロボット導入農家では、ロボットの稼働効率の面からミルカーがスムーズに装着できる乳器形状が求められている (Carlström ら 2016)。本試験では体型の線形形質において、高さ、胸の幅及び体の深さといった骨格の大きさに関連する形質でいずれも強い相関を認めた。また、乳房の深さ、乳頭の配置及び乳頭の長さといったミルカー装着のしやすさに関連する形質においても強い相関が認められた。このことから、適正な体格や乳器構造への改良を目指す場合においても、国内評価と海外評価はどちらも同じように活用が可能であることが示された。

2025 年時点で、国内ゲノミック評価の実施は牛群検定制度への加入が条件となっており、牛群検定に参加していない酪農家は評価を受けることができない。その一方で、海外のゲノミック評価は、飼料会社や輸入精液販売会社などを介してすべての酪農家が利用することが可能である。国内ゲノミック評価では、国内の遺伝評価ベースに沿って評価値が示されるため、牛群検定成績などとの比較を行ないやすく、個々の牛の能力を直感的に把握しやすいことがメリットとしてあげられる。海外評価は、海外の遺伝評価ベースに沿った評価値であることに加え、乳量や乳成分量の単位が「kg」ではなく「ポンド」で示されるなど、実成績と比較しにくいというデメリットがある一

方で、飼料の利用効率や、個別の疾病リスクの評価項目が国内評価に比べて多いといったメリットもある。本試験により、国内と海外どちらの評価値を利用しても同じように生乳生産、乳質、繁殖性及び体型の改良に寄与することが示されたことから、酪農家が目的や必要に応じて海外評価値を利用することに問題は無く、どちらの評価値を利用した場合でも同様に酪農家の収益性の向上に貢献すると考えられた。特に牛群検定を実施しておらず国内評価を利用できない酪農家にとっては、海外評価の利用は遺伝能力の改良を進める上で有用な選択肢の一つになると考えられる。

## 引用文献

- 相原 光夫 (2014): 新しい牛群検定成績表について (その 33) - 牛群改良情報 (ゲノミック評価情報) - . LIAJ News, 149, 9-13.
- 家畜改良事業団編 (2017): 日本の種雄牛とゲノミック評価を活用し乳牛改良を進めよう! 家畜改良事業団技術資料
- 馬場 俊見, 大澤 剛史 (2024): 乳用牛改良の取り組み その 2 NTP の改善: 生涯生産性の改良をさらに推進. LIAJ News, 208, 11-14.
- Balendran A, Gordon M, Pretheeban T, Singh R, Perera R, Rajamahendran R (2008): Decreased fertility with increasing parity in lactating dairy cows. Canadian Journal of Animal Science, 88(3), 425-428.
- Carlström C, Strandberg E, Pettersson G, Johansson K, Stålhammar H, Philipsson J (2016): Genetic associations of teat cup attachment failures, incomplete milkings, and handling time in automatic milking systems with milkability, temperament, and udder conformation. Animal Science, 66, 75-83.
- Casaro S, Pérez-Báez J, Bisinotto RS, Chebel RC, Prim JG, Gonzalez TD, Carvalho Gomes G, Tao S, Toledo IM, do Amaral BC, Bollati JM,

- Zenobi MG, Martinez N, Dahl GE, Santos JEP, Galvão KN (2024): Association between prepartum body condition score and prepartum and postpartum dry matter intake and energy balance in multiparous Holstein cows. *J Dairy Sci*, 107, 4381–4393
- Hayes CJ, McAloon CG, Kelly ET, Carty CI, Ryan EG, Mee JF, O’Grady L (2021): The effect of dairy heifer pre-breeding growth rate on first lactation milk yield in spring-calving, pasture-based herds. *Animal*, 15, 100169
- Matukumalli LK, Lawley CT, Schnabel RD, Taylor JF, Allan MF, Heaton MP, O’Connell J, Moore SS, Smith TP, Sonstegard TS, Van Tassell CP (2009): Development and characterization of a high density SNP genotyping assay for cattle. *PLoS One*, 2009, 4(4), e5350.
- Miglior F, Fleming A, Malchiodi F, Brito LF, Martin P, Baes CF (2017): A 100-Year Review: Identification and genetic selection of economically important traits in dairy cattle. *J Dairy Sci*, 100, 10251–10271
- Mukaka MM (2012). Statistics corner: A guide to appropriate use of correlation coefficient in medical research. *Malawi Med J*, 24, 69–71.
- Oliveira HR, Lourenco DAL, Masuda Y, Misztal I, Tsuruta S, Jamrozik J, Brito LF, Silva FF, Schenkel FS (2019): Application of single-step genomic evaluation using multiple-trait random regression test-day models in dairy cattle. *J Dairy Sci*, 102, 2365–2377.
- Rajala-Schultz PJ, Gröhn YT, McCulloch CE (1999): Effects of milk fever, ketosis, and lameness on milk yield in dairy cows. *J Dairy Sci*, 82, 288–94.
- Schukken YH, Wilson DJ, Welcome F, Garrison-Tikofsky L, Gonzalez RN (2003): Monitoring udder health and milk quality using somatic cell counts. *Vet Res*, 34, 579–96.
- VandeHaar MJ, Armentano LE, Weigel K, Spurlock DM, Tempelman RJ, Veerkamp R (2016): Harnessing the genetics of the modern dairy cow to continue improvements in feed efficiency. *J Dairy Sci*, 99, 4941–4954.
- VanRaden PM, Van Tassell CP, Wiggans GR, Sonstegard TS, Schnabel RD, Taylor JF, Schenkel FS (2009): Invited review: reliability of genomic predictions for North American Holstein bulls. *J Dairy Sci*, 92, 16–24.
- Wiggans GR, VanRaden PM, Bacheller LR, Tooker ME, Hutchison JL, Cooper TA, Sonstegard TS (2010): Selection and management of DNA markers for use in genomic evaluation. *J Dairy Sci*, 93, 2287–92.
- Wiggans GR, Vanraden PM, Cooper TA (2011): The genomic evaluation system in the United States: past, present, future. *J Dairy Sci*, 94, 3202–11.

## Evaluation of the usability of Japanese and international genomic breeding values in dairy cattle

Sho ISHIKAWA<sup>1)</sup>, Miho BEPPU<sup>1)</sup>, Kazuki YAMAMOTO<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Awaji Agricultural Technology Institute, Hyogo Prefectural Technology Center for Agriculture, Forestry and Fisheries, Hyogo Prefecture, Minamiawaji 656-0442

<sup>2)</sup> Asago Livestock Health Center, Hyogo Prefecture, Asago 669-5243

Japanese and international genomic testing was conducted on Holstein female cattle, and the genomic breeding values obtained from each system were compared. The following results were obtained.

1. In heifers, correlations between Japanese and international genomic breeding values were moderate or higher for all investigated traits related to both productivity and conformation.
2. For both evaluation systems, correlations between production performance in the first and second lactations and genomic breeding values at the growing stage were moderate for adjusted milk yield, and strong for milk fat percentage and milk protein percentage.
3. Moderate correlations were observed between actual days open and genomic breeding values related to fertility in second-lactation cows for both evaluations.

These results suggest that, when dairy farmers utilize genomic breeding values, comparable genetic improvement effects can be expected for major traits regardless of whether Japanese or international evaluation systems are used.

**Key Words** : Holstein, Genomic evaluation, Genetic improvement