

ゲノミック評価とヤングサイア

～2023年度乳用牛改良推進実施計画～

乳用牛改良推進協議会

2023年10月

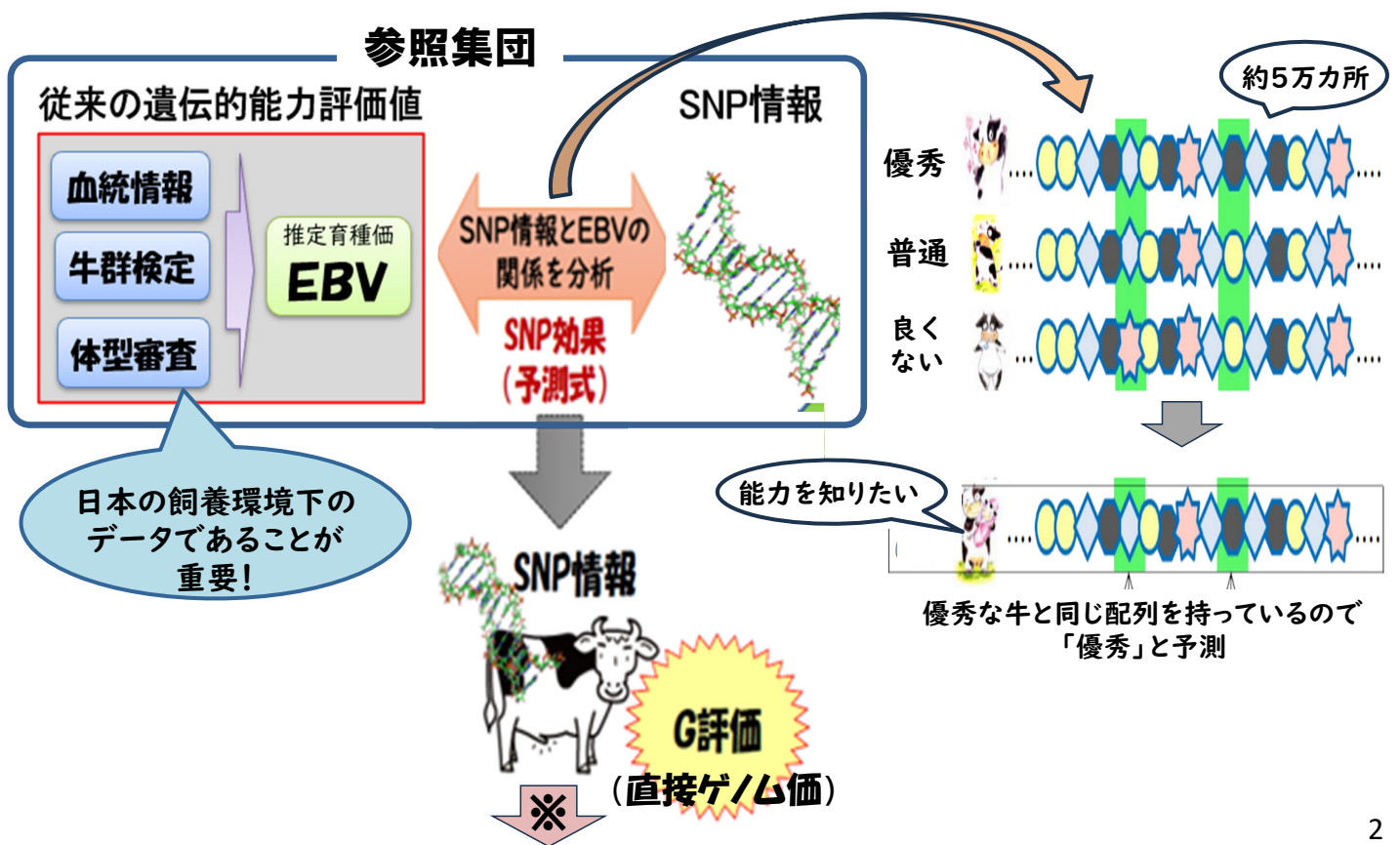
乳用牛改良推進協議会※は、各都道府県の乳用牛改良関係者と連携して、我が国の乳用牛改良を推進しています。

2023年度は、これまでの検討を踏まえ、「ゲノミック評価の改善によって、遺伝的能力評価値の信頼度向上を図り、ヤングサイアの活用を図るとともに、後代検定を効率化する。」ことを柱とした取組みを進めます。

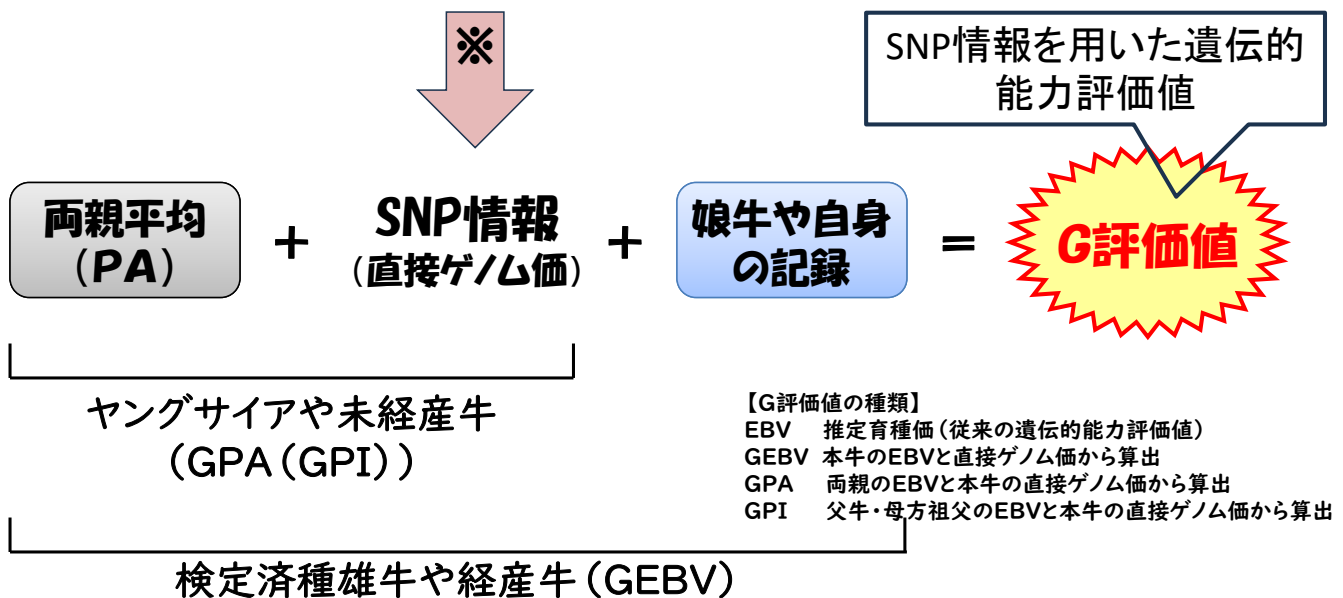
※(独)家畜改良センター、(一社)日本ホルスタイン登録協会、(一社)ジェネティクス北海道、(株)十勝家畜人工授精所、(一社)家畜改良事業団が令和2年に設立。

I. はじめに

ゲノミック評価のイメージ



2

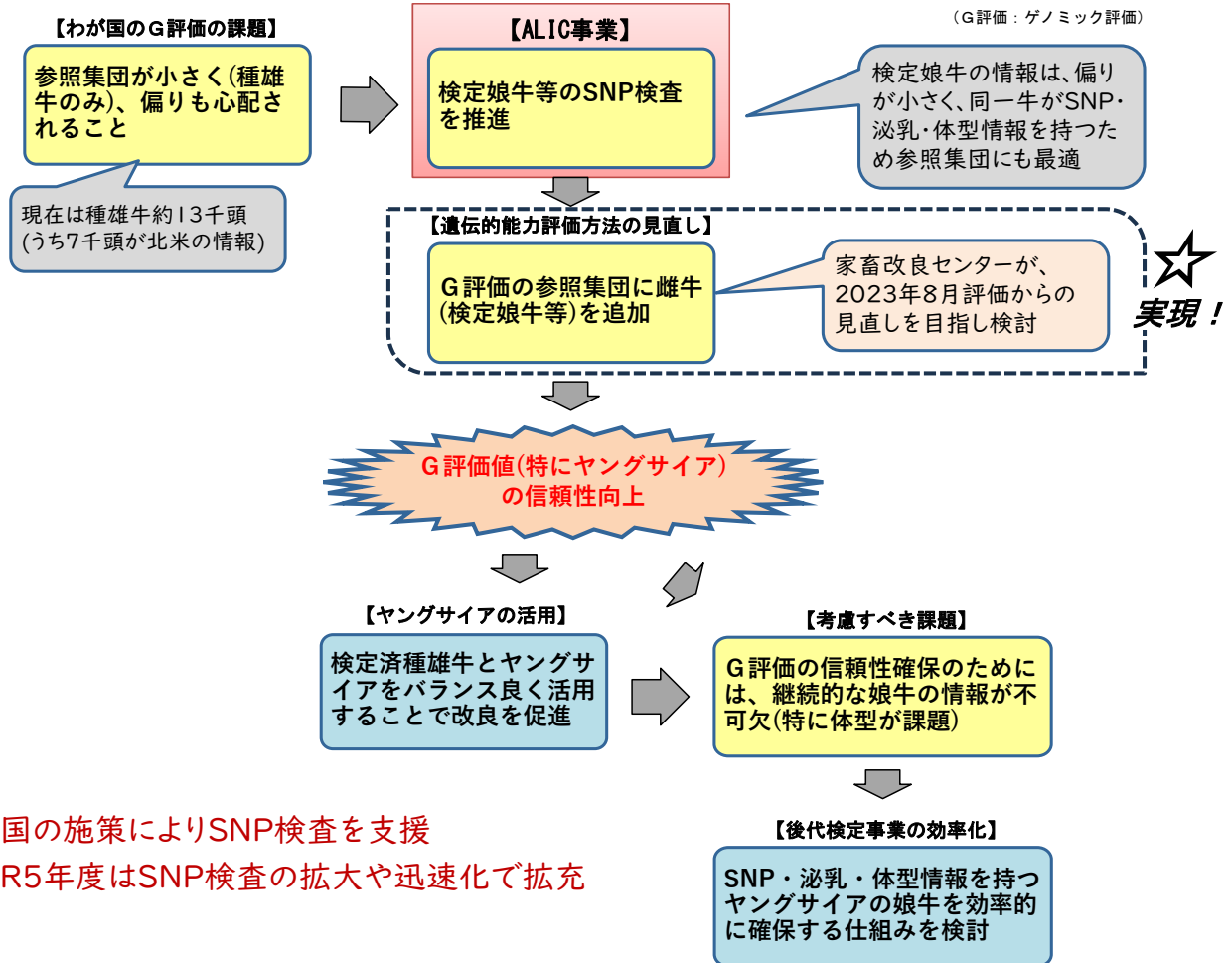


• 同じ形質 (例えば乳量) の能力であっても、国によって評価値が変わります。数多くの遺伝子が関与しており、飼養環境によって、関与する遺伝子が変わるためです。

• ゲノミック評価の信頼性は、参照集団の数 (大きさ) と質にかかっており、質の面では、国内の飼養環境下で得られたデータであることが重要になります。

3

国内G評価の課題と改善(1年間の検討)



国産種雄牛を作る取組み

40年前に全国統一事業開始

27後検から徐々に予備選抜を強化

	1984 (59総合)	2008 (20後検)	2013 (25後検)	2018 (30後検)	2023 [計画]
候補種雄牛頭数	45	185	185	140	最大90 (前期39)
調整交配頭数	11,587	88,963	82,287	52,890	36,450

6,613戸が参加
(全酪農家の34%)

国産種雄牛の役割

① 日本の飼養環境・課題に合った種雄牛

- 能力は、「遺伝的能力」と「環境の影響」の相互作用で発揮されます。

（飼養環境（気候や給与飼料、飼養規模など）が異なれば、発揮される能力は異なります。）

- 乳用牛の改良（遺伝的能力評価等）は、国ごとに行われていますが、国によって飼養環境や課題も異なります。

（改良目標や総合指数は、国ごとの課題に対応したものとなっており、その国での利用を前提としたものとなっています。）

（海外の遺伝資源に過度に依存しては、日本に合った改良は難しくなります。）

日本では、40年にわたり、日本に合った独自の改良を進めるための体制を関係者が協力・連携して作り、日本の飼養環境や課題に合った種雄牛づくりに取り組んできました。

NTPは、土地制約が比較的大きい我が国の酪農経営の改善を図るため、1頭当たりの生産効率（泌乳能力）に改良の主眼を置いてきました。また、泌乳持続性や高温多湿な気候に対応するための暑熱耐性など、日本独自の形質の評価に取り組んできました。

6

② 遺伝資源を海外に依存するリスクの回避

- 海外の遺伝資源に依存しすぎると、その利用は相手国の状況の影響を受けます。

（世界では、現在でも凍結精液の輸入がストップする可能性がある特定の家畜疾病の発生報告があります。）

- 海外の遺伝資源と競争関係にあることが、適正価格の維持には重要です。

（優秀な遺伝資源ほど、販売戦略等の影響を受ける可能性があります。）

（和牛では、国家戦略として日本から遺伝資源の流出を防ぐための措置を講じています。）

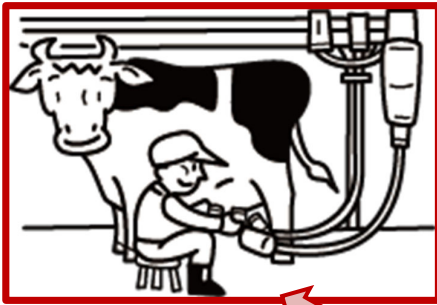
日本では、40年にわたり、国産種雄牛造成を含む乳用牛改良体制を維持してきたことで、遺伝資源を海外に依存するリスクを抑制してきました。

将来も安定的に酪農経営を継続するためにも、生乳生産に不可欠な物資である精液等も自国内で改良・供給できる体制の維持・強化が重要です。

7

日本の乳用牛改良体制は、全国の酪農家(経営で得られるデータの提供)や関係機関(得られたデータの分析・評価)の協力関係により成り立っています。

酪農家



国内のデータ

- ▶ 調整交配によりバラツキのない良質なデータを蓄積
- ▶ ヤングサイアの一般供用で早期にデータが追加

牛検組合・登録協会・LIAJ

牛群検定

体型調査

SNP検査

宝の山

データの蓄積がゲノミック評価の精度を上げる

後継牛選定のための評価値提供(迅速化)

ヤングサイアの活用拡大

ヤングサイアの一般供用により早期に信頼度の高い種雄牛を利用可能

AI事業体

雄子牛の段階でG評価によりヤングサイアを選定

ゲノミック評価

家畜改良センター

検定済み種雄牛

ヤングサイア

Ⅱ. 2023年度乳用牛改良推進実施計画

- ② 乳用牛改良推進協議会は、7月14日開催した「乳用牛改良推進会議」において、本年度の実施計画が決定しました。
- ② 「乳用牛改良推進実施計画」は、乳用牛の改良方針の検討、後代検定や調整交配の全国調整、遺伝的能力評価の技術手法の検討など、乳用牛改良関係団体や学識経験者、酪農家等から構成される検討委員会を経て、乳用牛改良推進会議で決定されます。
- ② 今年度の後代検定の実施計画、遺伝的能力評価手法の変更や公表方法、今後の対応方針等は、この実施計画に基づき推進されます。

9

【2023年度の基本方針】

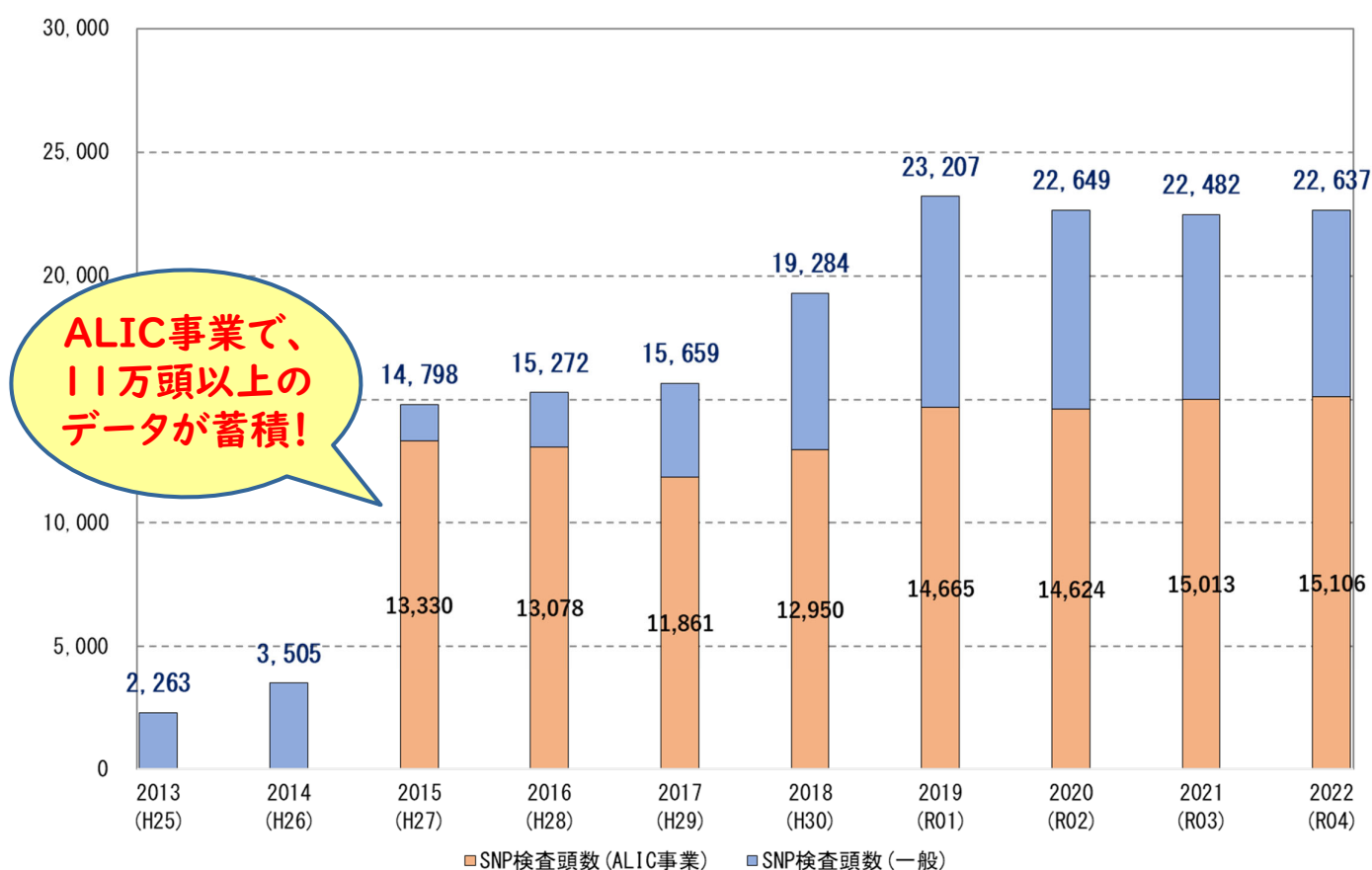
1. ゲノミック評価（G評価）の改善
2. ヤングサイアの活用
3. 調整交配の再構築
4. 後代検定の効率化
5. 雌牛G評価の迅速化
6. 情報の拡充
7. 理解を深めるための取り組み

10

1. ゲノミック評価の改善

- 🌀 わが国のG評価は、2013(H25)年から開始し10年が経過。
- 🌀 G評価の参照集団が小さく(種雄牛のみ)、偏りも心配だった。
- 🌀 国の施策(ALIC事業)で、約11万頭の雌牛のSNP情報を蓄積!
- 🌀 後代検定娘牛のSNP情報は、偏りのない良質なデータ。
- 🌀 参照集団に雌牛データを追加すると、G評価の精度が大幅に向上!

SNP検査申し込み件数

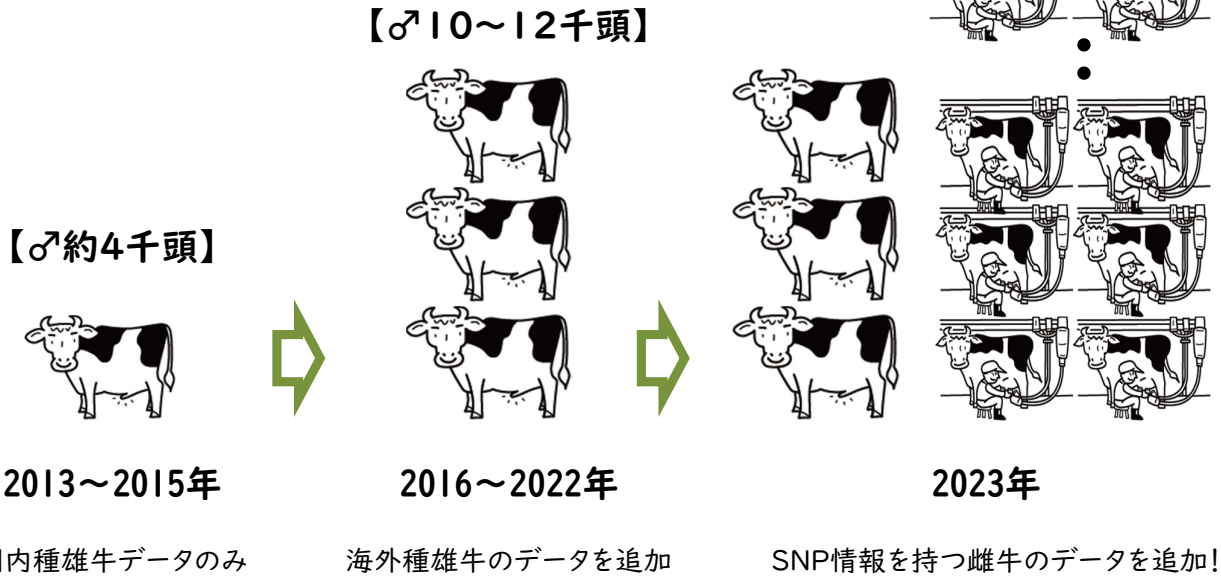


参照集団の拡大

ALIC事業で収集した雌牛情報（検定娘牛と同世代牛）は、偏りがなく、参照集団に最適！

雌牛データの追加により、ヤングサイアや未経産牛のG評価値の信頼度は4~15%増加！

【♂13千頭+♀11万頭】



13

評価値の信頼度の目安

	従来の評価 (ゲノム情報を利用しない評価)		ゲノミック評価 (雌牛を参照集団に加えた場合)						
	NTP	空胎日数	NTP	乳量	決定得点	SCS	在群能力	娘牛受胎率	空胎日数
				(0.50)	(0.24)	(0.100)	(0.051)	(0.020)	(0.053)
ヤングサイア	[32]	[19]	65	74	59	46	44	38	44
検定済(娘牛50頭)	86	56	89	92	83	78	71	54	63
検定済(娘牛1000頭)	99	94	99	99	98	98	96	86	94

※ ()は、各形質の遺伝率。

※ []のヤングサイアの信頼度は、P A(両親の評価値の平均値)の信頼度の目安。
父牛がヤングサイアや母牛が未経産牛の場合は、そもそも評価値が得られない。

2. ヤングサイアの活用

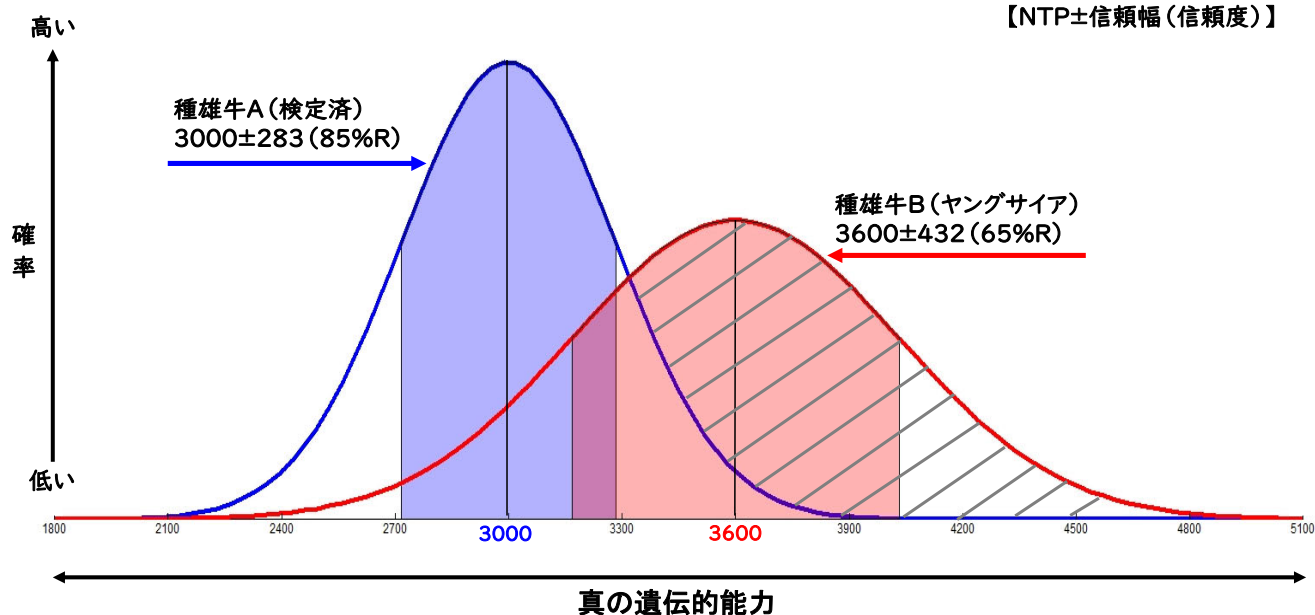
- ◎ 候補種雄牛 (ヤングサイア) のレベルは年々向上。
- ◎ G評価の信頼度の向上により、ヤングサイアの真の遺伝能力が、**検定済を下回る可能性は大きく低下**。
⇒ 世代が進んだ、**ヤングサイアを積極的に活用!**
- ◎ **ヤングサイアの一般供用**により、後代検定結果判明時には従来より多数の娘牛情報を得た (**信頼度の高い**) **検定済種雄牛**が誕生。
- ◎ 「ヤングサイア」と「より信頼度の高い検定済種雄牛」をバランス良く活用し、**乳用牛改良の加速化**。

2023-8月評価より、
ヤングサイア上位100頭を公表!

15

ヤングサイアの特徴

【NTP±信頼幅(信頼度)】



- ◎ 例えば、種雄牛A(検定済)と、種雄牛B(ヤングサイア)がいたとします。
- ◎ NTPの年当たり改良量は200ポイント程度なので、**3年ほど世代が進んでいるヤングサイアは、平均的に600ポイントほど高い評価値と**考えられます。
- ◎ 真の遺伝能力は、種雄牛B(ヤングサイア)が、種雄牛A(検定済)を**下回る可能性は低い**ことがわかります。

16

検定済種雄牛とヤングサイア(NTPの分布)

NTP	検定済種雄牛 (供用中)	ヤングサイア (供用中)	ヤングサイア (2023前期)
3500以上			3
3000～3499		22	21
2500～2999	4	12	15
2000～2499	25	1	
1500～1999	22	2	
1000～1499	11		
999以下	2		
計	64	37	39

乳用種雄牛評価成績 2023-8月

17

検定済種雄牛とヤングサイア(上位牛)

NTP					
検定済種雄牛			ヤングサイア		
1位	ブーティ	2773	1位	ハイプレジャス	3460
2位	パリス	2618	2位	セカンドループ	3437
3位	ミルン	2589	3位	デーヴァ	3332
上位10頭の平均		2521	上位10頭の平均		3276

+755

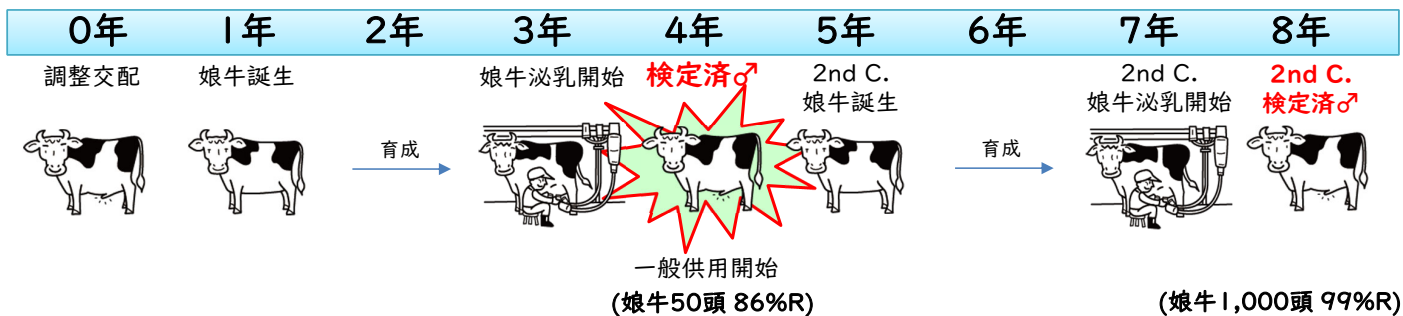
乳用種雄牛評価成績 2023-8月

- ② ヤングサイア上位10頭のNTPの平均は、検定済種雄牛を755も上回る。
- ② ヤングサイアの100位は、検定済種雄牛の3位相当！

18

よい信頼度の高い検定済種雄牛のイメージ

■従来の後代検定



■後代検定と同時にヤングサイアとして利用した場合



19

3. 調整交配の再構築

- ◎ 後代検定における調整交配の目的を、「検定済種雄牛作出のための検定娘牛の確保」から、「G評価の信頼性の維持・向上のための最新世代のデータ収集」に見直す。
- ◎ 娘牛生産・配置の仕組みは、現行を基本とする。

20

4. 後代検定の効率化

- ② G評価を活用し、調整交配を行うヤングサイア※は厳選。
- ② 具体的には、調整交配終了後に一般供用するものと、アウトクロスや遺伝率が低い形質等に特徴を有し、娘牛成績の確認が必要なもの等に絞り込んでいく。
 - ⇒ 2023後検は最大90頭（前期45頭、後期45頭）
 - ⇒ 前期は39頭で確定

※) 調整交配後の一般供用が基本となるため、
2023年度から「候補種雄牛」の用語を用いないこととしました。

※) 調整交配は通常精液で行われます。
性選別精液の生産が可能となる月齢の個体差が大きく、
ヤングサイアのメリットである「若さ」が確保できなくなることが理由です。
(なお、雄子牛が生まれた場合には、6千円が交付されます。)

21

- ② その一方で、調整交配協力農家のSNP情報の収集を拡大（ALIC事業を拡充）し、後代検定娘牛の泌乳記録、体型審査、SNP情報をセットで収集。
- ② 検定済種雄牛の国内必要頭数を根拠とした、総合指数トップ40※の推奨を廃止。

※) 総合指数トップ40の推奨は2008年度に開始。
目的であった遺伝的能力に基づく種雄牛選定が定着した中、
検定済種雄牛とヤングサイアを混在させたランキングは適切でない
(それぞれの特徴を踏まえた活用が重要である)ことから、
役割は果たしたと判断。

22

5. 雌牛G評価の迅速化

- ◎ 申込受付・血統確認(日本ホルスタイン登録協会)、SNP検査(家畜改良事業団)、G評価(家畜改良センター)の作業をそれぞれ効率化し、**雌牛G評価を迅速化**。
- ◎ 家畜改良センターは、公式評価(年3回)、中間評価(月1回)に加え、「**速報値**」を週1回提供。(2023-8月評価から)
- ◎ 速報値は、公式評価値と**非常に高い相関(0.99)**。
- ◎ SNP検査の**申し込みから概ね1カ月**で、日本ホルスタイン登録協会のホームページで「速報値」や遺伝子解析情報等が検索可能。

23

遺伝評価の時期

■ 種雄牛

- ◎ **国内種雄牛…GEBV**
 - ➡ 公式評価…年2回(2、8月)公表
- ◎ **若雄牛(ヤングサイア)…GPA**
 - ➡ 公式評価…年2回(2、8月)公表
 - ➡ 中間評価…毎月計算(公式評価後、新たに評価された個体のみ)
 - ➡ (速報値)
- ◎ **海外種雄牛**
 - ➡ 国際評価値(インターバル)を年3回(4、8、12月)公表…**EBV**
 - ➡ 海外ヤングサイアの、日本で計算したG評価値を公表…**GPA**

■ 雌牛

- ◎ **経産牛…GEBV**
 - ➡ 公式評価…年3回(2、8、12月)公表
- ◎ **未經産牛…GPA**
 - ➡ 公式評価…年3回(2、8、12月)公表
 - ➡ 中間評価…毎月計算(公式評価後、新たに評価された個体のみ)
 - ➡ **速報値**…毎週計算(一部簡略した計算手法により計算、評価値はWeb検索)

公式評価、
中間評価に加え、
「速報値」を毎週提供!

※ 速報値は公式評価ではないが、SNP検査の申込から概ね1ヶ月で評価値をWeb検索可能。

24

ゲノミック評価速報

ゲノミック評価速報

登録番号

登録番号 : 1 XXXXXXXXXX 5628 4 生年月日 : 2023.03.16

HH1F HH2F HH3F HH4F HH5F HH6F HPOF

ゲノミック評価成績 2023-08月公表 (08月21日計算分)

総合指数	G +2641	体型形質	
産乳成分	+2498	決定得点	+0.19
耐久性成分	+207	体貌と骨格	-0.31
疾病繁殖成分	-64	肢蹄	-0.02
乳代効果	+107072	乳用強健性	+0.37
長命連産効果	+86652	乳器	+0.35
泌乳形質		高さ	+0.58
乳量	+740kg	胸の幅	+0.54
乳脂量	+0.8%	体の深さ	+0.57

25

6. 情報の拡充

- ◎ 分娩形質(難産率・死産率)のG評価を開始。
 - ▶ ヤングサイアや未経産牛のG評価値が公表される

- ◎ SNP情報を持たない雌牛の「在群能力」の間接評価を開始
 - ▶ NTPの計算でも利用(現在は、便宜的に±0としてNTPを計算)

- ◎ SNP検査で得られる、遺伝子解析情報を拡充進める。
 - ▶ A2(βカゼイン2型)、κカゼイン、βラクトグロブリンなど
 - ▶ HCAJの牛群遺伝情報(Web版)等で遺伝子保因情報を表示

- ◎ 新たな評価形質のG評価を開発中
 - ▶ 耐病性や繁殖性、飼料効率、子牛生存率など

26

遺伝評価の形質

指数	泌乳形質	体型(得点)形質	体型(線形)形質		管理形質
●総合指数	●乳量	●体貌と骨格	●高さ	●前乳房の付着	●体細胞スコア
○産乳成分	●乳脂量	●肢蹄	●胸の幅	●後乳房の高さ	●在群能力
○耐久性成分	●乳脂率	●乳用強健性	●体の深さ	●後乳房の幅	●泌乳持続性
○疾病繁殖成分	●乳蛋白質量	●乳器	● 肋の構造	●乳房の懸垂	●暑熱耐性
●長命連産効果	●乳蛋白質率	●決定得点	●BCS	●乳房の傾斜	●空胎日数
●乳代効果	●無脂固形分量	(5形質)	●尻の角度	●乳房の深さ	●娘牛受胎率(初産)
(6形質)	●無脂固形分率		●坐骨幅	●前乳頭の配置	●気質
	(7形質)		●後肢側望	●後乳頭の配置	●搾乳性
			●後肢後望	●前乳頭の長さ	(8形質)
			●蹄の角度	(19形質)	
					●産子難産率※
					●娘牛難産率※
					●産子死産率※
					●娘牛死産率※
					(4形質)

新たな評価形質の
開発も進んでいます

2023-8月評価から
「鋭角性」が「肋の構造」に変更

※ ゲノミック評価に対応中の形質

(独)家畜改良センター 2023-8月評価 27

ゲノミック情報利活用システム(GenIUS)

GenIUS ゲノミック情報利活用システム

農家名: ホルキョウ タロウ

雌牛リスト

近交状況

改良状況

牛群レベル

未経産牛分布

ゲノミック情報利活用システム(GenIUS)

雌牛遺伝評価・遺伝子保因情報									
登録番号 : 16XXX 2749 8	生年月日 : 2023.02.01	名 号 : カルネーリイ 特選ティ レグ-ト クリスン							
父 牛 : 840 3142352961	母 牛 : JPN 14XXX23782	近交係数 : 9.94	交配予定雌牛との両親平均を計算						
遺伝評価成績 (2023年08月公表) 簡易版(印刷用)はこちら									
形 質	GPI(%R)	%		標準化育種値					
				-2	-1	0	1		2
総合指数 (GNTP)	+2,874	2	低い						高い
乳代効果¥	+90,748	20							
長命連産効果¥	+132,393	34							
産乳成分	+1,976	7							
乳量(kg)	+606 (74)	11	低い						高い
乳脂量(kg)	+63 (74)	13	低い						高い
無脂固形分量(kg)	+84 (57)	6	低い						高い
乳タンパク質量(kg)	+44 (71)	25	低い						高い
乳脂率(%)	+0.42 (81)		低い						高い
無脂固形分率(%)	+0.26 (70)		低い						高い
乳タンパク質率(%)	+0.23 (80)		低い						高い
耐久性成分	+668	2							
高さ	+0.49 (75)		低い						高い
胸の幅	-0.28 (62)		狭い						広い
体の深さ	-1.03 (68)		浅い						深い
肋の構造	-0.87 (56)		悪い						良い

29

7. 理解を深めるための取り組み

- ◎ 国内G評価とヤングサイアに対する理解を深めるため、**わかりやすい資料の作成や情報発信等**を行う。
- ◎ 関係者への**説明や意見交換の場**なども**設定**し、関係者への理解醸成の取り組みを行う。
- ◎ 後代検定の目的や**国内で乳用牛改良を行う意義**など、特に家畜人工授精師等、酪農家に近い技術者の理解を深めるための取り組みを行う。
- ◎ 乳用牛改良推進ブロック会議において、関係者の理解を深めるための説明や意見交換を行う。

30

まとめ

◎ ゲノミック評価の信頼性が向上

- ➔ 後代検定娘牛等の情報は、**偏りのない良質なデータ**
- ➔ **参照集団に追加**することで、G評価の**信頼性が大幅に向上**

◎ ヤングサイアを積極的に活用

- ➔ G評価の信頼性が向上し、**ヤングサイアの信頼度が大きくアップ!**
- ➔ 検定済種雄牛とヤングサイアを**バランス良く利用**して、改良を加速化

◎ 雌牛のG評価を迅速化

- ➔ 申し込みから**1ヶ月でG評価結果が判明** (速報値をWeb検索)
- ➔ 「**速報値**」を毎週提供。
同時に、ハプロタイプや遺伝子解析情報も提供。

◎ 後代検定を効率化

- ➔ 後代検定に参加する**ヤングサイアをより厳選**
- ➔ 協力農家の**SNP、泌乳、体型の情報収集を拡大**

31

【酪農家・関係者の皆様へ】

- ◎ 大事なのは、**国内の飼養環境下で発揮される能力**です。その評価値を得るためのゲノミック評価の信頼性の維持・向上のためには、**国内の最新世代のSNP検査、牛群検定、体型調査の情報**が必要です。
- ◎ 後代検定の**調整交配は、その最新世代の情報収集が目的**です。いち早く新しいヤングサイアを無料で利用でき、SNP検査も無料で受けることができます。
- ◎ 日本では、40年にわたり、**全国の酪農家と関係者が連携・協力し、国内の飼養環境等に合った国産種雄牛を作ってきました**。それによって、遺伝資源を海外に依存するリスクも抑えられてきました。

32