

乳用牛後代検定事業推進研修会

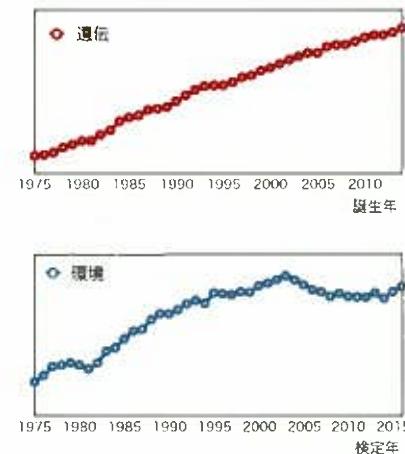
乳牛の改良と後代検定

北海道乳牛改良委員会

(公社) 北海道酪農検定検査協会
乳牛検定部 電算課 山口 諭2018年12月10日
網走農業会館

泌乳量増加の要因

- ・人工授精技術（1960年代 液結精液の普及）
- ・受精卵移植技術（1980年代以降）
- ・飼養管理技術
- ・後代検定
- ・牛群検定
- ・体型審査
- ・遺伝評価
- ・施設の改善
- ・飼料の改善



泌乳量の年次推移

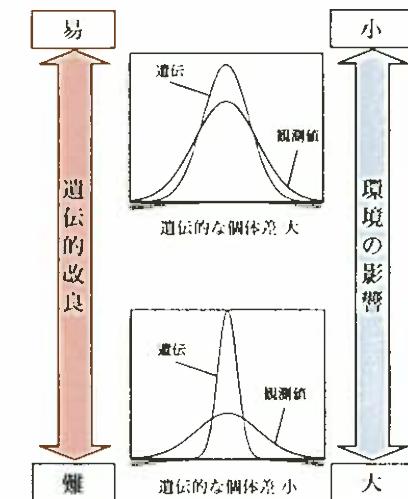
経産牛1頭当たり乳量 (全国)



経産牛1頭当たり乳量は、ここ40～50年間で約2倍となる約4,000kg増加した
特に牛群検定開始以降の伸びが著しい

開始年	終了年	直線回帰の傾き(kg)	備考
1960	1974	24	牛群検定開始前
1975	2013	103	牛群検定開始後
1970	1979	72	
1980	1989	148	
1990	1999	106	
2000	2009	86	

遺伝率

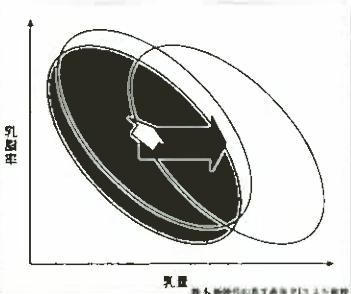
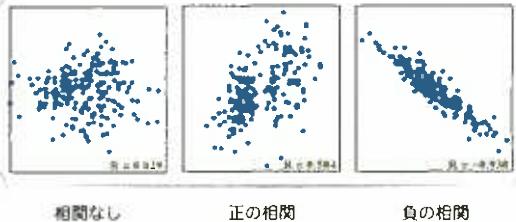


遺伝的要因と環境的要因の両方が改善

遺伝相関

ある形質を改良した際にそれに伴って改良を意図しない他の形質がどの程度変化するか（遺伝的相関反応）

乳量と乳成分量は正の遺伝相関
乳量と乳成分率は負の遺伝相関



負の相関関係にある形質を同時に改良するには労力を要する

間接選択

遺伝率の低い形質を改良する場合には、直接改良するよりもそれと遺伝相関が高く遺伝率の高い他の形質を改良した方が効率が良い場合もある

5

親から子への遺伝

両親平均 (Parent Average : PA)

記録を持たない個体は、両親のEBVの平均値を遺伝的能力の指標とする

- ・親の遺伝子の半分 (50%) が子へ受け継がれる
- ・推定育種価も親の半分が子へ受け継がれる（平均）

$$PA = (\text{父親のEBV} + \text{母親のEBV}) / 2$$



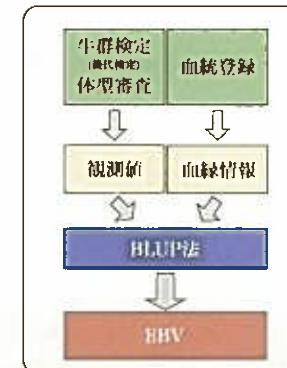
7

遺伝的能力

推定育種価 (Estimated Breeding Value : EBV)

個体の遺伝的能力の推定値

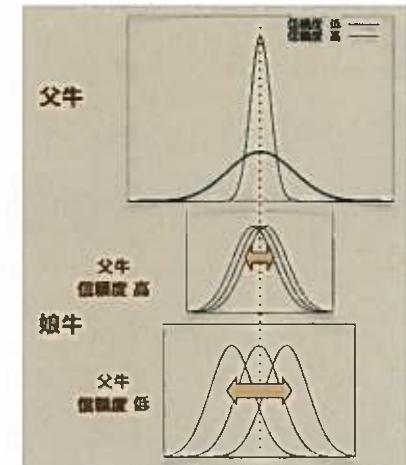
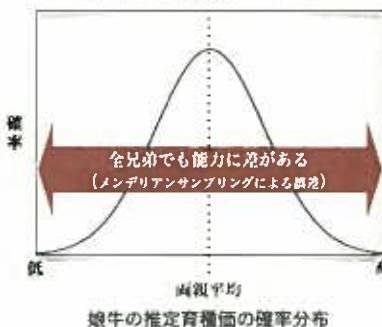
EBVは目に見えないため観測値と血縁情報から統計的な手法により推定
通常、遺伝ベースからの差 (+/-) として表現



乳牛の改良

娘牛の推定育種価の変動要因

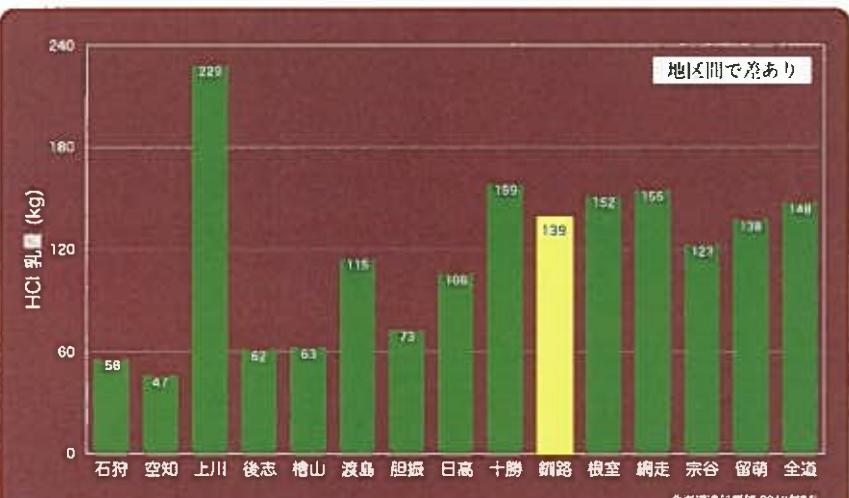
受け継がれる遺伝子はランダム



信頼度が高いほど娘牛の分布の中心が変動しづらい (平均値が安定)

8

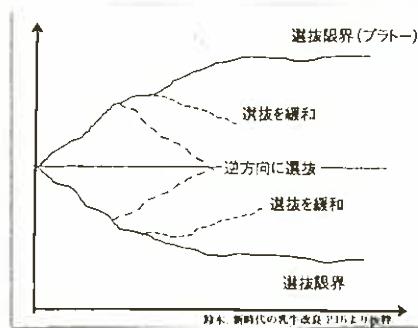
在籍牛における乳量の遺伝的能力



選抜限界と遺伝的恒常性

選抜限界

- 選抜しても改良しない状態
- ・遺伝的変異の喪失（遺伝子の固定）



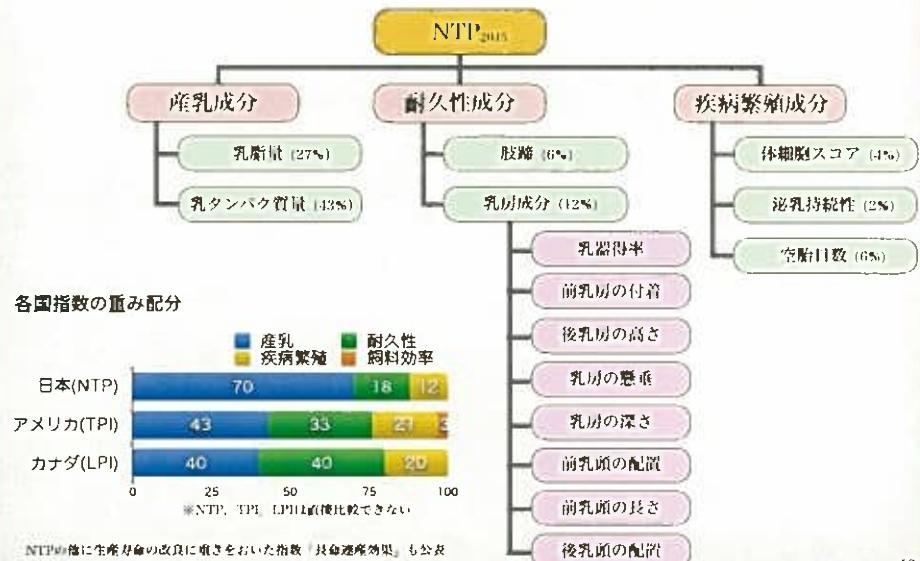
遺伝的恒常性

選抜限界の前に選抜をやめると元の平均値へ戻ろうとする

乳量の改良をやめてしまうと乳量の遺伝的能力は低下していく

総合指標 (NTP : NIPPON TOTAL PROFIT INDEX)

日本の乳牛を効率よく改良するための指標（改良目標を実現）



MACE (多形質国際間評価)

国際種雄牛評価値

インターブル参加各国の遺伝評価値から
各國それぞれの飼養環境
(飼養管理方法、気候、施設など)に
応じた遺伝的能力を再計算した評価値

国内評価

AI国	ランキング
1位：種雄牛A1	
2位：種雄牛A2	
3位：種雄牛A3	

国	ランキング
1位：種雄牛B1	
2位：種雄牛B2	
3位：種雄牛B3	

国間の遺伝相関

	カナダ	オランダ	アメリカ
乳量	0.94	0.92	0.93
乳霜量	0.92	0.89	0.90
乳タンパク質量	0.91	0.87	0.91
乳器得率	0.93	0.86	0.93
肢蹄得率	0.87	0.63	0.86

2017年1月

MACE

(インターブルの国際評価)

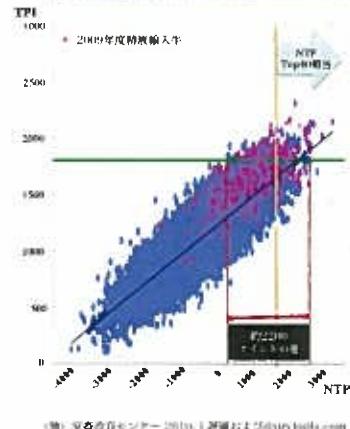
AI国	ランキング
1位：種雄牛A1	
2位：種雄牛B3	
3位：種雄牛A2	
4位：種雄牛A3	
5位：種雄牛B2	
6位：種雄牛B1	

国	ランキング
1位：種雄牛A3	
2位：種雄牛B1	
3位：種雄牛A1	
4位：種雄牛B2	
5位：種雄牛B3	
6位：種雄牛A2	

MACE (多形質国際間評価)

国際種雄牛評価値

海外の遺伝評価値が高くとも
日本で高くなるとは限らない



日本に娘牛がない（少ない）場合でも
日本の環境で発揮される遺伝的能力がわかる

国内種雄牛と海外種雄牛の直接比較が可能

輸入精液を使用する際に活用
(ヤングブルは対象外)

13

まとめ (乳牛の改良)

- ・乳牛の改良に牛群検定・体型審査・後代検定が貢献
記録の収集システムが極めて重要
- ・遺伝的改良は遺伝率の影響をうける
- ・NTPは同時に複数の形質を改良出来る
- ・海外で優秀な成績でも日本で能力を発揮するとは限らない
(海外の成績が低いものが日本で能力を発揮することはない)

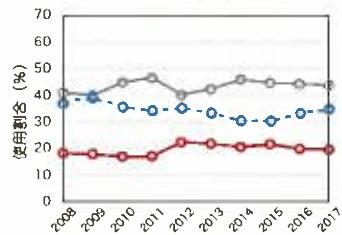
乳牛の改良

14

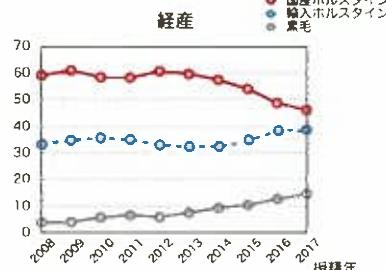
北海道における精液使用状況

精液使用割合

未経産



経産



2017年と2012年の精液使用本数の差

	未経産	経産
国産ホルスタイン	-823	-132,166
輸入ホルスタイン	7,537	39,416
黒毛	15,325	68,188

国産ホルスタイン精液の使用量低下

北海道の牛群検定記録から集計 15

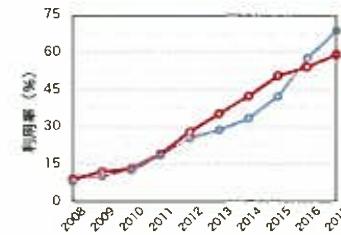
北海道における性選別精液使用状況

(乳用種精液)

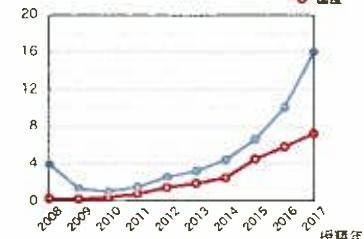
後代検定

精液使用割合

未経産



経産



2017年における性選別精液使用本数

	未経産	経産
国産ホルスタイン	22,300	26,955
輸入ホルスタイン	45,882	49,599

国産の性選別精液の使用量が少ない

北海道の牛群検定記録から集計 16

後継雌牛の生産

性選別精液の利用

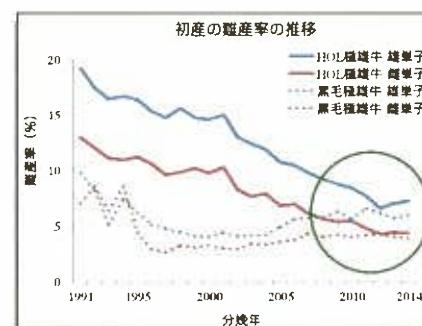
未経産牛への利用推奨 (特に初回授精)

- ・受胎率
- ・難産の軽減

+

- ・世代間隔の短縮による改良効率の向上

F1の生産 → 世代間隔の延長



F1の雄よりHOLの雌の方が安産傾向

分娩難易コード(3以上を難産と定義)

1: 分娩なしの自然分娩	3: 2~3人を必要とした助産
2: ごく軽い介助	4: 数人を必要とした難産
	5: 外科処置を必要とした難産 又は分娩時母牛死亡

質の高い後継牛の確保

(将来の生乳生産量増加)

17

遺伝的改良量

$$\text{年当たりの遺伝的改良量} = \frac{\text{選抜強度} \times \text{選抜の正確度} \times \text{相加的遺伝標準偏差}}{\text{世代間隔}}$$

選抜強度が強い

多くの候補種雄牛から選抜

選抜の正確度が高い

信頼度の高い評価値の利用

→ 改良効率のUP

世代間隔が短い

若齢時に後継牛を作出

18

後代検定の背景

雄は泌乳記録を持たない

血縁関係にある個体（娘牛）の観測値から遺伝的能力を予測（間接検定）

雄の改良への貢献度は大きい

交配に用いられる種雄牛は雌よりもかなり少ない

人工授精（凍結精液の普及）→ 少数の種雄牛に利用が集中

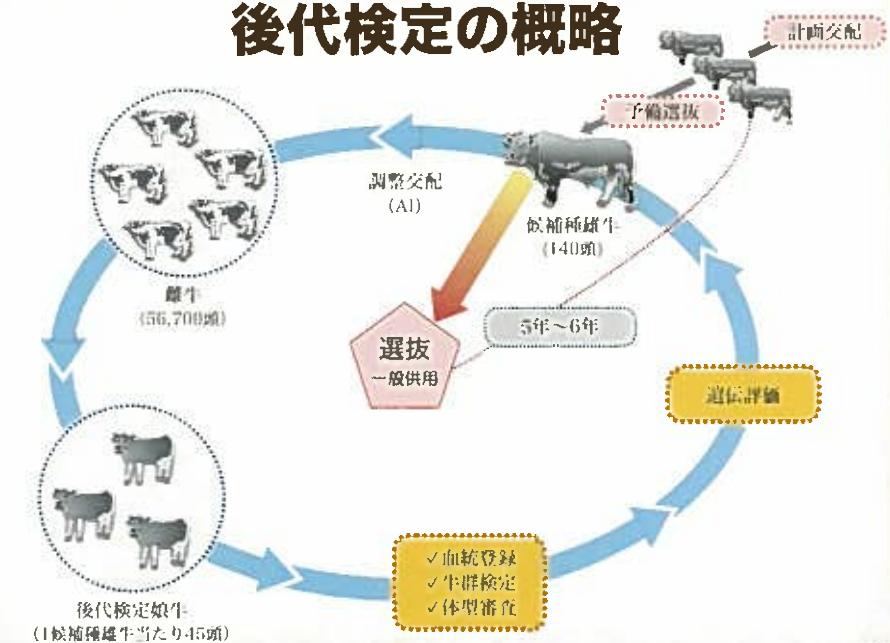
後継牛	種雄牛 (76%)	種雄牛の父牛 (43%)
	雌牛 (24%)	種雄牛の母牛 (33%)
	種雄牛の父牛 (18%)	種雄牛の母牛 (6%)

後継牛の遺伝的改良量に及ぼす4経路の貢献度

コーンELL大学 (1970)

18

後代検定の概略



19

後代検定をめぐる制度の変遷

27後検～29後検

	変更前	→	変更後
候補種雄牛	185頭	25頭減	160頭
調整交配頭数	83,250頭	11,250頭減	72,000頭

前期 80頭
後期 60頭

30後検～

	変更前	→	変更後
候補種雄牛	160頭	20頭減	140頭
娘牛数	50頭	5頭減	45頭
調整交配頭数	72,000頭	15,300頭減	56,700頭

(内訳) 9,000 + 6,300 = 15,300
候補種雄牛 娘牛数

21

諸外国の後代検定頭数

2011年4月時点の各国の状況

	アメリカ カナダ	ドイツ	北欧 ^{†1}	ニュージー ランド ^{†2}	オランダ	オースト ラリア	アイル ランド	フランス
若達牛SNP 検査頭数 (A)	13,070	6,000	1,800	1,500	2,100	300	1,000	12,000～ 15,000
後代検定頭数 (B)	2,000	約500	175	160	140	100	70	0
一次選抜率 (A/B)	6.5	12.0	10.3	9.4	15.0	3.0	14.3	-
各国総合指数 Top20に 入る若雄牛	20	17	12	20	11	11	10	20

†1: デンマーク、スウェーデン、フィンランド

†2: ホルスタインのはかジャージーと交雑種を含む

Price et al. 2012

22

後代検定への協力により支払われるお金

後代検定

	金額	対象
精液保管配達	206円/本	授精所 (Nosai、JA、開業授精師)
産子事故	調査謝金	20,000円 組合
	協力農家謝金	30,000円 農家
調整交配促進	500円/受胎牛	組合
後代検定娘牛 保留強化 [†]	A4検定 10,000円/データ採用牛 AT検定 9,000円/データ採用牛	農家

[†] 25後検の娘牛まで

AI団体の拠出金により支払い

23

娘牛保留に係る奨励処置の推移

後代検定

25後検までは遺伝評価データが採用された際に補助金が支払われる（初産終了まで検定）

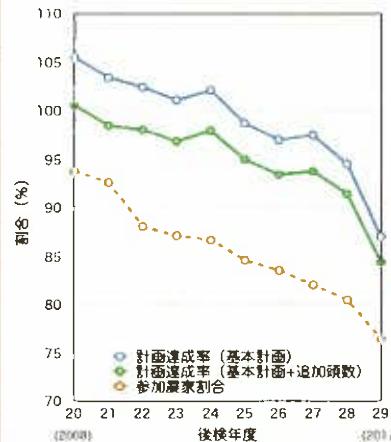
後検年度	採用年度	A4	AT
15後検	H19～H20	45,000	40,000
16後検	H20～H21	40,000	36,000
17後検	H21～H22	36,000	32,000
18後検	H22～H23	20,000	18,000
19後検	H23～H24	20,000	18,000
20後検	H24～H25	20,000	18,000
21後検	H25～H26	20,000	18,000
22後検	H26～H27	20,000	18,000
23後検	H27～H28	20,000	18,000
24後検	H28～H29	10,000	9,000
25後検	H29～H30	10,000	9,000
26後検	H30～H31	0	0

24後検と25後検はAI事業体の拠出金のみ

24

後代検定協力割合の低下

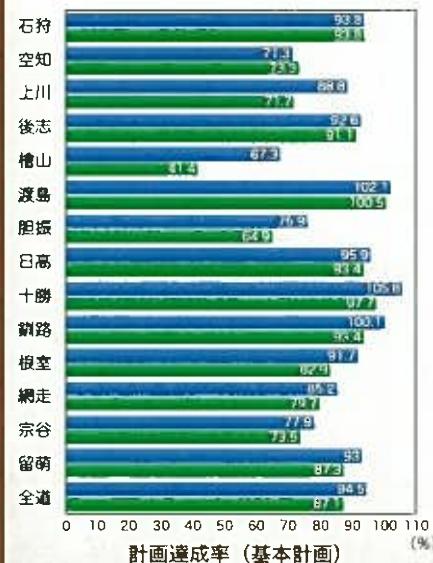
(国産種雄牛存続の危機)



後代検定計画達成率と参加農家割合

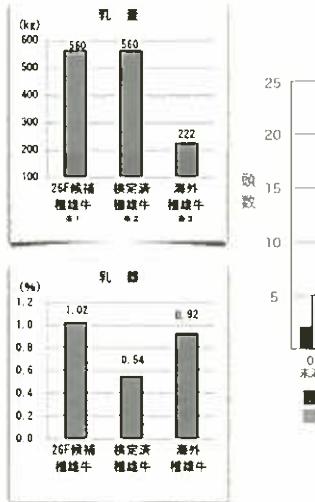
後代検定

地区別の後代検定協力割合



後代検定

候補種雄牛の能力



※1 2009年8月評議において、公表基準（30牛群15頭）に達した出荷検（認明）候補種雄牛

※2 2014年8月評議に候補種牛であった検定済み種雄牛

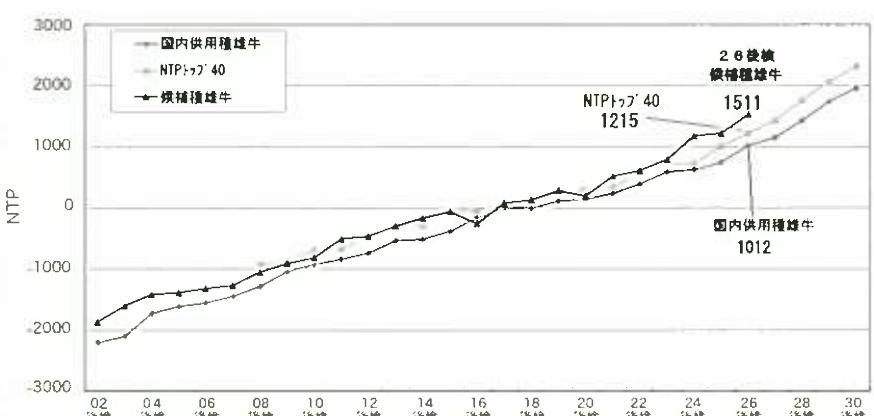
※3 2014年10月～2015年8月の間に利用された海外候補雄牛のうち、

国内において生産された検定記録を持つ頭牛が1頭以上いるもの

後代検定

後代検定

候補種雄牛の能力



候補種雄牛と国内供用種雄牛の遺伝的能力の推移 (NTP)

後代検定

27

28

調整交配

1頭の娘牛を得るために9頭に調整交配

データ採用 娘牛	調整交配 実施率	受胎率	生産率	性比	検定 加入率	分娩率	データ 採用率	調整交配 頭数								
1	+	1.00	+	0.50	+	0.90	+	0.40	+	0.75	+	0.90	+	0.90	=	9.145

調整交配対象牛

- ・立会検定、自動検定農家の血縁が明らかな検定牛（ホルスタイン種）
- ・分娩まで飼養が見込まれる牛群検定牛

調整交配実施時の注意点

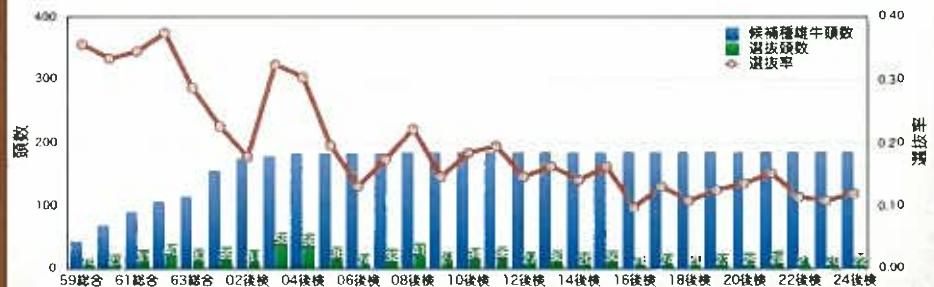
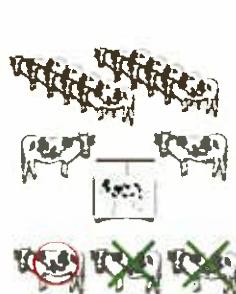
- ・調整交配精液の選定は人工授精師が行う
→ ランダム性確保のため検定農家による選定不可
- ・連注、再発時には、同一の候補種雄牛の精液を使用する
- ・2本の調整交配精液で受胎しなかった雌牛は、調整交配を中止する

29

種雄牛の選抜

- ・総合指数の上位牛を選抜し一般供用

NTP40位以内を選抜する
➡ この選抜率はある程度高い方が望ましい



31

調整交配近交情報

帳票



後代検定調整交配近交情報

Web



牛群検定 Web システム

7.20%以上の近交となる交配一覧

候補種雄牛、検定牛からの検索
近交係数、授精状態による絞り込み
並び替え
CSV、PDFへの出力

30

後代検定のメリットとデメリット

改良面

メリット	遺伝評価値の信頼度が高い（娘牛の確保） 能力の高い種雄牛を一般供用することによる遺伝的改良の促進
デメリット	時間がかかる（早期選抜ができない → 世代間隔を短縮できない） コストがかかる（持機期間の間、候補種雄牛を飼養しなければならない）

運用面

メリット	調整交配精液が無料 優秀な遺伝資源の先取り 一般供用時の精液優先配布 後代検定娘牛のSNP検査が無料（ALIC事業） 後代検定への協力による収入（組合運営経費など）
デメリット	精液の選定ができない 候補種雄牛の遺伝的能力評価値の信頼度が低い 雄牛が生まれることによる機会損失の発生

32

後代検定廃止による弊害・リスク

精液安定確保への不安

- ・輸入精液の価格上昇と品質の低下
- ・有事の際の輸入停止
　　海外における家畜伝染病発生、戦争、政治的圧力、・・・
- ・遺伝疾患などの流入リスク

改良の方向性への不安

- ・国の改良目標に沿った種雄牛を供給できない
　　改良方向を他国に依存（総合指標の重み付けは各國で異なる）

遺伝評価値の活用時の不安

- ・日本の飼養環境や気候で能力を發揮できる種雄牛が確認がない
- ・種雄牛評価値の精度低下
　　データが集まらない

国内による種雄牛造成が必要