

2017-2 月評価に係る変更点

① ゲノミック評価に用いるリファレンス集団の拡張

遺伝的能力の評価には、乳量や体型などの検定・審査記録と遺伝情報が必要です。従来の評価では、遺伝情報として血統情報のみを使用していましたが、ゲノミック評価では DNA 情報の一種である SNP（一塩基多型）の情報を用います。しかしながら、これまで長い間蓄積してきた血統情報に比べ、SNP 情報を持つ個体数はまだ少ないため、SNP 情報と血統情報を混合してゲノミック評価を実施します。遺伝情報の混合の仕方はいくつかありますが、現行法では、遺伝情報として血統を利用した従来評価値の EBV や PI（ $= 1/2$ 本牛の父牛 EBV + $1/4$ 母方祖父 EBV）と遺伝情報として SNP を利用した評価値の DGV を混合し、ゲノミック評価値である GEBV や GPI を求めます。ゲノミック評価値の中核である DGV の精度は、娘牛の記録と SNP 情報の両方を持つ種雄牛からなるリファレンス集団の頭数が増加することで向上しますが、日本国内だけでは種雄牛は年間で 200 頭程度（主に、後代検定候補種雄牛が中心）しか増加しません。

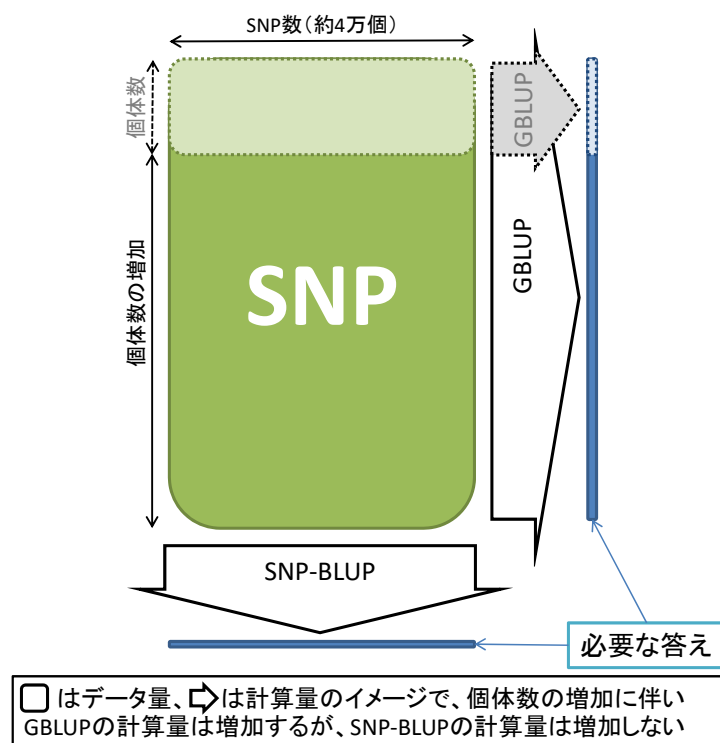
そこで（独）家畜改良センターは北米の SNP 情報を管理する団体である CDDR（Cooperative Dairy DNA Repository）と遺伝情報の共有に関して連携し、北米種雄牛 5,500 頭分の SNP 情報を入手しました。2016-11 月評価におけるリファレンス集団は種雄牛 4,286 頭でありましたが、北米種雄牛をリファレンス集団に含めると今までの倍の約 1 万頭にまで増加しました。その結果、若雄牛の信頼度が平均で約 8% 増加したことを確認しています。より精度の高いゲノミック評価値を求めることが可能となりました。

② ゲノミック評価の計算方法の変更

2016-11 月評価までのゲノミック評価の計算方法は、GBLUP という方法で行っていましたが、しかし、この方法ではリファレンス集団が大きくなるほど計算量が大幅に増加するため、評価回数を増やすことが困難でした。そこで、2017-2 月評価からは、SNP-BLUP と呼ばれる計算方法に変更しました。

SNP-BLUP はリファレンス集団の情報をを用いて約 4 万個ある各 SNP の効果を事前に推定し、ゲノミック評価値を求めたい個体の SNP 情報に事前に推定した各 SNP の効果を当てはめて計算する方法です。この方法はリファレンス集団が大きくなっても計算量の増加が抑えられ、事前に推定した SNP の効果を用いることで、新し

く SNP 検査をした個体のゲノミック評価値を迅速に提供することが可能になります。図 1 に GBLUP と SNP-BLUP の計算量のイメージ図を示します。よって、未經産牛のゲノミック評価値については、従来の年 4 回から年 6 回（3 回は新規の未經産牛のみ対象）の提供となります（⑦に詳細を記載）。



GBLUP と SNP-BLUP の計算量のイメージ図

③ 個体毎のゲノミック評価値の信頼度の公表

これまで、未經産牛のゲノミック評価値について形質毎に全体の信頼度を公表してきましたが、2017-2月評価において個体毎の信頼度を公表しており、このことによって個体間での信頼度の比較が可能となっています。

ただし、この対応は、後代検定済種雄牛及び若雄牛について行っているもので、未經産牛については 2017-8 月評価から新たに開始する経産牛の評価と同時に行うこととしています。

④ 後代検定済種雄牛の GEBV の公表

北米の SNP 情報をリファレンス集団に組み込むことでリファレンス集団が大幅に増加したこと、未經産牛のゲノミック評価を 2013-11 月評価から開始して 3 年が経過し、利用者がゲノミック評価に慣れてきたことおよび酪農家によりゲノミック評価を浸透させていくことを踏まえ、SNP 情報を持つ後代検定済種雄牛および経産牛の遺伝評価値を従来の EBV から GEBV に変更しました（※SNP 情報を持たない後代検定済種雄牛および経産牛は従来通りの EBV で公表）。

これによって、従来の遺伝評価値よりも精度の高い遺伝評価が可能となり、事前の検証において、2016-8 月評価における精液供給可能種雄牛 81 頭の EBV と GEBV 間の順位相関は NTP において 0.93 で、GEBV への変更に伴い従来の評価間での順位の変動より若干大きく変動しましたが（図 2 参照）、一時的なことであり、今後はこれまで通り安定した遺伝評価値となります。

なお、後代検定済種雄牛は 2017-2 月評価から GEBV に変更しましたが、経産牛は 2017-8 月評価から GEBV に変更します。

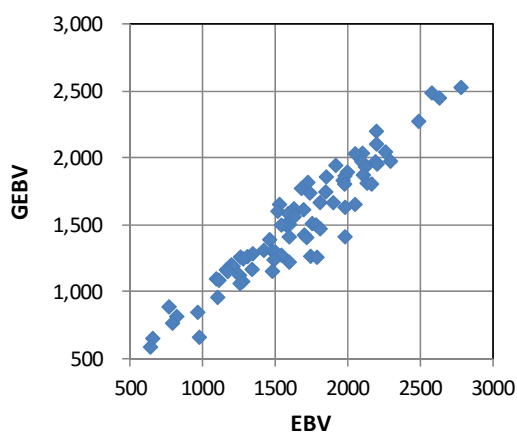


図 2 参考) 2016-8 月評価における精液供給可能種雄牛 81 頭の EBV と GEBV 間の NTP の散布図

⑤ 若雄牛のゲノミック評価値（GPI）の公表

これまでは未經産牛のみゲノミック評価値（GPI）を公表してきたところですが、北米の SNP 情報をリファレンス集団に組み込むことで若雄牛の GPI の精度が向上しており、2017-2 月評価からは精液の利用が可能な個体を含む国内および北米の若雄牛（CDDR から SNP 情報の提供がある）についてゲノミック評価結果を公表しています。

これにより、国内および北米の若雄牛について国内の環境・スケールに適したゲノミック評価値を利用した選択が可能となります。

若雄牛による改良は、短期的な効果があったとする欧米の報告はありますが、長期的な効果は、まだ実証されていません。現状において、若雄牛の GPI が後代検定済種雄牛の GEBV よりも高い場合は、より大きな改良効果が期待できますが、その反面、若雄牛の信頼度は約 50%と、後代検定済種雄牛の信頼度（約 86%）よりも低いため、多くの若雄牛を利用すると産子の能力のバラツキが大きくなるとか、能力の高いと思われる若雄牛一頭のみを集中して利用した場合などに、期待通りの改良効果が得られない、といったリスクも大きくなります。評価値だけで判断するのではなく、このようなリスクも考慮したうえで、より安定した効果が期待できる検定済種雄牛よりも若雄牛によるメリットが大きいと考えられる場合のみ、一部の若雄牛に偏らないように注意しながら利用することが望ましいと考えられます。

なお、（独）家畜改良センターのホームページでは、後代検定済種雄牛と若雄牛の一覧を別々に表示しています。

⑥ ゲノミック評価の公表対象形質

2017-2 月評価から後代検定済種雄牛及び若雄牛について、以下の形質をゲノミック評価の公表対象としました。

- ・泌乳形質：乳量、乳脂量（率）、乳蛋白質量（率）、無脂固形分量（率）
- ・体型形質：得点 5 形質（体貌と骨格、肢蹄、乳用強健性、乳器、決定得点）、線形 18 形質（高さ、胸の幅、体の深さ、鋭角性、BCS、尻の角度、坐骨幅、後肢側望、後肢後望、蹄の角度、前乳房の付着、後乳房の高さ、後乳房の幅、乳房のけん垂、乳房の深さ、前乳頭の配置、後乳頭の配置、前乳頭の長さ）
- ・体細胞スコア、在群期間、泌乳持続性、空胎日数、娘牛受胎率
- ・総合指数（産乳成分、耐久性成分、疾病繁殖成分）、乳代効果、長命連産効果

⑦ 国内評価の公表時期および回数の変更

これまでは後代検定済種雄牛が年 2 回（8 月、2 月）、雌牛（経産牛と未經産牛）が年 4 回（5 月、8 月、11 月、2 月、）公表していましたが、2017-2 月評価から、全ての種雄牛（後代検定済種雄牛と若雄牛）の公表は年 2 回（8 月、2 月）とし、各公表の間に新たに SNP 検査を受けた若雄牛については、関係団体を通じて所有者に年 4 回（4 月、6 月、10 月、12 月）中間評価結果として新規若雄牛のみ提供することとしました。

全ての雌牛（経産牛と未經産牛）の公表は年 3 回（8 月、12 月、2 月）とし、各公表の間に新たに SNP 検査を受けた未經産牛については、関係団体を通じて所有者に年 3 回（4 月、6 月、10 月）中間評価結果として新規未經産牛についてのみ提供します。具体的な公表スケジュールは表 1 をご覧ください。

未經産牛のゲノミック評価値の提供がこれまでの年 4 回から年 6 回に増えることで、より効率的な未經産牛の交配計画が可能となります。

表 1 公表スケジュール

公表時期	後代検定済種雄牛および若雄牛※	雌牛および未經産牛※
8 月	第 5 火曜日 (第 5 火曜日がない場合は 9 月第 1 火曜日)	
12 月	—	第 3 火曜日
2 月	最終火曜日	

※新規若雄牛は年 4 回（4 月、6 月、10 月、12 月）、新規未經産牛は年 3 回（4 月、6 月 10 月）中間評価結果を提供

⑧ 雌牛の泌乳形質における評価採用条件の変更

これまで泌乳形質では、種雄牛は種雄牛評価、雌牛は雌牛評価としてデータ採用条件を変えて実施してきました。しかしながら、将来的にゲノミック評価のリファレンス集団に雌牛を含める場合に、雌雄同一条件の評価からの評価値を利用することが好ましく、雌牛についても種雄牛評価のデータ採用条件により遺伝評価を行うこととしました。

この変更により、今まで評価値を持っていた雌牛の中で評価値も持たなくなる雌牛（主に自家検定牛）が生じますが、これまでの雌牛評価の採用条件を用いた遺伝評価を雌牛再計算として行うことにより、雌牛再計算の対象となった雌牛の遺伝評価結果について関係団体を通じて酪農家に提供されます。

なお、雌牛再計算に回った雌牛は、家畜改良センターのホームページに掲載する総合指数上位 1500 位・上位 100 位と産乳成分上位 5000 位のランキングの対象外としていますが、参考情報として掲載している総合指数および産乳成分の上位牛相

当には含まれています。

2017－2月評価以降の泌乳形質（種雄牛・雌牛）のデータ採用条件

- ア) ホルスタイン種
- イ) 父牛が明らか
- ウ) 検定の種類は立会検定（A4法又はAT法（2回搾乳、3回搾乳））又は自動検定
- エ) 初産から3産までの検定日記録（分娩後305日以内）
ただし、各産次の分娩月齢は、初産18～35ヶ月齢、2産30～55ヶ月齢、3産42～75ヶ月齢であること
- オ) ICAR（International Committee for Animal Recording：家畜の能力検定に関する国際委員会）の検定記録ガイドラインに準じ、一定の精度が保たれていること
- カ) 同一管理グループ（牛群・検定日・搾乳回数および牛群・検定年・産次（初産または2－3産））に同期牛が存在すること

※雌牛再計算では、上記の条件のうちウおよびエが以下の条件に変わります。

- ウ) 検定の種類は立会検定（A4法又はAT法（2回搾乳、3回搾乳））、自動検定および自家検定によるもの
- エ) 初産から3産までの検定日記録（分娩後305日以内）
ただし、各産次の分娩月齢は、初産17～47ヶ月齢、2産24～67ヶ月齢、3産36～87ヶ月齢であること