

令和元年度

酪農経営支援総合対策事業
(乳用牛改良増殖推進事業：遺伝的能力向上対策事業)
に係る現地勉強会(濃密研修会) 資料

令和2年2月

一般社団法人家畜改良事業団

目 次

【講 演】

- ・家畜改良増殖目標と遺伝的改良…………… 1

酪農学園大学 農食環境学群 循環農学類 家畜育種学 教授 寺脇 良悟 氏

【講 演】

- ・牛の乳房炎の抱える問題と選択的乾乳期治療を考える…………… 43

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構 動物衛生研究部門
病態研究領域 上級研究員 菊 佳男 氏

家畜改良増殖目標と遺伝的改良

講師：酪農学園大学 農食環境学群 循環農学類 家畜育種学
教授 寺脇 良悟 氏

家畜改良増殖目標 と 遺伝的改良



酪農学園大学 寺脇良悟

1

目次

- 家畜改良増殖目標
 - ✓ 家畜改良増殖目標
 - ✓ 酪農をめぐる最近の情勢
 - ✓ 遺伝的改良の現状

- これからの遺伝的改良の方向
 - ✓ NTP
 - ✓ 遺伝的改良量
 - ✓ ゲノミック選抜
 - ✓ まとめ

2

家畜改良増殖法 (昭和25年5月27日法律第209号)

第1章 総則

(目的)

第1条 この法律は、**家畜の改良増殖を計画的に行う**ための措置・・・

(家畜の改良増殖の促進と家畜の導入)

第2条

2

3

第1章 総則

(目的)

第1条 この法律は、**家畜の改良増殖を計画的に行うための措置**並びにこれに関連して必要な種畜の確保及び家畜の登録に関する制度、家畜人工授精及び家畜受精卵移植に関する規制等について定めて、家畜の改良増殖を促進し、もつて畜産の振興を図り、あわせて農業経営の改善に資することを目的とする。

(家畜の改良増殖の促進と家畜の導入)

第2条 国及び都道府県は、家畜の改良増殖の促進に有効な事項については、これを積極的に行わなければならない。

2

国及び都道府県は、前項の規定により、家畜の改良増殖の促進に有効な事項として、助成等の援助措置を講じ又は指導を行なうに当たっては、有畜農家育成基準に準拠して家畜の導入を行なう農業者に優良な資質を有する家畜の導入が行なわれることとなることその他当該援助措置又は指導が家畜を導入してその農業経営の改善を図る農業者の当該経営の改善の促進に資することとなるように努めるものとする。

3

前項の有畜農家育成基準は、農業経営の改善を図るため、**第3条の2第1項の家畜改良増殖目標**、農業経営の状況及び改善の目標等を勘案して農林水産大臣が有畜農業経営の育成に関して定める基準とする。

3

家畜の改良増殖に関する目標等

(家畜改良増殖目標)

第3条の2 農林水産大臣は・・・、その**改良増殖に関する目標** (以下「**家畜改良増殖目標**」という。) **を定め、これを公表しなければならない。**

2

家畜改良増殖目標は、家畜の**能力、体型、頭数等**についての一定期間における**向上に関する目標を定めるものとし、その期間における家畜の飼養管理及び利用の動向並びに畜産物の需要の動向に即するものでなければならない。**

第1章の2 家畜の改良増殖に関する目標等

(家畜改良増殖目標)

第3条の2 農林水産大臣は、政令で定めるところにより、牛、馬、めん羊、山羊、豚及び政令で定めるその他の家畜(次章及び第3章を除き、以下単に「家畜」という。)につき、その種類ごとに、その**改良増殖に関する目標**(以下「**家畜改良増殖目標**」という。)を定め、これを公表しなければならない。

2

家畜改良増殖目標は、家畜の能力、体型、頭数等についての一定期間における向上に関する目標を定めるものとし、その期間における家畜の飼養管理及び利用の動向並びに畜産物の需要の動向に即するものでなければならない。

3

農林水産大臣は、家畜改良増殖目標を定めようとするときは、食料・農業・農村政策審議会の意見を聴かななければならない。

4

家畜改良増殖法施行令 (昭和25年8月19日政令第269号)

(家畜改良増殖目標)

第3条 法第3条の2第1項の家畜改良増殖目標は、**おおむね5年をこえない範囲**で農林水産大臣が定める期間ごとに、**その後の10年間につき定める**ものとする。

(家畜改良増殖目標)

第3条 [法第3条の2第1項](#)の家畜改良増殖目標は、**おおむね5年をこえない範囲内**で農林水産大臣が定める期間ごとに、**その後の10年間**につき定めるものとする。

5

家畜改良増殖目標

「家畜改良増殖目標」は、「家畜改良増殖法」に基づき、家畜の**能力、体型、頭数等の10年後の目標**について定めるものであり、本目標に即して、都道府県が「改良に関する計画」を定めることができます。またこれに準じて、鶏の改良増殖に携わる関係者の指針として、「鶏の改良増殖目標」を定めています。なお、農林水産省は、家畜改良増殖目標及び鶏の改良増殖目標の見直しを**概ね5年ごと**に行っています。

6

遺传的改良の大きさ

家畜の改良増殖
を計画的に行う

$$\Delta G = h^2 \Delta P$$

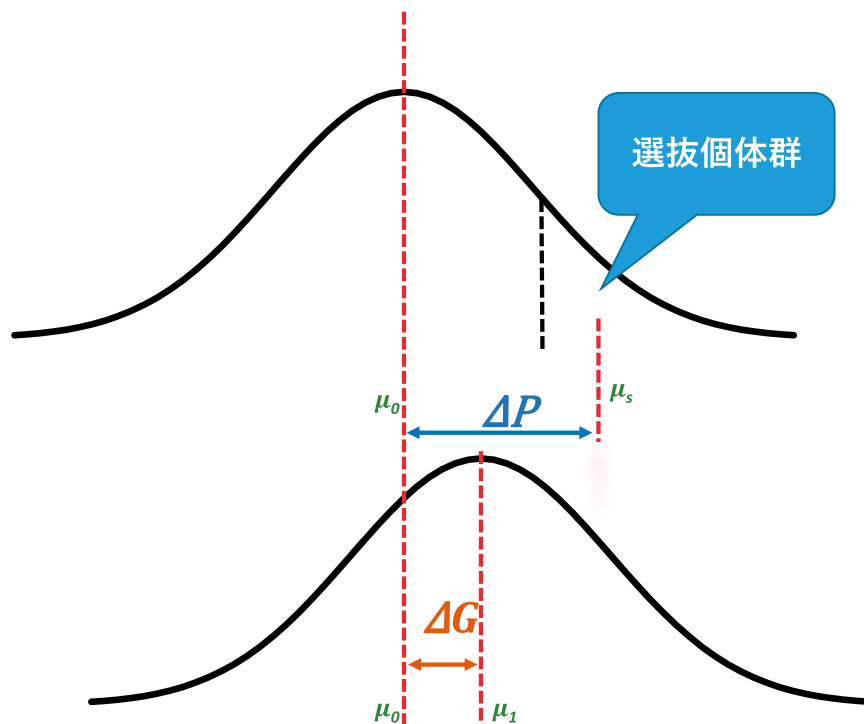
ΔG : 遺传的改良量

h^2 : 遺伝率

ΔP : 選抜差

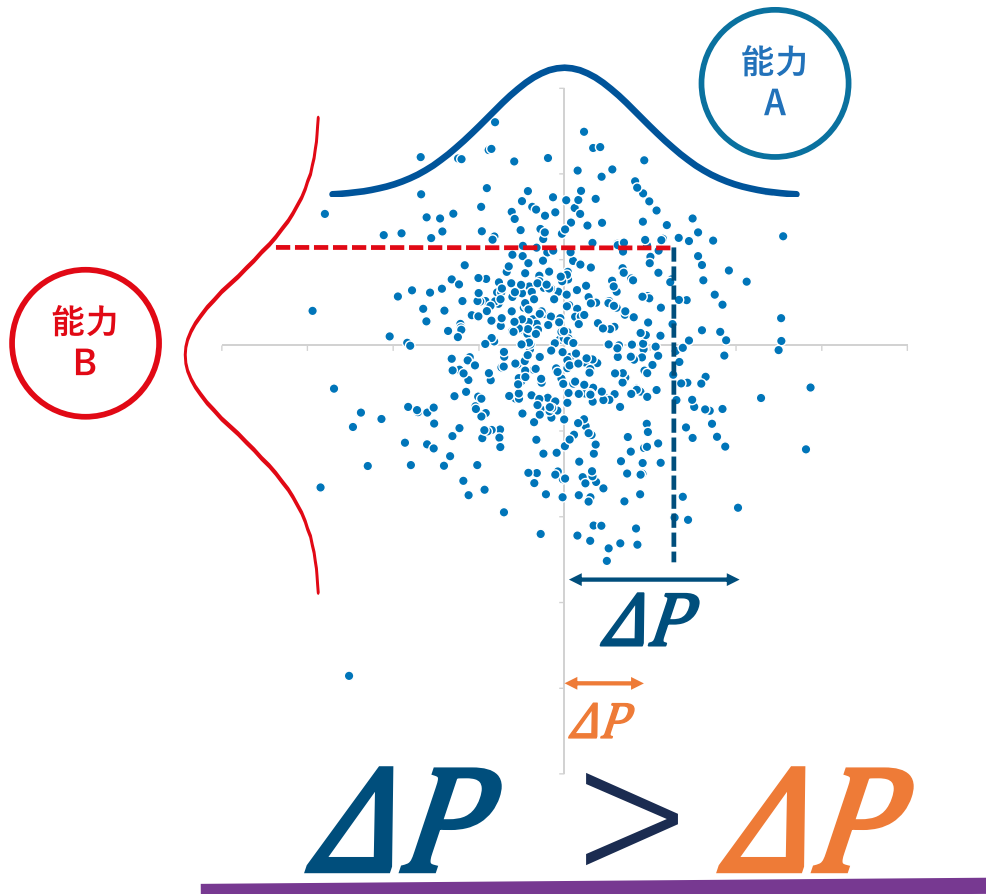
7

遺传的改良の大きさ



8

遺伝的改良の大きさ



9

最近の牛乳乳製品をめぐる情勢について

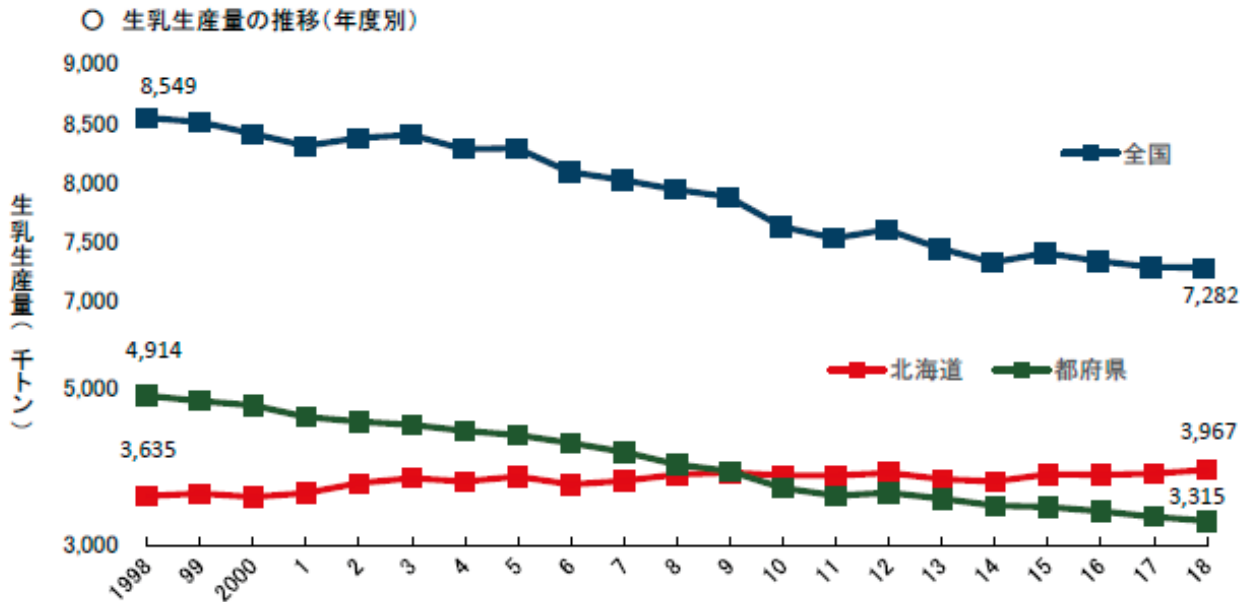
生産局畜産部牛乳乳製品課
2019年12月
農林水産省

その期間における家畜の飼養
管理及び利用の動向並びに畜
産物の需要の動向に即するも
のでなければならない

10

最近の牛乳乳製品をめぐる情勢について

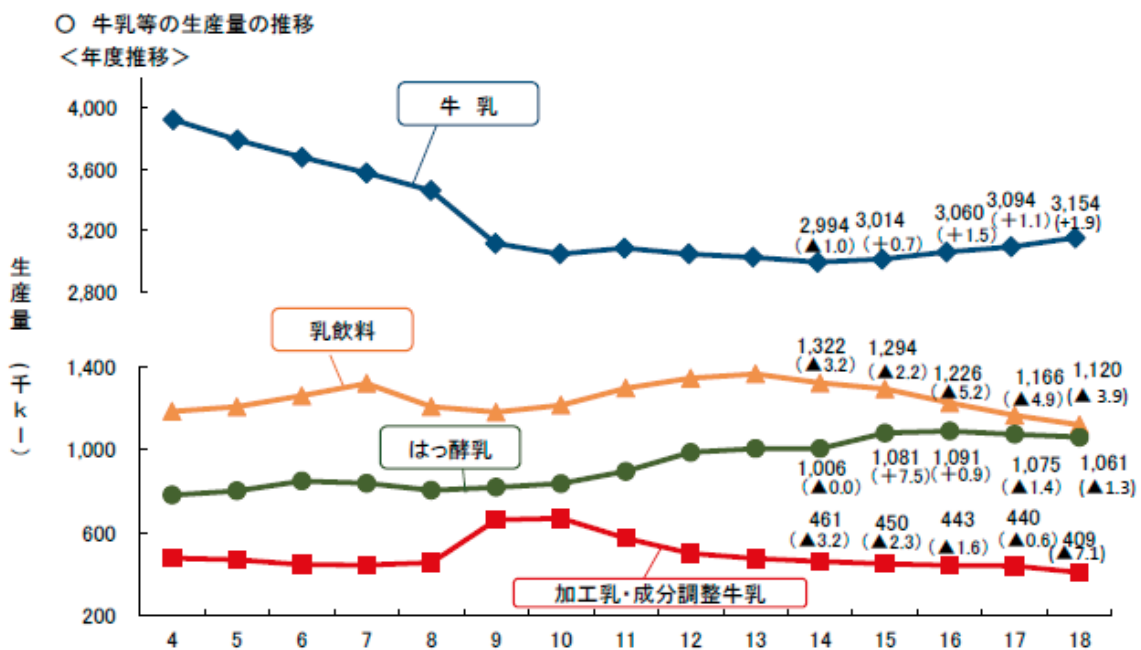
生産局畜産部牛乳乳製品課
2019年12月
農林水産省



11

最近の牛乳乳製品をめぐる情勢について

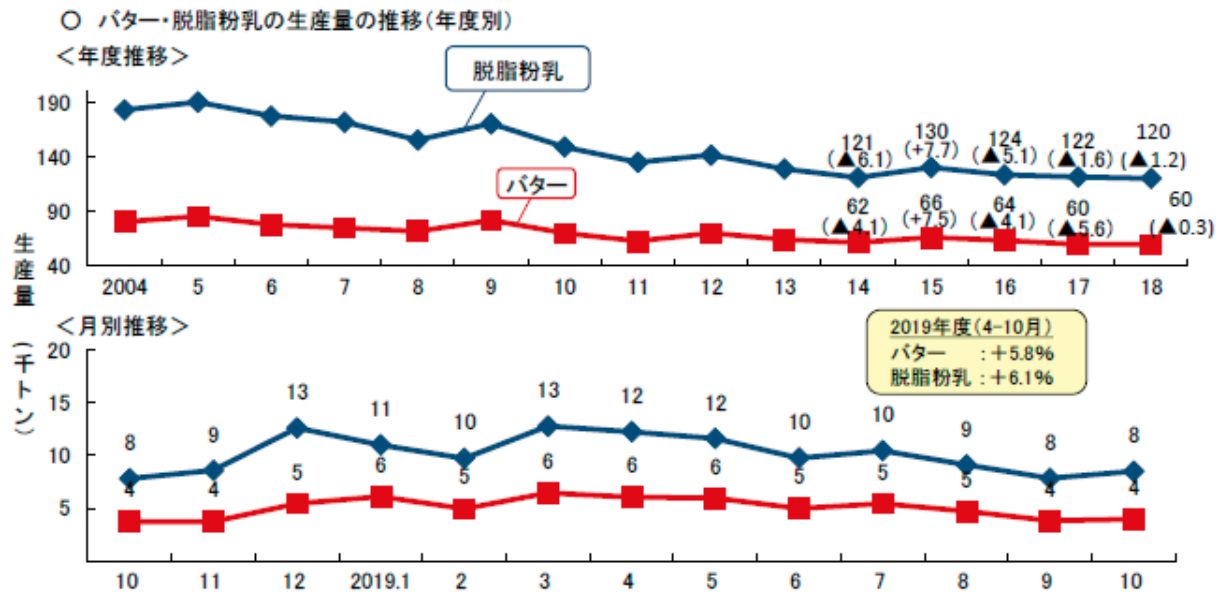
生産局畜産部牛乳乳製品課
2019年12月
農林水産省



12

最近の牛乳乳製品をめぐる情勢について

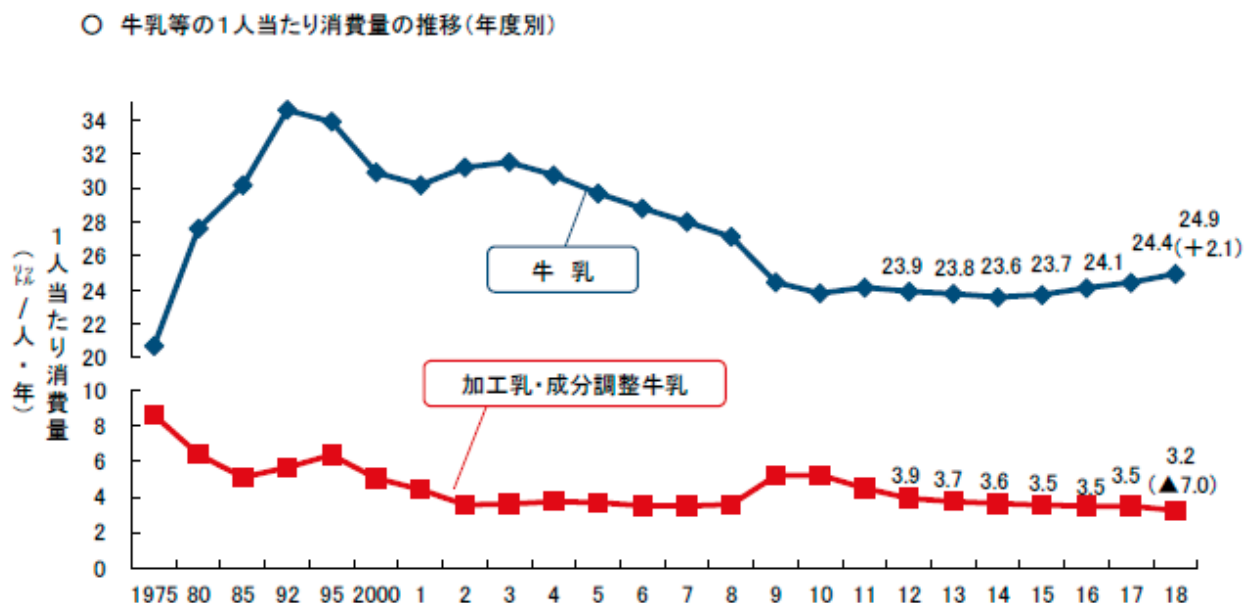
生産局畜産部牛乳乳製品課
2019年12月
農林水産省



13

最近の牛乳乳製品をめぐる情勢について

生産局畜産部牛乳乳製品課
2019年12月
農林水産省

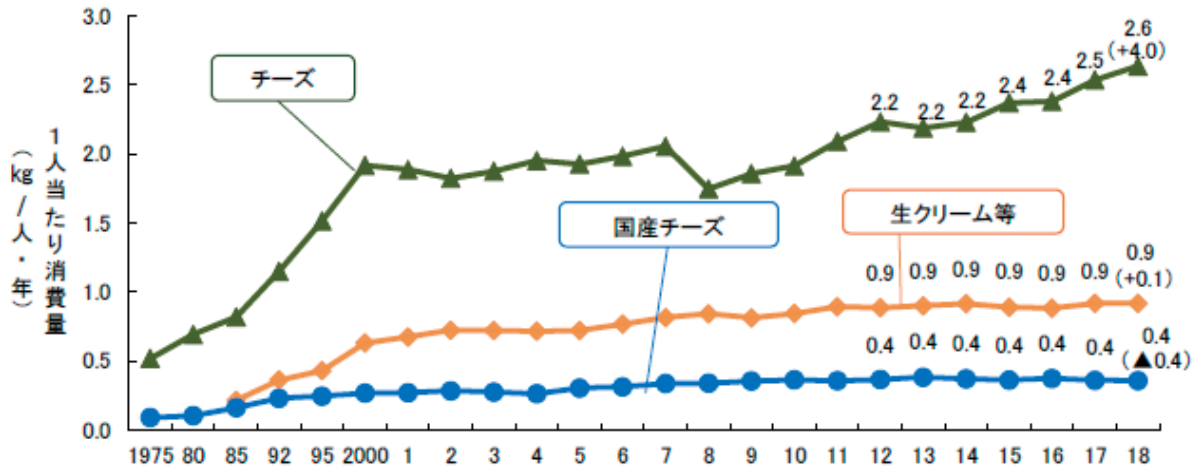


14

最近の牛乳乳製品をめぐる情勢について

生産局畜産部牛乳乳製品課
2019年12月
農林水産省

○ チーズ、生クリーム等の1人当たり消費量の推移(年度別)



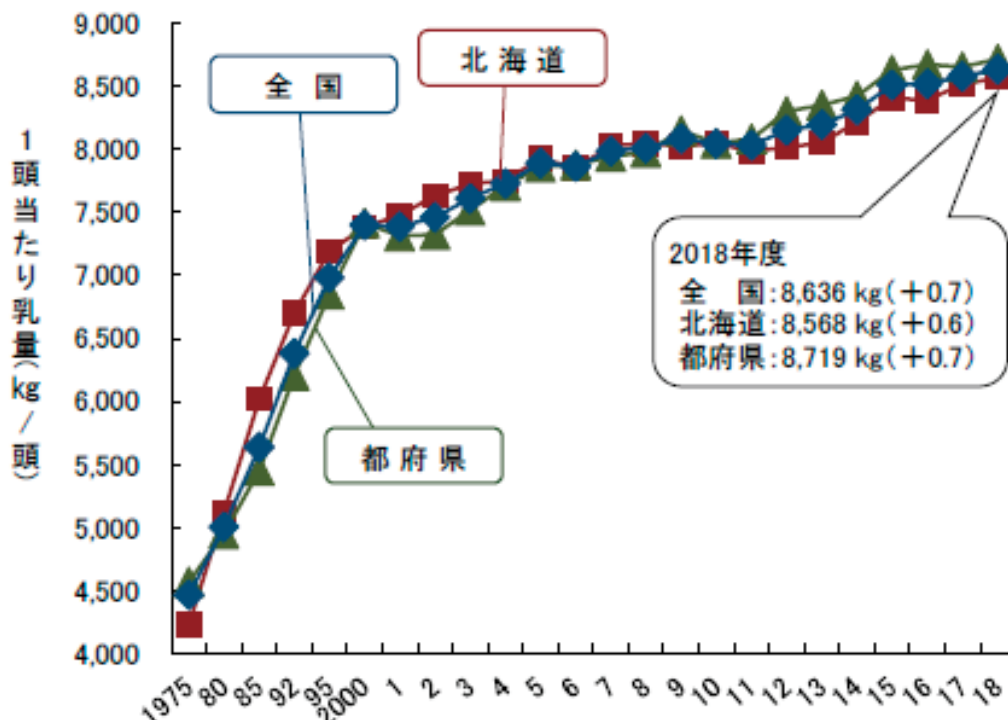
資料:農林水産省「牛乳乳製品統計」、「食料需給表」、「チーズの需給表」、総務省「人口推計」
注1:牛乳及び加工乳・成分調整牛乳の消費量は、15年度以降新しい調査定義に基づいており、以前の数値と連続しない。
注2:1人1年当たり消費量は、1年当たり生産量(又は需要量)/2018年度10月1日現在の総人口。
注3:国産チーズ消費量は、牛乳乳製品課推計。

15

最近の牛乳乳製品をめぐる情勢について

生産局畜産部牛乳乳製品課
2019年12月
農林水産省

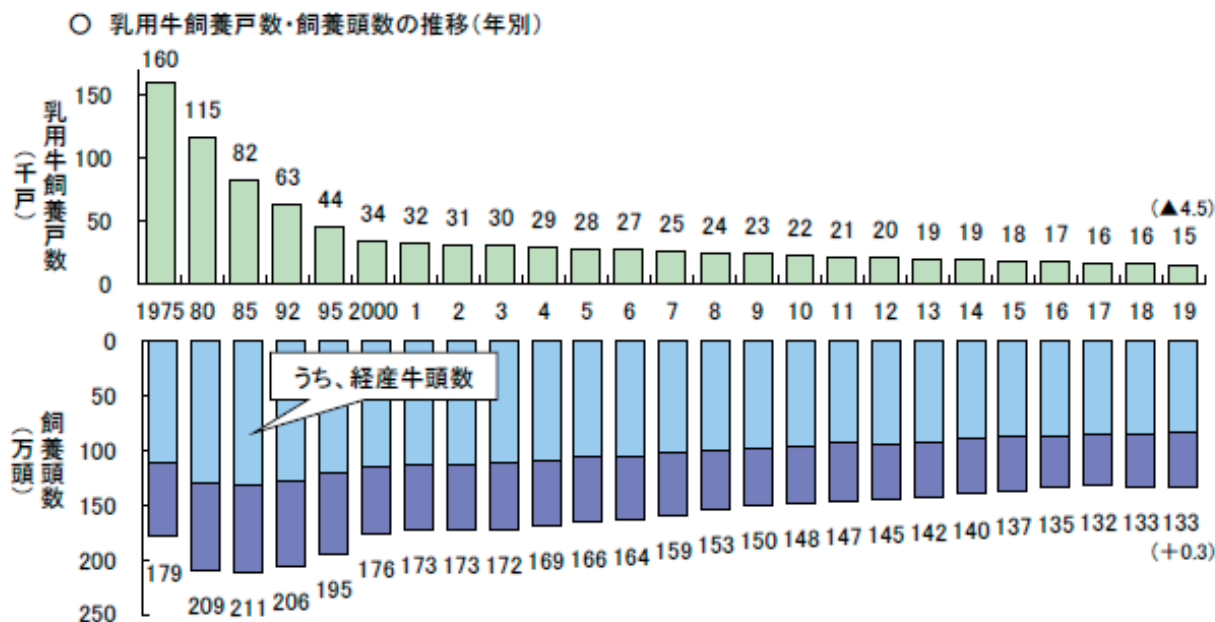
○ 経産牛1頭当たり乳量の推移(年度別)



16

最近の牛乳乳製品をめぐる情勢について

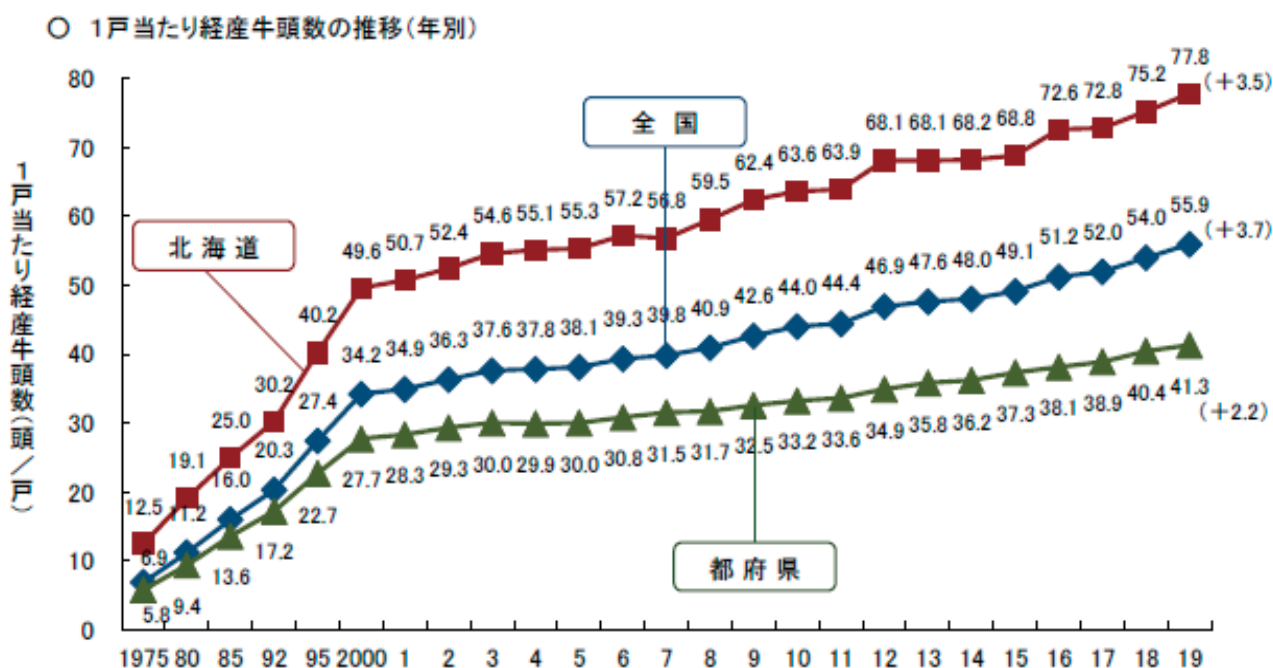
生産局畜産部牛乳乳製品課
2019年12月
農林水産省



17

最近の牛乳乳製品をめぐる情勢について

生産局畜産部牛乳乳製品課
2019年12月
農林水産省



資料：農林水産省「畜産統計」、「牛乳乳製品統計」

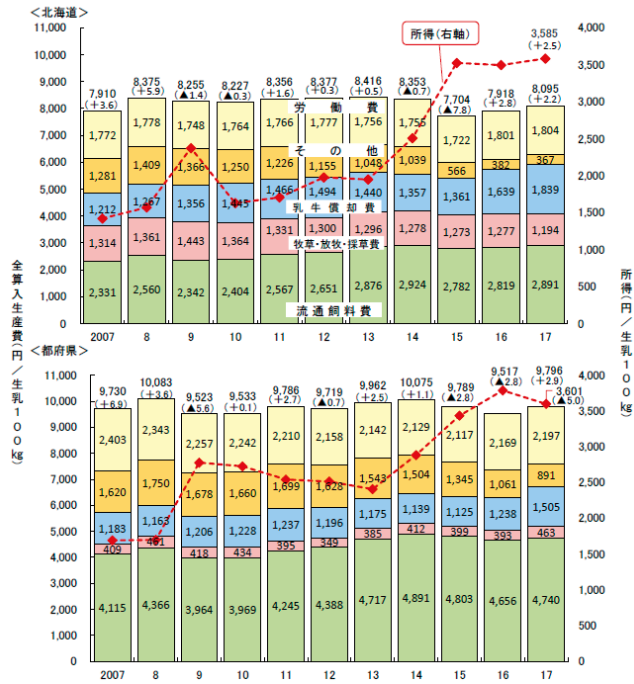
注：各年とも2月1日現在の数値である。ただし、経産牛1頭当たり乳量は年度の数値である。

18

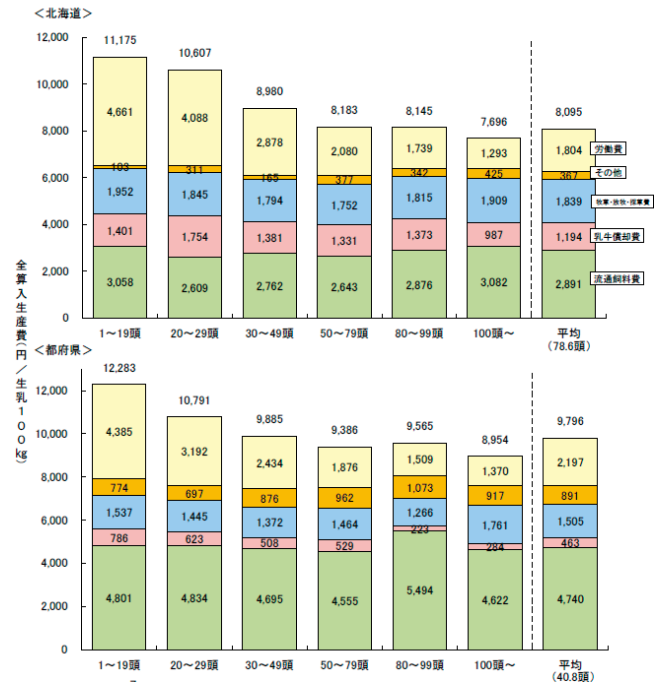
最近の牛乳乳製品をめぐる情勢について

生産局畜産部牛乳乳製品課
2019年12月
農林水産省

○ 実搾乳100kg当たり全算入生産費と所得の推移(年度別)



○ 実搾乳100kg当たり飼養頭数規模別全算入生産費(2017年度)

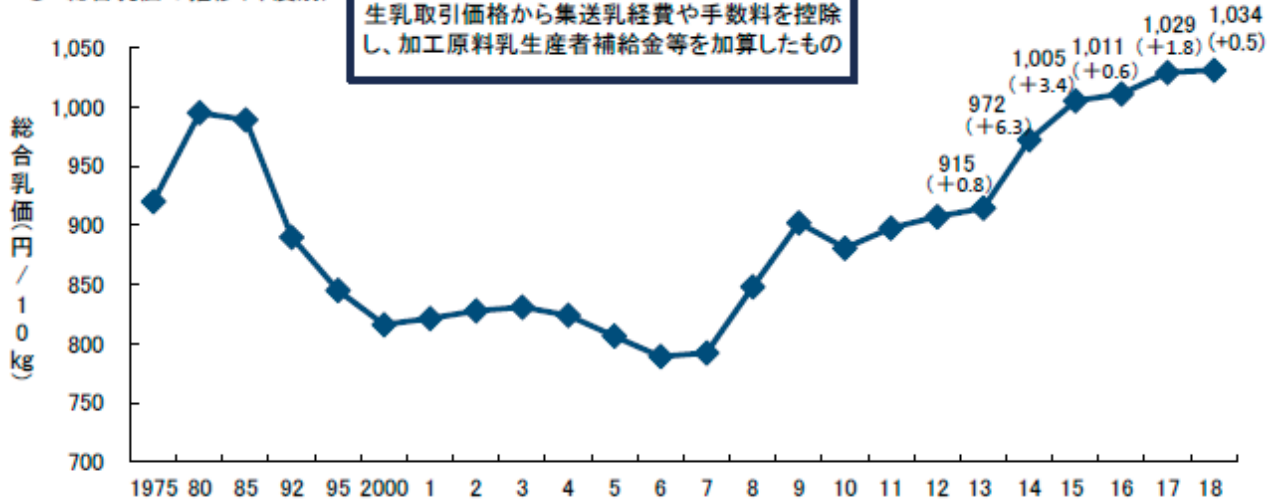


19

最近の牛乳乳製品をめぐる情勢について

生産局畜産部牛乳乳製品課
2019年12月
農林水産省

○ 総合乳価の推移(年度別)

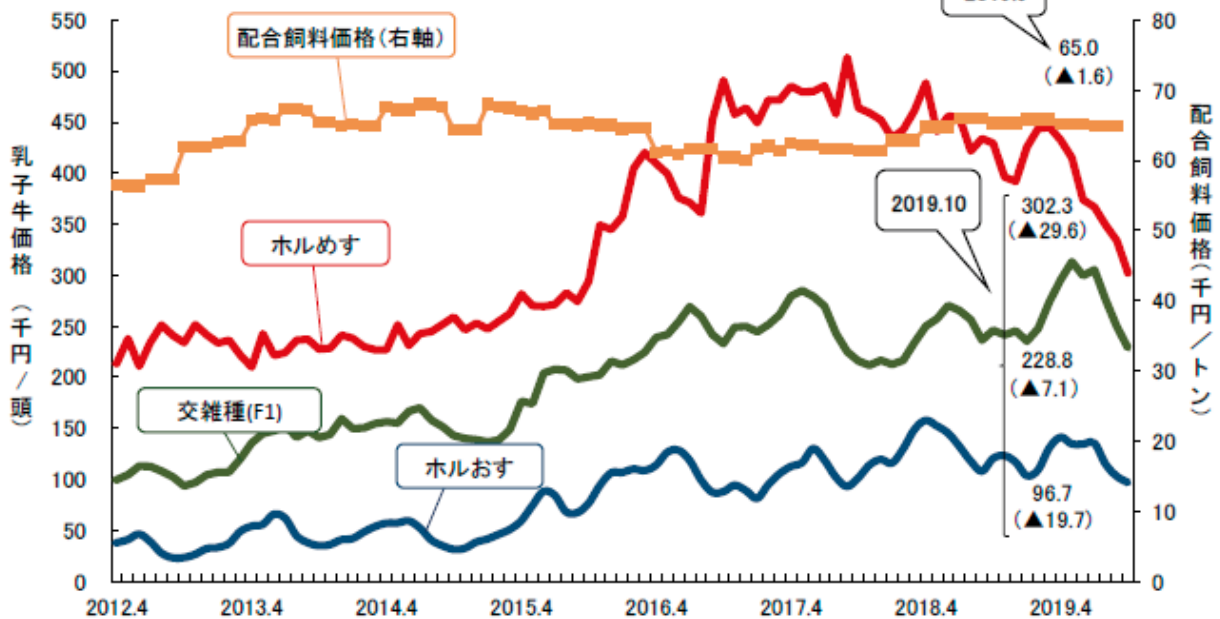


20

最近の牛乳乳製品をめぐる情勢について

生産局畜産部牛乳乳製品課
2019年12月
農林水産省

○ 主な生産資材価格の推移(月別)



資料: 農林水産省「農業物価統計」、「流通飼料価格等実態調査」

注: 1. 乳子牛価格について、ホルめす、交雑種(F1)は生後7~10日、ホルめすは生後6ヶ月程度。税込み価格。

2. 配合飼料価格は、乳牛用・工場渡価格(バラ物、税込み価格)。

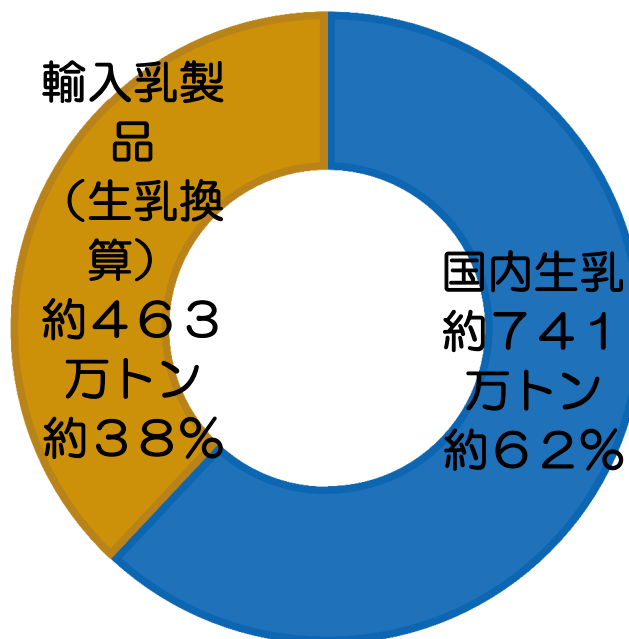
3. 2019年9月の配合飼料価格は、速報値。

21

需要量

国内総需要量 (2015年度)

約 1, 1 8 9 万トン



農林水産省「平成27年度食料需給表」

22

過去の改良増殖目標を比較

その1

平成17(2005)年3月	平成22年度(2010)年7月	平成27(2015)年度3月
乳用牛をめぐる情勢	(参考) 乳用牛をめぐる情勢	(参考) 乳用牛をめぐる情勢
土地利用型 飼養戸数の減少 多頭化 乳量増/牛 パイプライン→ミルクパーラー スタンション→フリーストール TMR 搾乳ロボット 哺乳ロボット 搾乳ユニット自動搬送装置 個別情報 IT 「人-牛-土地(草)」 持続的発展	多頭化 乳量増/牛 多様な経営形態 ミルクパーラー 搾乳ロボット フリーストール フリーバーン 放牧方式 TMR 「土・草・牛」のバランス 持続的発展	多頭化 专业化 飼養戸数・飼養頭数の減少 乳生産量の減少 → 生産基盤の弱体化 6次産業化 ミルクパーラー 搾乳ロボット フリーストール フリーバーン TMR
これまでの改良の取組と課題	これまでの改良の取組と課題	これまでの改良の取組と成果
(1) 改良事業の変遷 牛群事業(昭和49年度から) 後代検定【(ステーション方式(昭和44年度から)、ステーション・フィールド併用方式(昭和59年度から)、完全フィールド方式(平成2年度から)】 インターブル	(1) 改良事業の変遷 同左	(1) 改良事業の概要 同左 ゲノミック評価(平成25年度から) 性判別精液(1割程度)

23

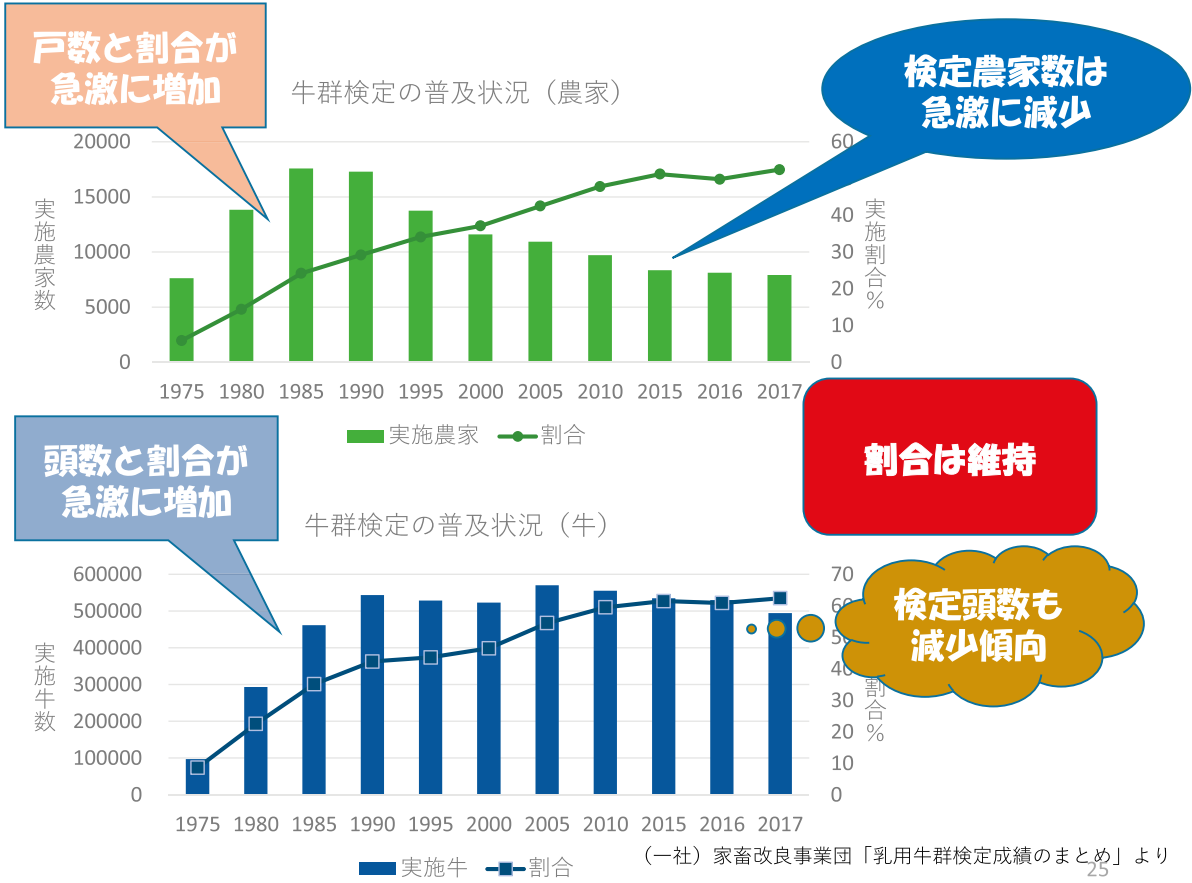
過去の改良増殖目標を比較

その2

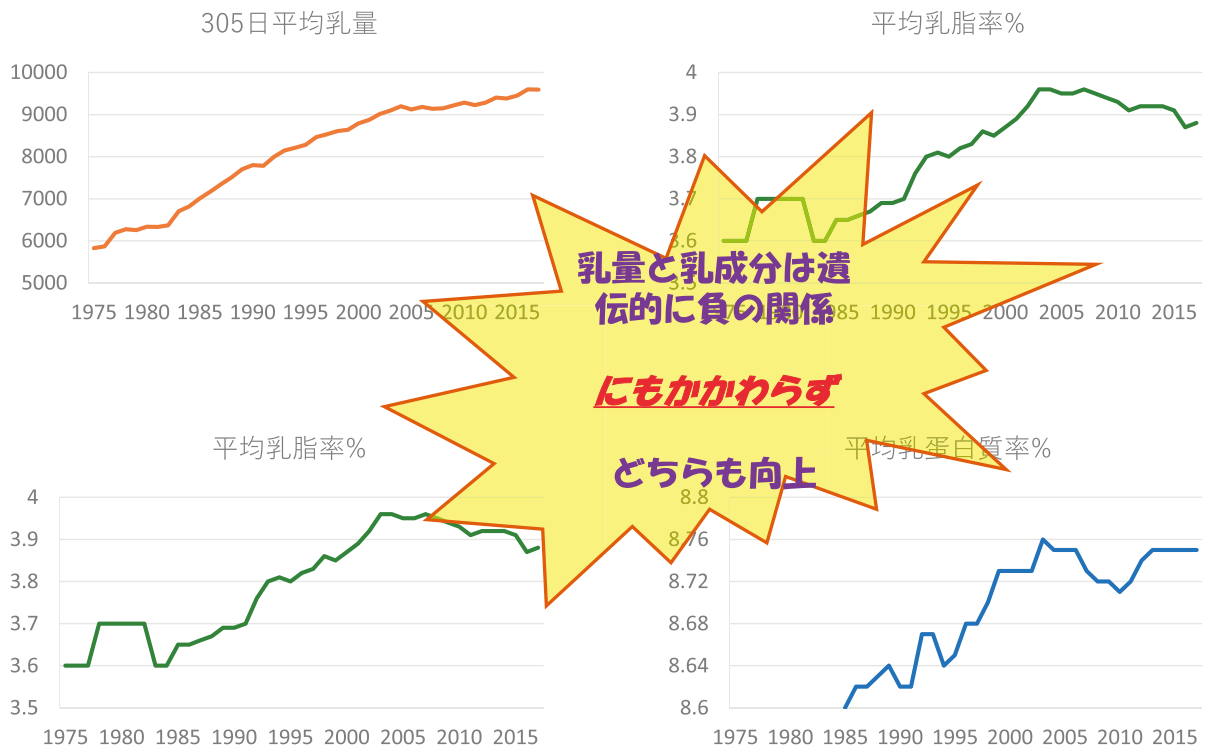
平成17(2005)年3月	平成22年度(2010)年7月	平成27(2015)年度3月
これまでの改良の取組と課題	これまでの改良の取組と課題	これまでの改良の取組と成果
(2) 成果 牛群検定： 昭和49年度約5.7千戸約80千頭 平成15年度約11.2千戸約553.4千頭 実施率40.1% 50.9% 後代検定： 乳量 過去20年間で約2,000kg増加 遺伝的能力20年間で約14,00kg増加 乳成分 着実に向上 検定娘牛頭数/候補牛 42頭	(2) 成果 牛群検定： 平成20年度約10.1千戸約569.8千頭 実施率45.5% 57.8% 後代検定： 乳量 過去20年間で約1,900kg増加 検定娘牛頭数/候補牛 52頭	(2) 成果 牛群検定： 平成25年度約6.9千戸約542.9千戸 実施率49.8% 60.8% 後代検定： 乳量 過去25年間で約2,000kg 1頭当たり乳量の伸び悩み→ 遺伝的能力を最大限に引き出す 検定娘牛頭数/候補牛 55頭
遺伝的改良 経営の効率化 生乳生産の効率化 生産コストの低減 酪農の体質強化 国全体としての生乳生産量の確保 酪農基盤を支える		

24

牛群検定の普及率



乳検の成績（経年推移）

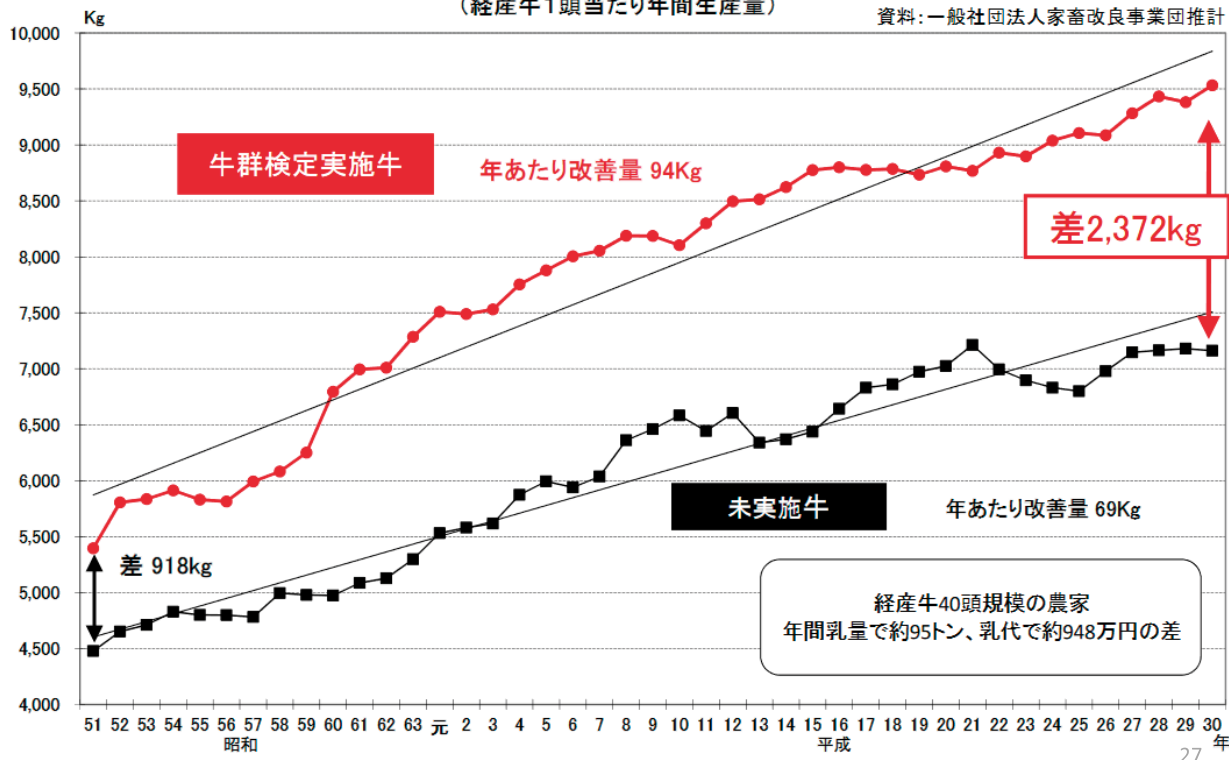


乳検の成績（経年推移）

牛群検定実施牛と未実施牛の乳量の比較

（経産牛1頭当たり年間生産量）

資料：一般社団法人家畜改良事業団推計



過去の改良増殖目標を比較

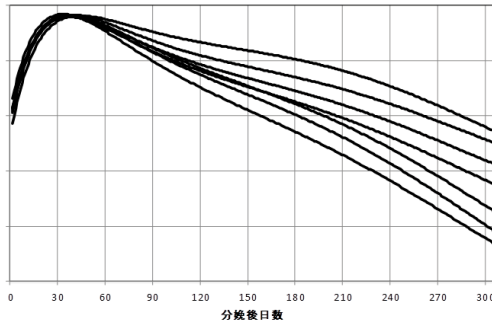
その3

平成17（2005）年3月	平成22年度（2010）年7月	平成27（2015）年度3月
改良増殖目標 基本的考え方 生涯生産性の向上 改良ニーズの多様化に対応 改良目標	まえがき チーズ加工 ブラウンスイス種 泌乳持続性 改良目標 改良事業の概要 インターブル ブラウンスイス等 改良の現状 過去20年間で約1,900kgの増加 生産コストの低減に寄与	まえがき 品質・価格で「 強み 」のある畜産物 「強み」ある畜産物を生産する「家畜づくり」 改良・増殖をめぐる現状と課題 ・猛暑 繁殖性低下 遺伝的能力が十分に発揮されていない ・ 生乳生産量の回復が見込めない ・受胎率の改善 肢蹄病や乳房炎などの発生予防 ・供用期間の延長 ・優良後継牛の生産 飼料利用性 改良目標

泌乳持続性

定義・・・分娩後240日目の乳量と分娩後60日目の乳量の育種価の差で表し、泌乳形質と同様に初産から3産までの総合的な遺伝的能力で表す。240日と60日の乳量の差が少ないほど、ピーク時の乳量からの落ち込みが少なく泌乳持続性が高い牛といえる。

標準化育種価（SBV）で±9.99の範囲で表示。



泌乳持続性の高いと

- ・ピーク乳量や初期増加量が低い
- ・305日乳量が初産次を除き低い
- ・搾乳日数が長い
- ・乾乳日数が短い
- ・総乳量が多い
- ・分娩間隔が長い

傾向がある

泌乳持続性が高い牛は、泌乳期間を通じて乳量の変動が少なく餌の量などの飼養管理面で扱いやすい牛である。

NLBC 大澤より

29

過去の改良増殖目標を比較

その4

平成17（2005）年3月

平成22年度（2010）年7月

平成27（2015）年度3月

ア 能力

（ア）泌乳能力

一表一

乳蛋白質率の向上に努める

（イ）繁殖能力

初産月齢の早期化

空胎日数の延長を避ける

・能力に関する改良目標

①乳量

一表一

1頭当りの乳量増加

②泌乳持続性

飼料利用性・抗病性の向上

総合指数に入れる

③成分

維持

④繁殖性

初産月齢の早期化

空胎日数の延長を避ける

⑤飼料利用性

向上を推進

・能力に関する改良目標

①乳量

一表一

1頭当りの乳量増加

②泌乳持続性

前回と同様

③乳成分

前回と同様

④繁殖性

繁殖性に優れた種雄牛の評価の可能性の検討

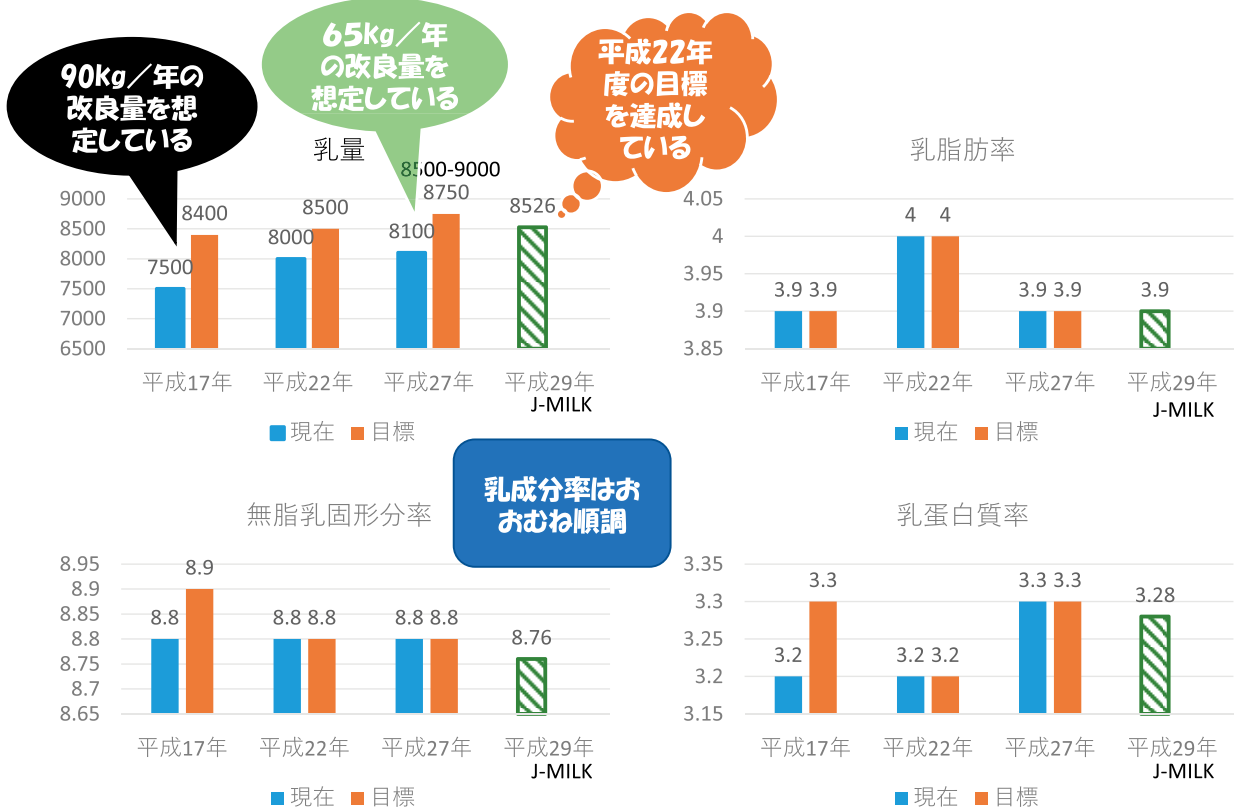
⑤飼料利用性

前回と同様

ボディコンディションに基づく個体管理

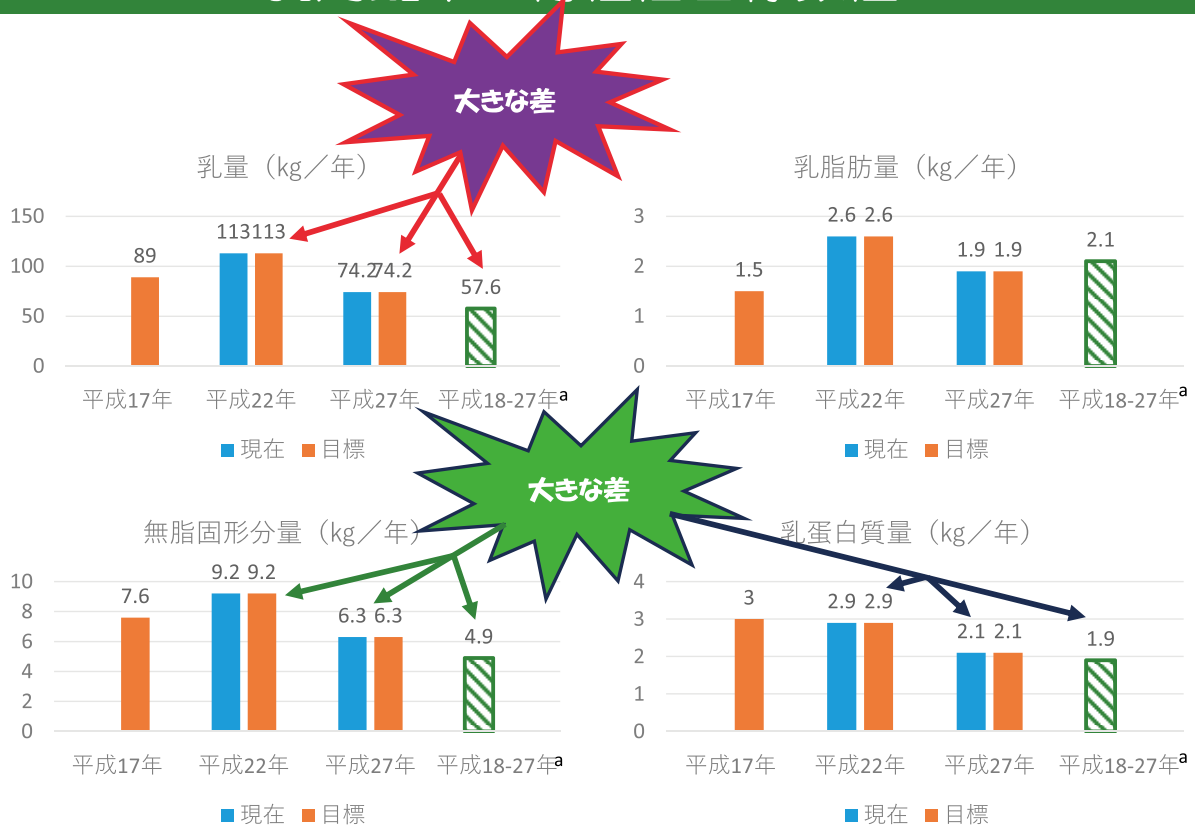
30

乳用雌牛の表型値目標数値（ホルスタイン種全国平均）



31

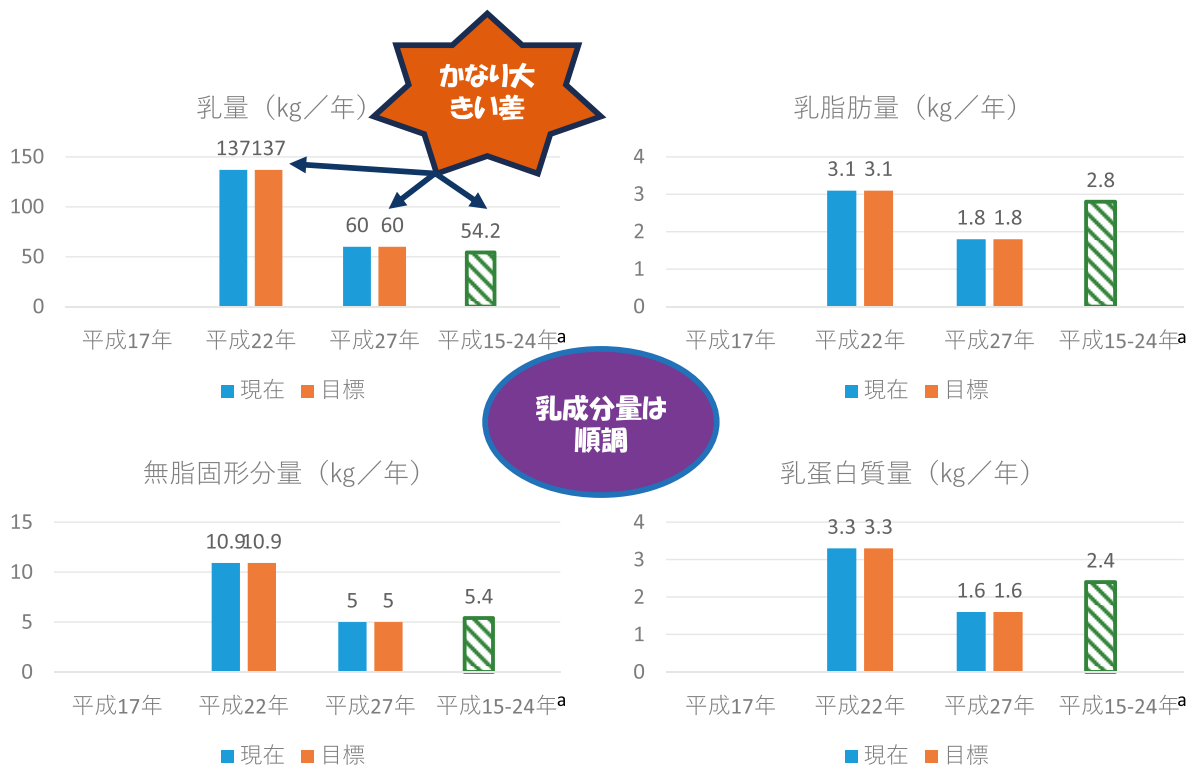
乳用雌牛の育種価目標数値



a:乳用牛評価報告38号18年12月

32

乳用種雄牛の育種価目標数値



a:乳用牛評価報告38号18年12月

33

過去の改良増殖目標を比較

その5

平成17(2005)年3月	平成22年度(2010)年7月	平成27(2015)年度3月
改良増殖目標	改良目標	改良・増殖をめぐる現状と課題
イ 体型 長命性 乳器と肢蹄 生涯生産性 ウ 改良手法 (ア) 検定の普及・定着及び充 実強化 牛群検定：経営方針に即した牛群 を整備する有効な手段 後代検定：検定娘牛の確保 国内遺伝資源の効率的かつ高度な 活用による候補種雄牛の国産比率 の向上を図る	・体型に関する改良目標 乳器と肢蹄の改良を重視 生涯生産性の向上 ・その他家畜能力向上に資する取 り組み ①改良手法 ア 牛群検定 酪農経営の改善 乳用牛改良への有効利用 イ 後代検定 国内遺伝資源の効率的かつ 高度な活用 候補種雄牛の国産比率向上	・体型に関する改良目標 前回と同様 搾乳ロボット→乳頭配置 や体高に配慮 ・能力向上に資する取り組み ①牛群検定 検定データの分かりやす い提供の推進

34

過去の改良増殖目標を比較

その6

平成17（2005）年3月	平成22年度（2010）年7月	平成27（2015）年度3月
改良増殖目標	改良目標	改良・増殖をめぐる現状と課題
(イ) 効率的な改良体制の構築 能力情報・血縁情報・授精情報・ →家畜個体識別システム→有機 的な連結 (ウ) DNA解析、雌雄判別等新 技術の活用 遺伝的不良形質と保因牛の特定 雌雄判別技術を用いた種畜の効率 的生産 エ その他 (ア) 遺伝的能力を発揮させる ための飼養管理等 (イ) 生涯生産性に係る新たな 指標等	ウ 新技術の活用 SNP（ゲノミック評価法） などの実用化 DNA解析での遺伝的不良形 質の排除 雌雄判別技術→効率的な 種畜の生産 エ 乳製品市場の国際化に対 応した改良体制 国際競争力強化・酪農の安 定的発展→NTPを用いた 選抜・交配の強化 オ 多様な乳用種の改良 ジャージー種 ブラウンスイス種 品種の特性を活かした改良	②改良手法 ア 国産種雄牛の活用 * NTPによる遺伝的能力の高 い 国産種雄牛の作出・利用 * ゲノミック評価を用い た効率的な種畜の作出を図る モデル的取組 イ 新技術の活用 * ゲノミック評価精度の 向上 * リファレンス集団の充 実 * 性判別技術による優良後継 牛の確保 ③多様な乳用種の利用 ジャージー種 ブラウンスイス種

35

過去の改良増殖目標を比較

その7

平成17（2005）年3月	平成22年度（2010）年7月	平成27（2015）年度3月
改良増殖目標	改良目標	改良・増殖をめぐる現状と課題
	②飼養管理 牛群検定情報を活用 快適性に配慮した飼養管理 (アニマルウェルフェア) ③衛生対策の推進 HACCP 消費者の信頼確保 乳房炎の減少	④飼養管理 ア ICT（情報通信技術）など 新技術の活用 イ 未利用資源の利用 （稲 発酵粗飼料・稲ホールク ロップサイレージ） ウ アニマルウェルフェア ⑤衛生管理 HACCP

36

過去の改良増殖目標を比較

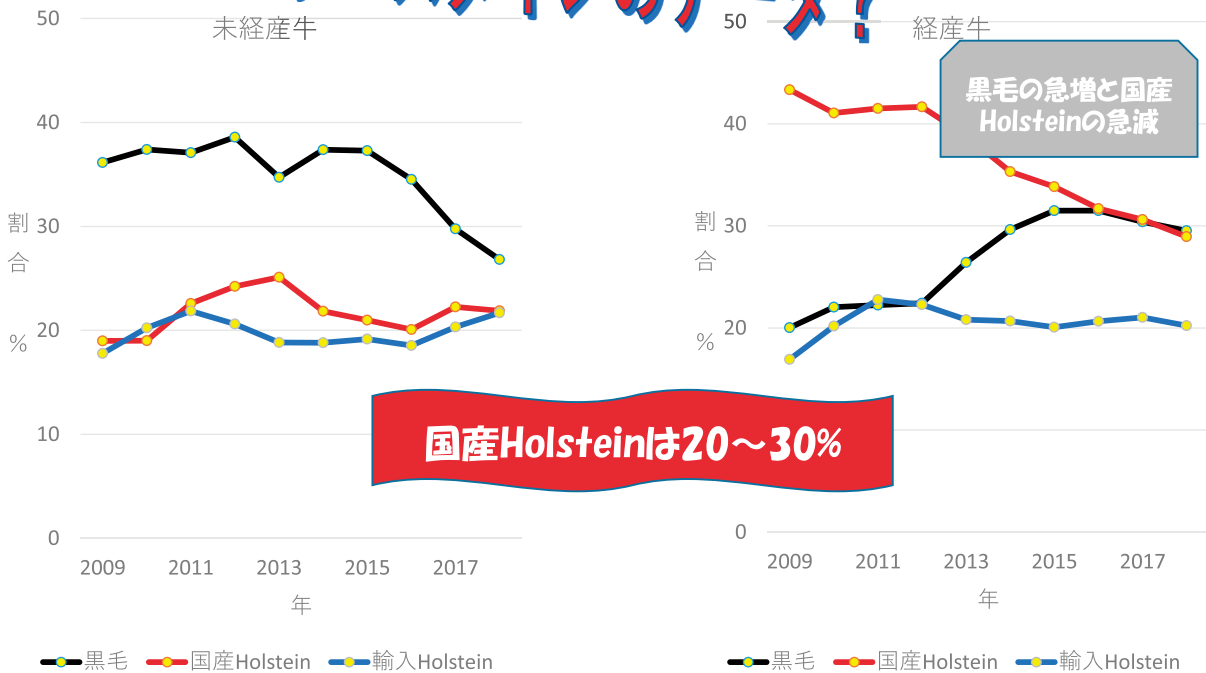
その8

平成17（2005）年3月	平成22年度（2010）年7月	平成27（2015）年度3月
増殖目標	増殖目標	増殖目標
総頭数：162万頭	総頭数：132万頭 （現在150万頭）	総頭数：133万頭 （現在140万頭）
うち 2歳以上の雌牛頭数：119万頭	うち 2歳以上の雌牛頭数：95万頭 （現在106万頭）	うち 2歳以上の雌牛頭数：92万頭 （現在96万頭）
	* ジャージー種・ブラウンスイス種等の頭数確保 * 凍結精液等の雌雄判別技術の活用 * 過度な交雑種生産の抑制 ー> 優良後継牛の確保	

37

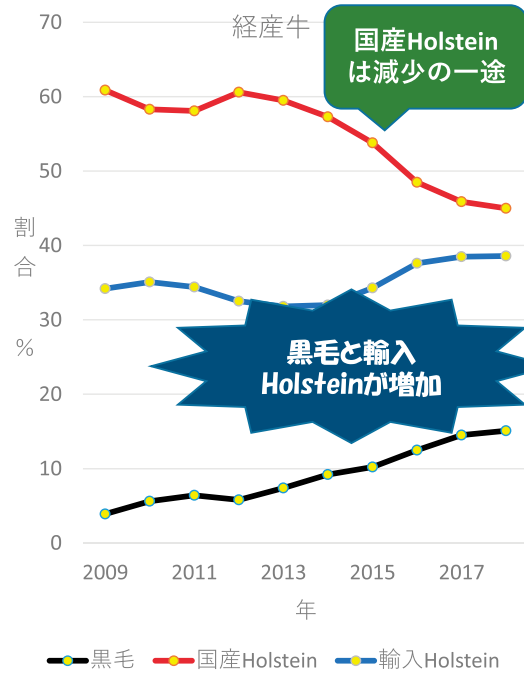
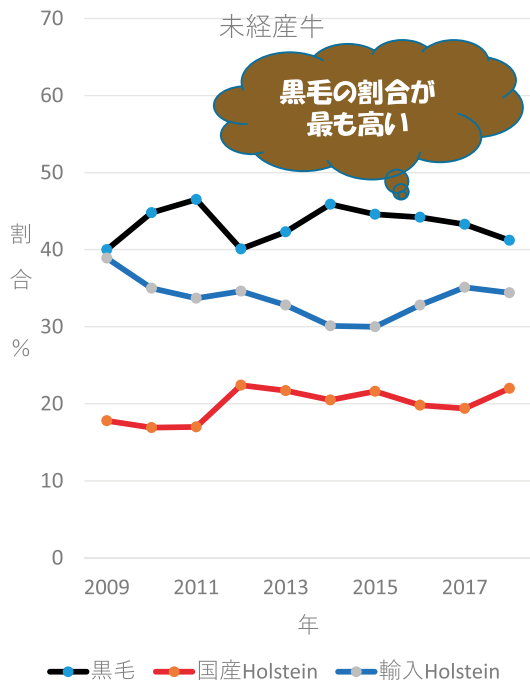
受精精液の割合（都府県）

ホルスタインのデータ？



38

授精精液の割合 (北海道)



39

改良増殖目標とNTPの変遷

改良増殖目標

NTP

40

NTPの変遷

	産乳成分			耐久性成分 (旧体型成分)			疾病繁殖成分		
	乳量	乳脂量	乳蛋白質 質量	決定得 点	肢蹄得 率	乳房成 分	体細 胞ス コア	泌乳持 続性	
NTP₁₉₉₅	-0.58	8.27	66.15	12.5		12.5			
	75.0			25.0					
NTP₂₀₀₀	-0.58	8.27	66.15	8.33	8.33	8.33			
	75.0			25.0					
NTP₂₀₀₁	-0.25	8.31	66.45	8.33	8.33	8.33			
	75.0			25.0					

41

NTPの変遷

	産乳成分			耐久性成分 (旧体型成分)			疾病繁殖成分		
	乳量	乳脂量	乳蛋白質 質量	決定得 点	肢蹄	乳房成 分	体細 胞ス コア	泌乳持 続性	空胎日 数
NTP₂₀₀₃		20.25	54.75		3.75	21.25			
	75.0			25.0					
NTP₂₀₁₀		19.4	52.6		3.6	20.4	4.0		
	72.0			24.0			4.0		
NTP₂₀₁₅		27	43		6	12	4	2	6
	70			18			12		

42

遺伝的改良量 を 大きく 速く

43

$$\Delta G = i r_{IA} \sigma_a$$

ΔG : 遺伝的改良量

i : 選抜強度

r_{IA} : 選抜の正確度

σ_a : 相加的遺伝分散の
平方根

44

$$\Delta G_y = \frac{\Delta G}{L}$$

ΔG_y : 一定期間あたりの改良量

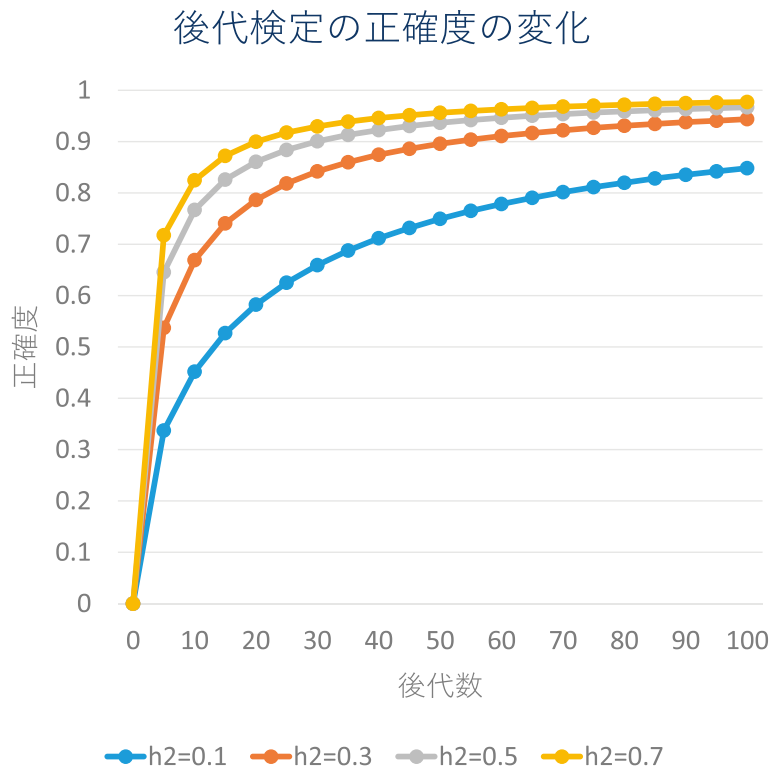
L : 世代間隔

45

- ① 選抜の正確度
- ② 選抜強度
- ③ 相加的遺伝標準偏差
- ④ 世代間隔

46

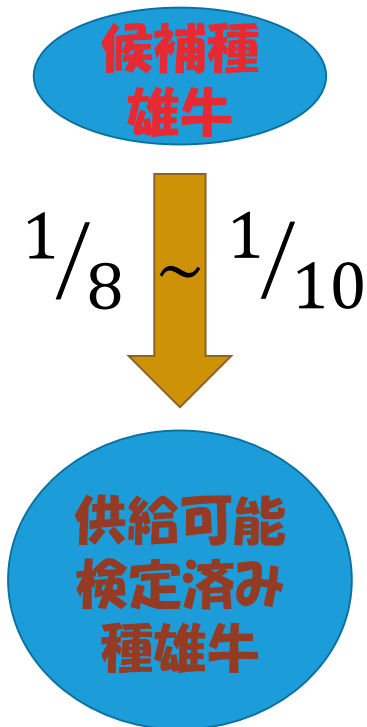
① 選抜の正確度 (r_{IA})



検定娘牛数
50頭 → **45頭**

- セカンドクロップの情報を持つ種雄牛：99%
- 後代検定済み種雄牛：92%
- 検定記録を持つ雌牛：77% (検定情報)
- 候補種雄牛や未經産牛：55% (血統情報のみ)

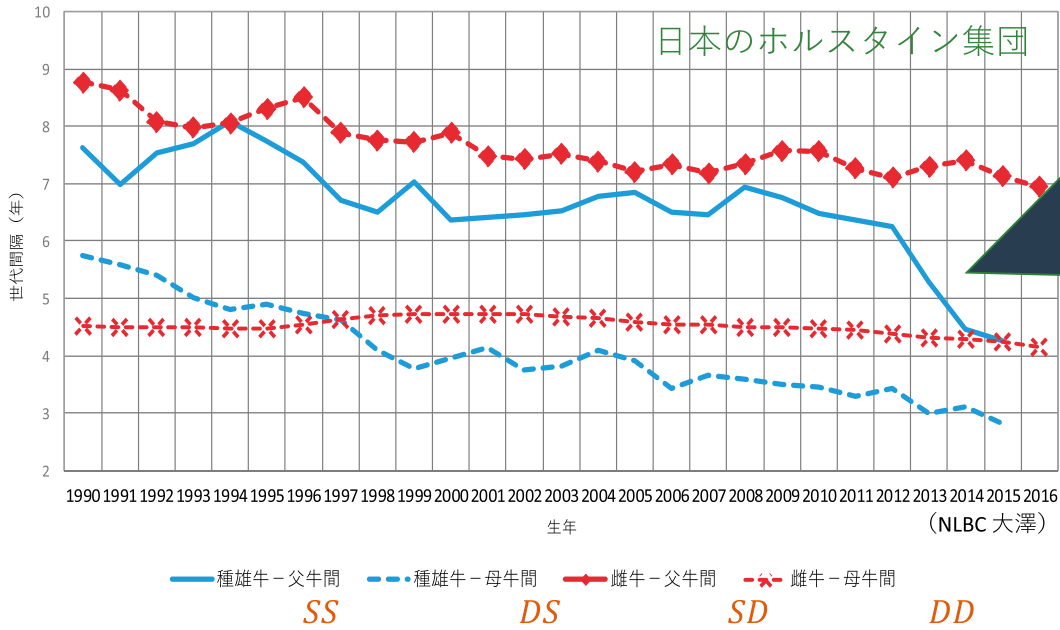
② 選抜強度 (i)



候補種雄牛頭数

185頭 → **160頭** → **140頭**

④世代間隔(L)



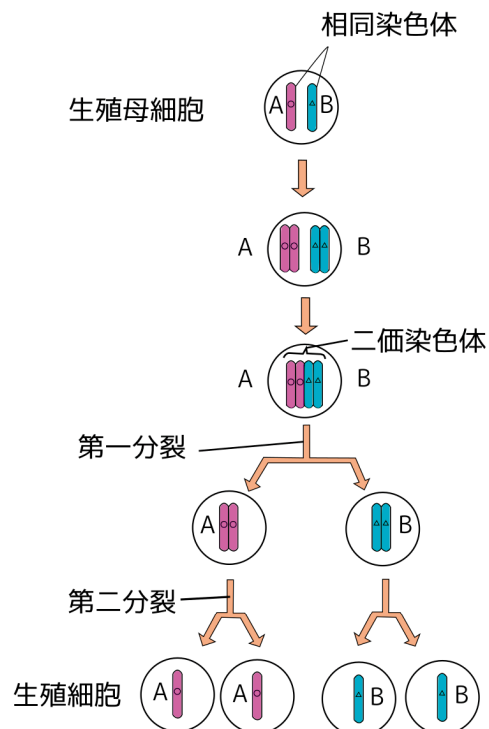
後代検定に参加している人工授精事業体に後検22(2010年)からゲノミック評価値の提供開始

$$L = \frac{L_{SS} + L_{SD} + L_{DS} + L_{DD}}{4}$$

49

ゲノミック評価

減数分裂



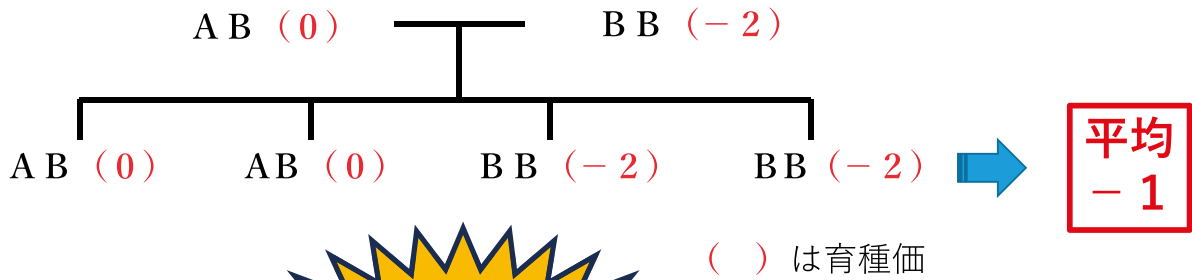
50

ゲノミック評価

遺伝子 遺伝子の平均効果

A : + 1

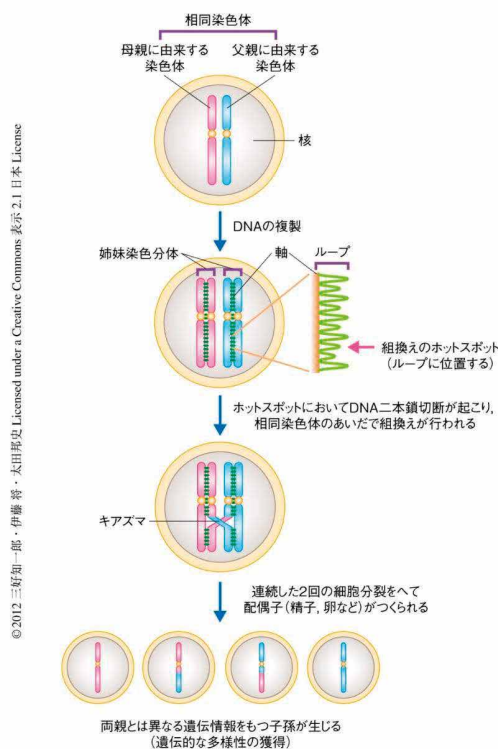
B : - 1



**しかし
1頭ごとの育種価
(遺伝的能力) は異なる**

ゲノミック評価

減数分裂

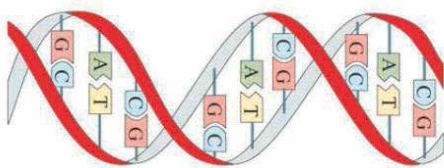


遺伝子

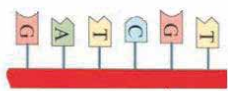
連鎖

SNP

DNAの
二重らせん構造

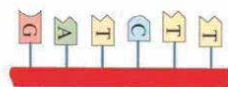


General
Population



↑
94%

Single Nucleotide
Polymorphism (SNP)



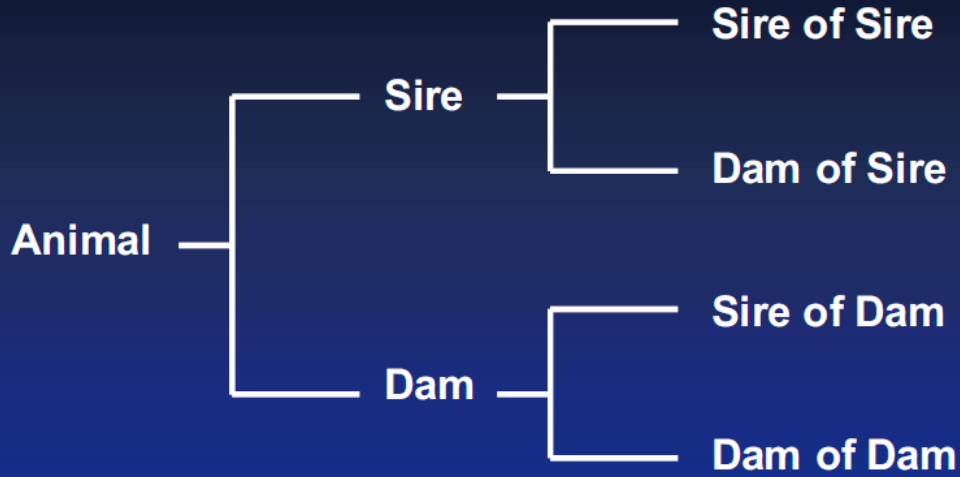
↑
6%

牛の染色体：29対 + XY

染色体 SNP SNP SNP
↓ ↓ ↓
caacgtat **atccgcat** **tctaggat**

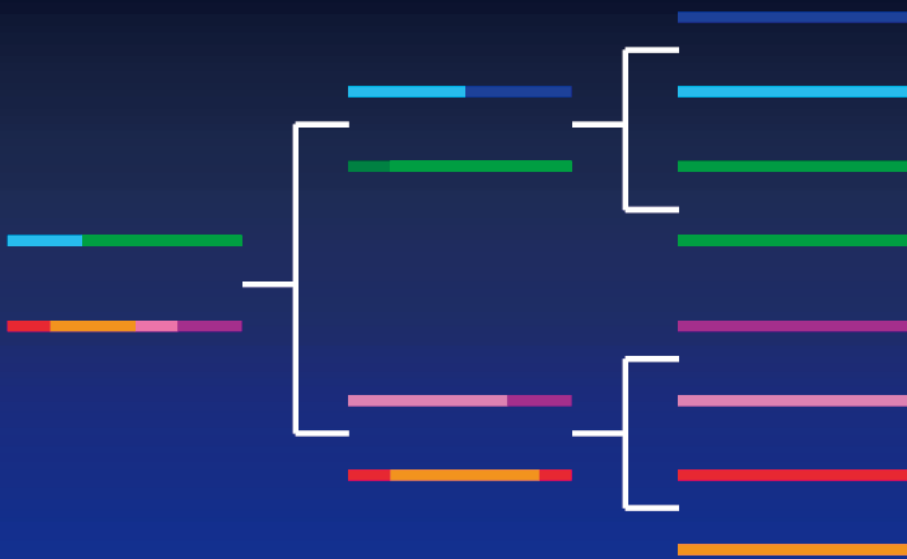
ハプロタイプ **t c a**

Traditional Pedigree



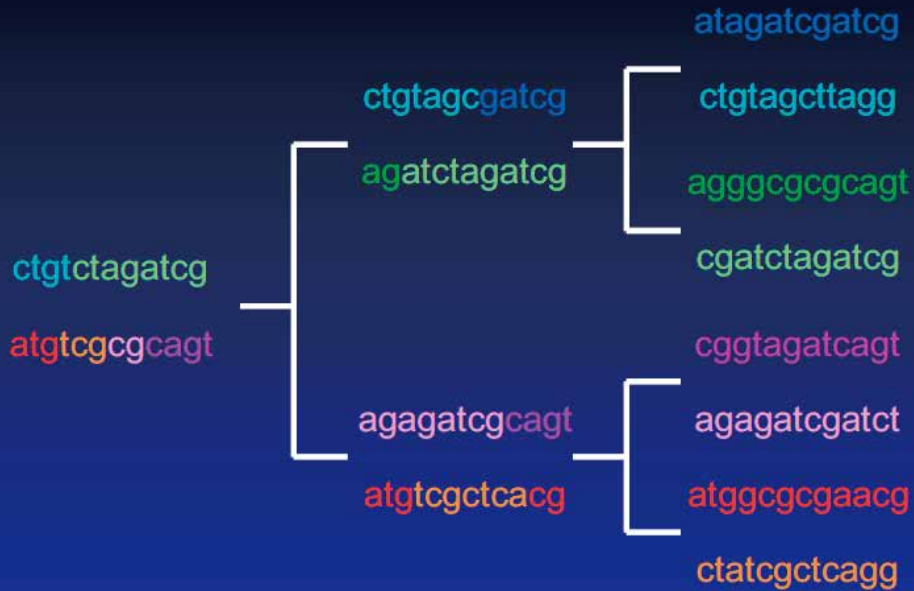
55

Genomic Pedigree



56

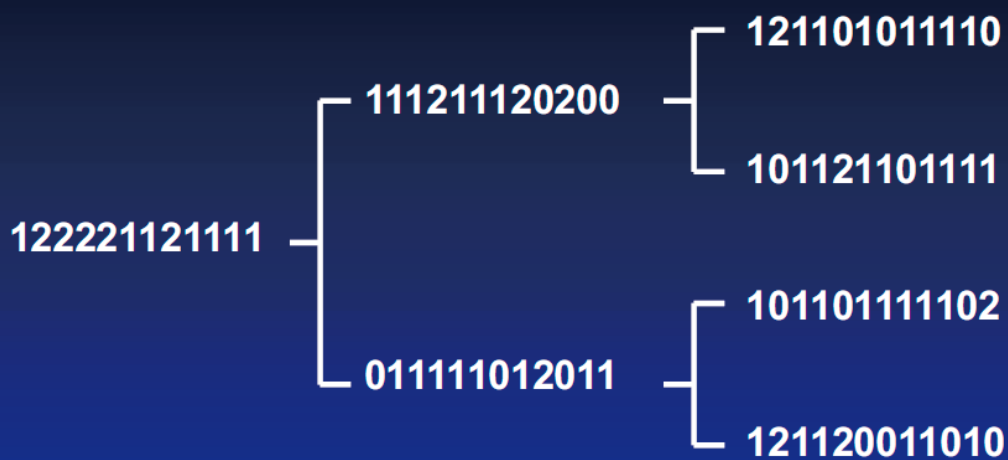
Haplotype Pedigree



57

Genotype Pedigree

Count number of second allele



0 = homozygous for first allele (alphabetically)
1 = heterozygous
2 = homozygous for second allele (alphabetically)

58

ゲノミック評価

DGV(直接ゲノム価)の推定方法

SNP効果の予測 (例)

遺伝子型	SNPの座位				
	SNP1	SNP2	SNP3	...	SNPn
0	0.10	3.60	10.97	...	-1.12
1	0.50	4.58	12.44	...	-3.56
2	0.90	5.63	15.33	...	-5.87

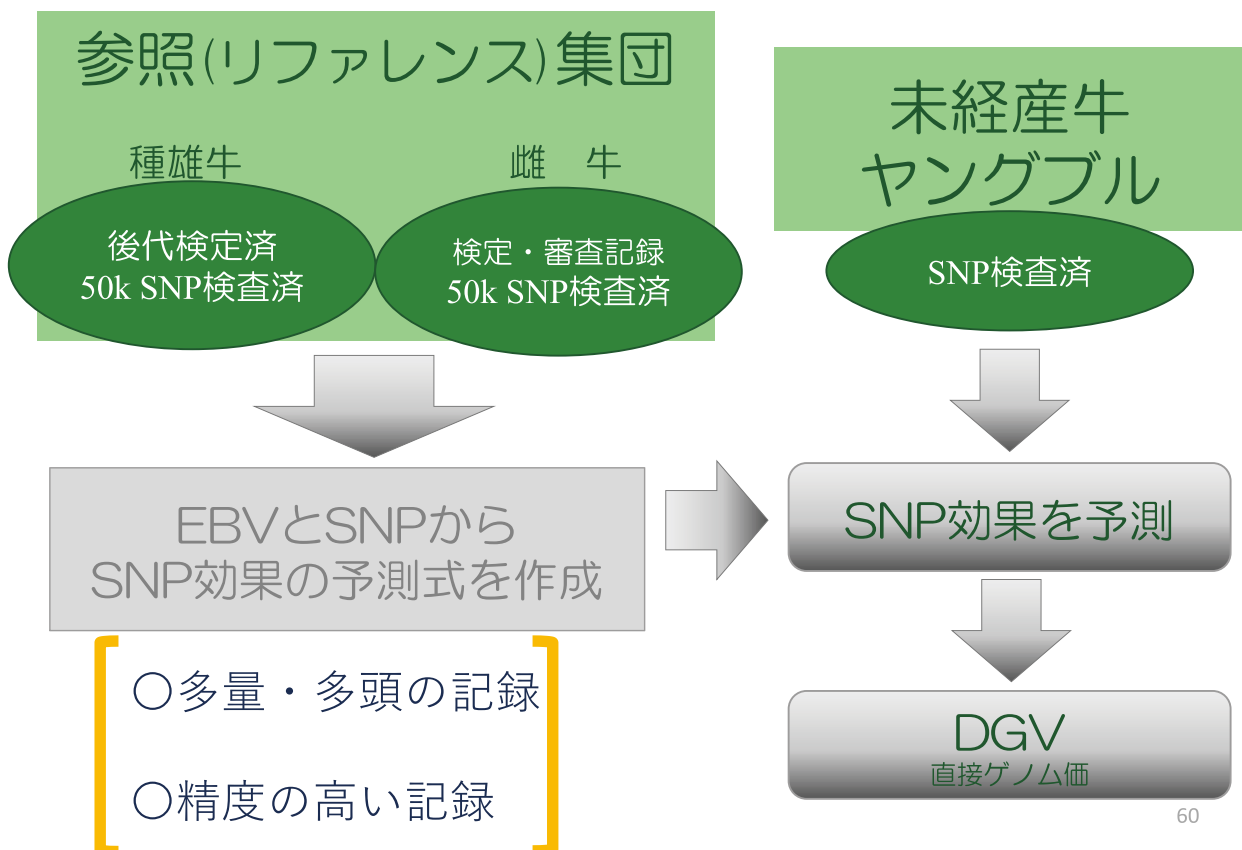


種雄牛 X の遺伝子型

X	SNPの座位 (5万カ所)					合計 DGV
	SNP1	SNP2	SNP3	...	SNPn	
遺伝子型	0	1	2	...	1	
SNP効果	0.10	4.58	15.33	...	-3.56	48.72

59

ゲノミック評価



60

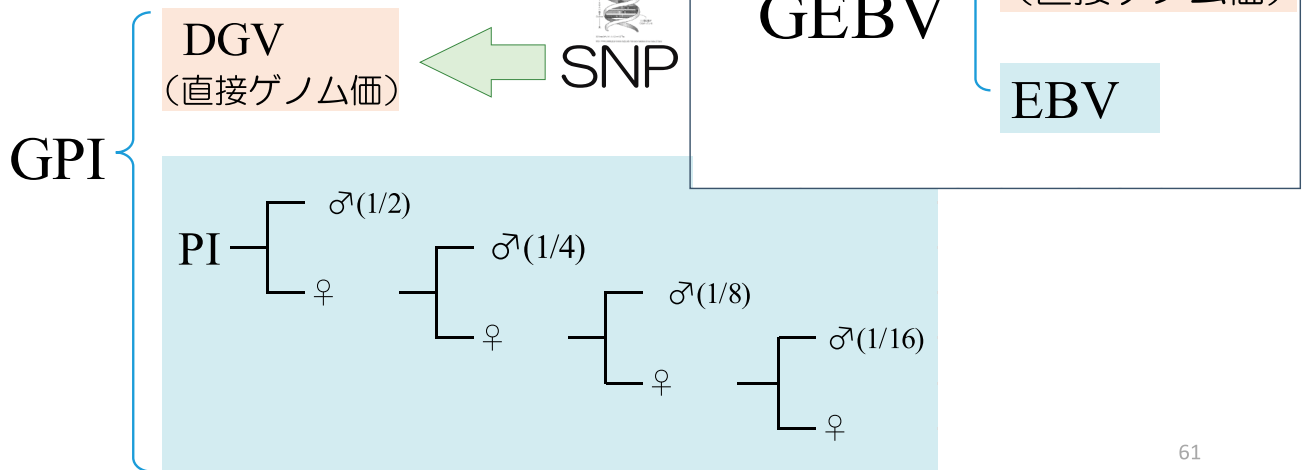
ゲノミック評価

日本のゲノミック評価

ゲノミック評価値は、2種類

検定済種雄牛・経産牛

ヤングブル・未経産牛



61

ゲノミック評価

従来評価	選抜率	選抜強度 (i)	信頼度 (R ²)	正確度 (R)	i×R	世代間隔 (L)
種雄牛-父牛 (SB)	5%	2.06	0.85	0.92	1.90	6.5
種雄牛-母牛 (DB)	1%	2.67	0.60	0.77	2.07	3.5
雌牛-父牛 (SC)	30%	1.16	0.85	0.92	1.07	7.0
雌牛-母牛 (DC)	90%	0.19	0.60	0.77	0.15	4.3
合計					5.18	21.3

改良量は約2倍
 遺伝的改良量 = 5.18 / 21.3 = 0.24

ゲノミック評価	選抜率	選抜強度 (i)	信頼度 (R ²)	正確度 (R)	i×R	世代間隔 (L)
種雄牛-父牛 (SB)	3%	2.27	0.50	0.71	1.61	2.5
種雄牛-母牛 (DB)	1%	2.67	0.50	0.71	1.89	2.5
雌牛-父牛 (SC)	30%	1.16	0.50	0.71	0.82	2.5
雌牛-母牛 (DC)	85%	0.27	0.50	0.71	0.19	2.5
合計					4.50	10.0

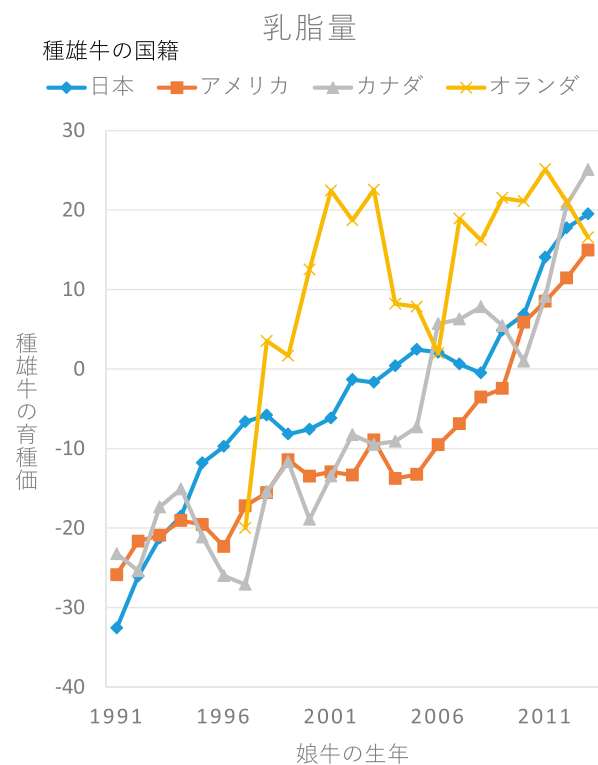
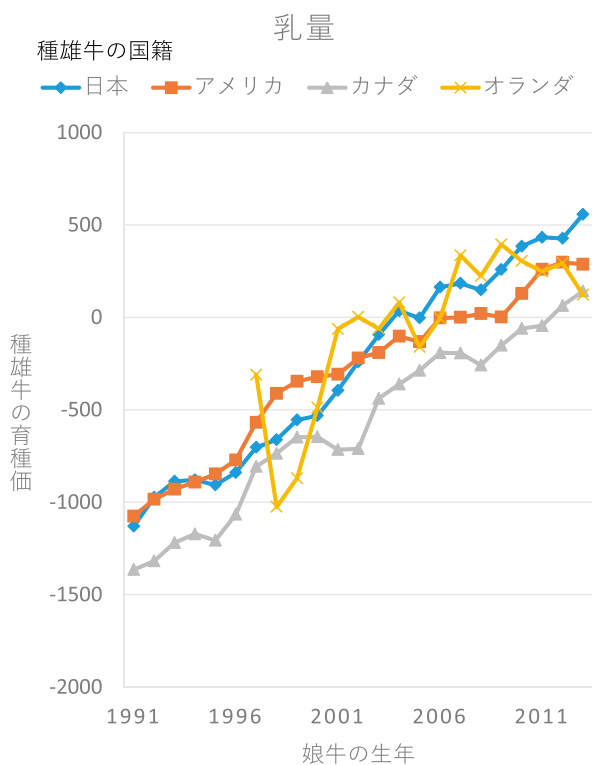
遺伝的改良量 = 5.18 / 21.3 = 0.45

62

遺伝的改良 の 方向は ？

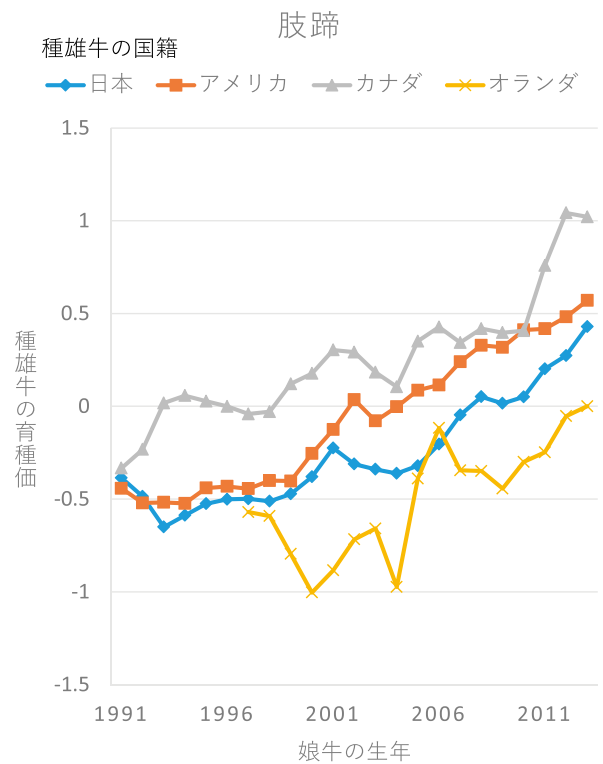
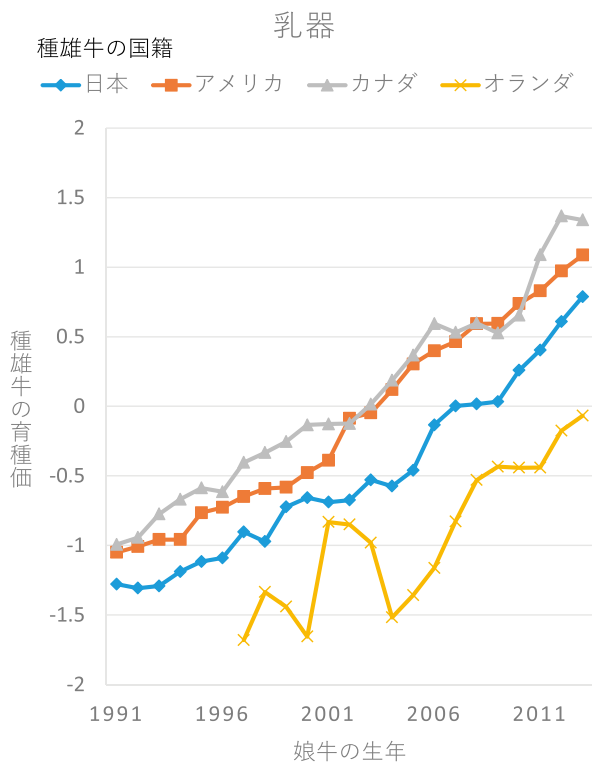
63

国産精液の利用傾向



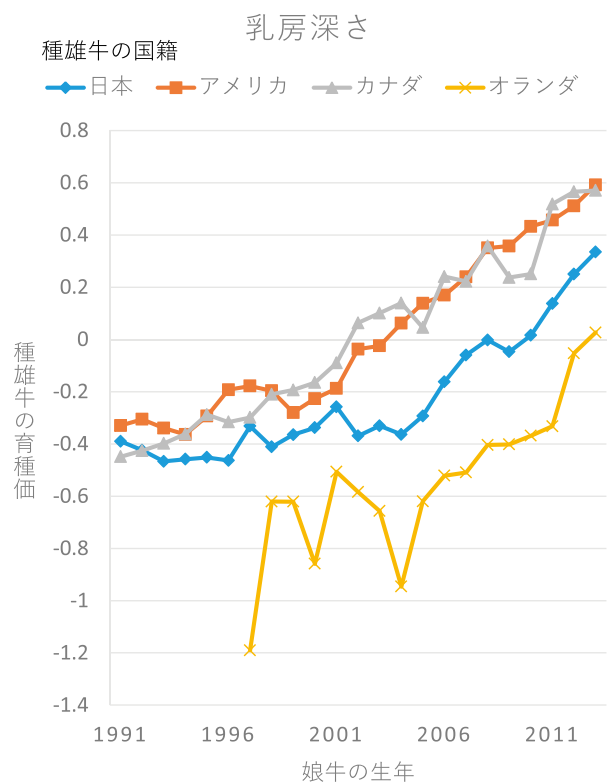
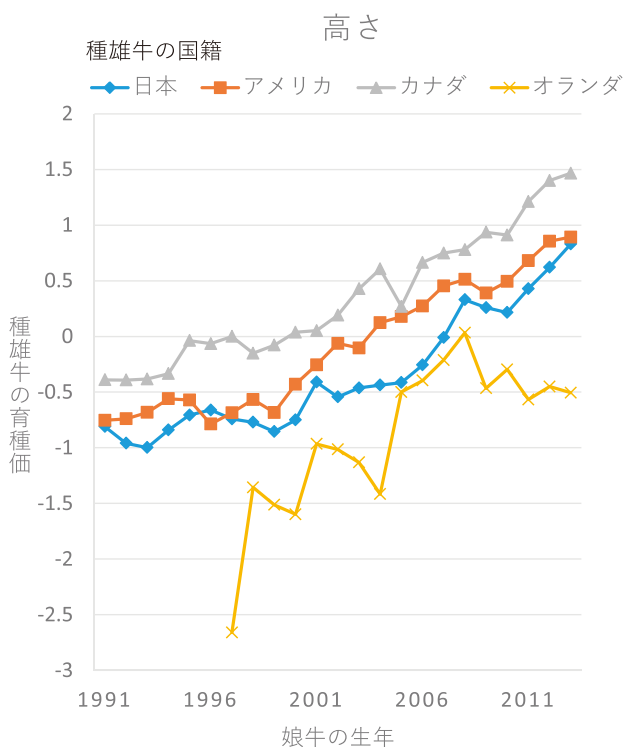
64

国産精液の利用傾向



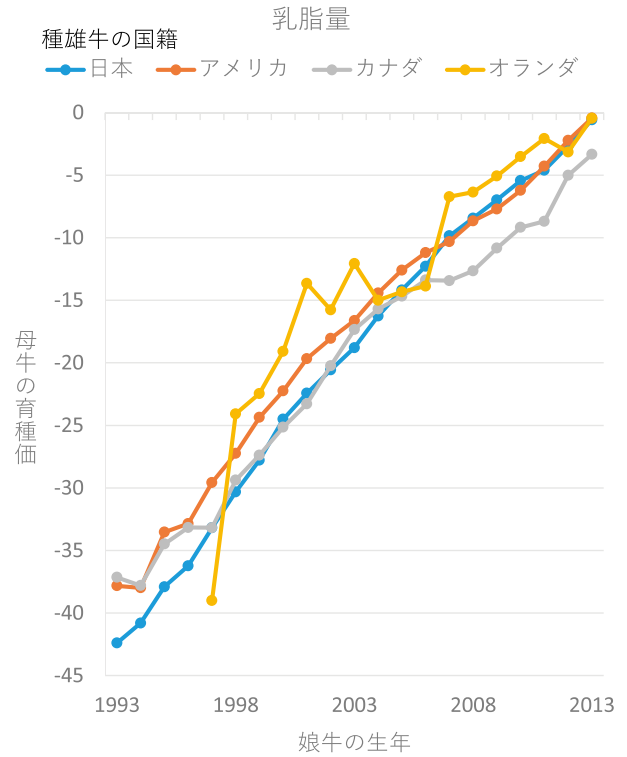
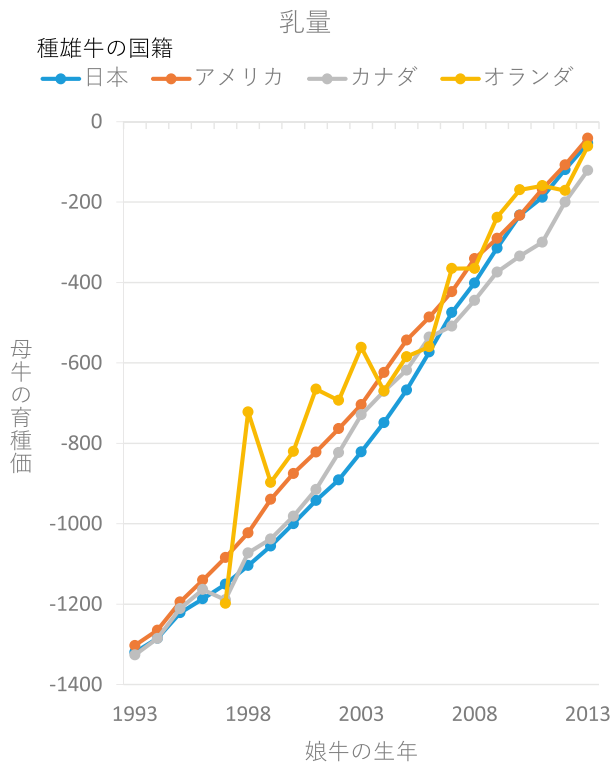
65

国産精液の利用傾向



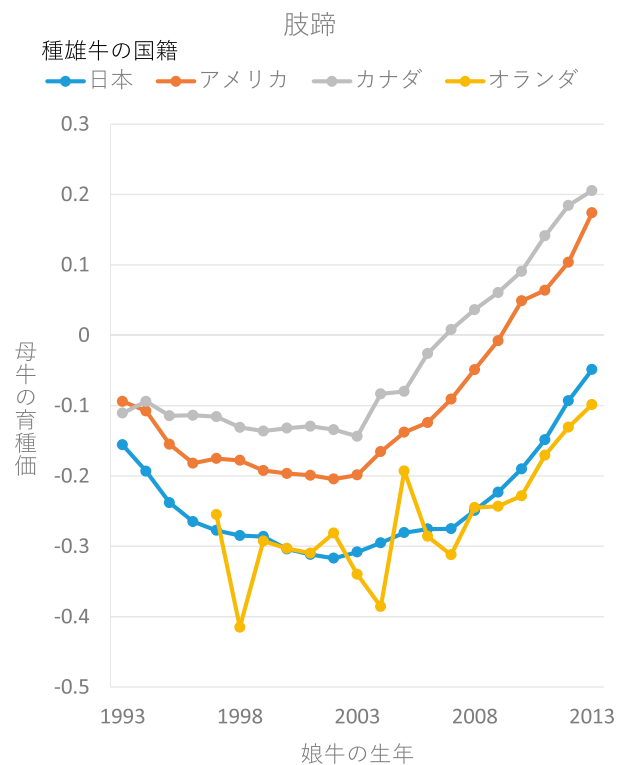
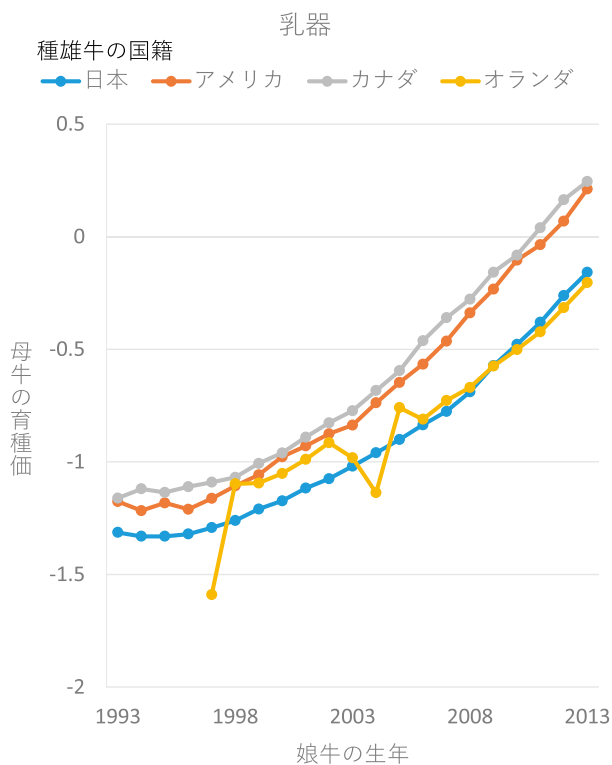
66

国産精液の利用傾向



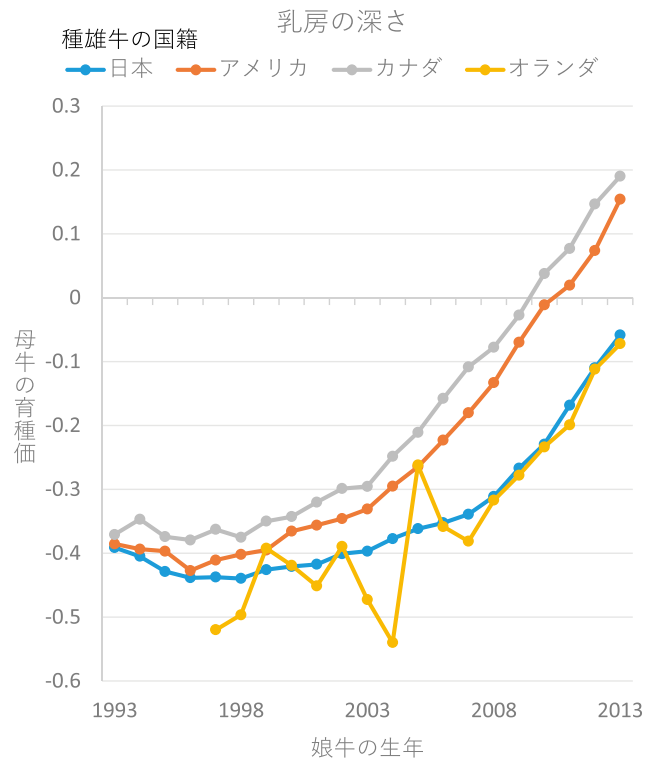
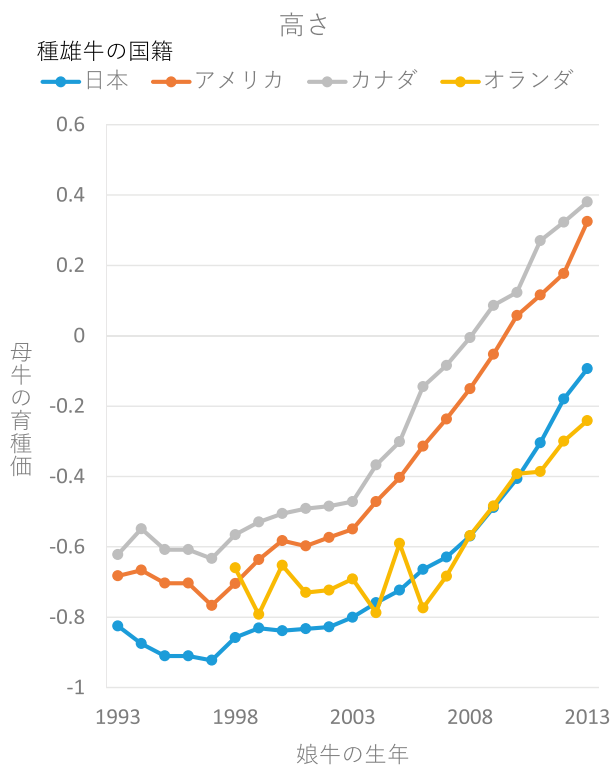
67

国産精液の利用傾向



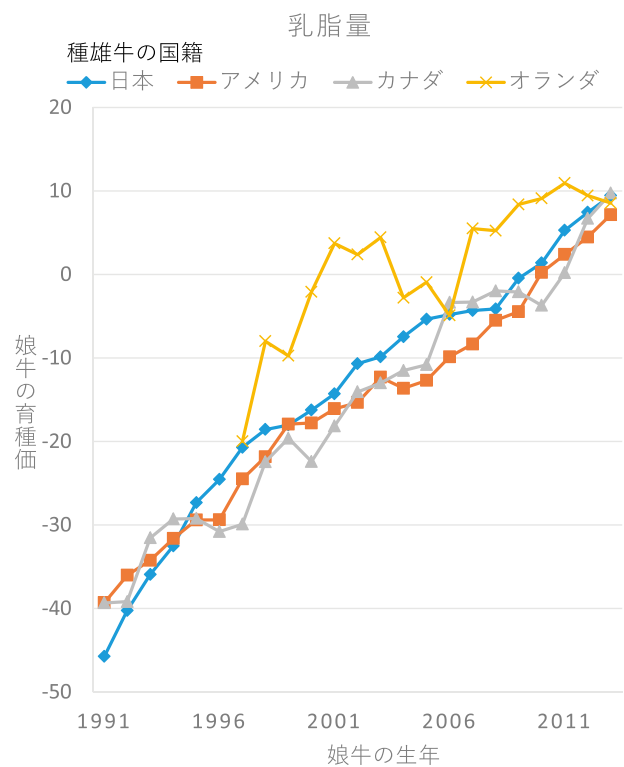
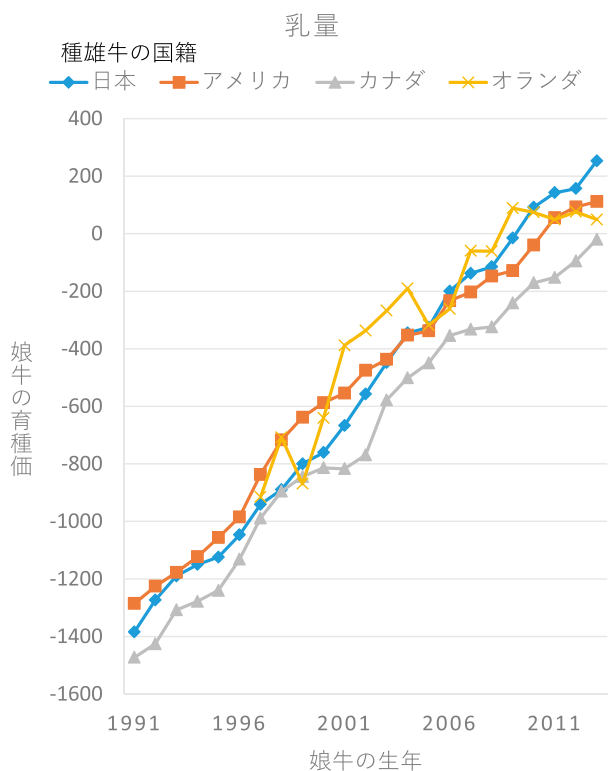
68

国産精液の利用傾向



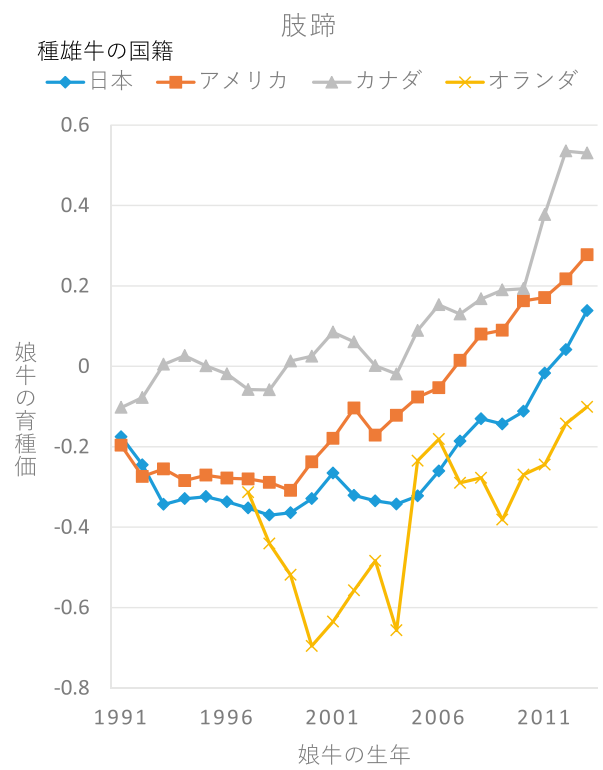
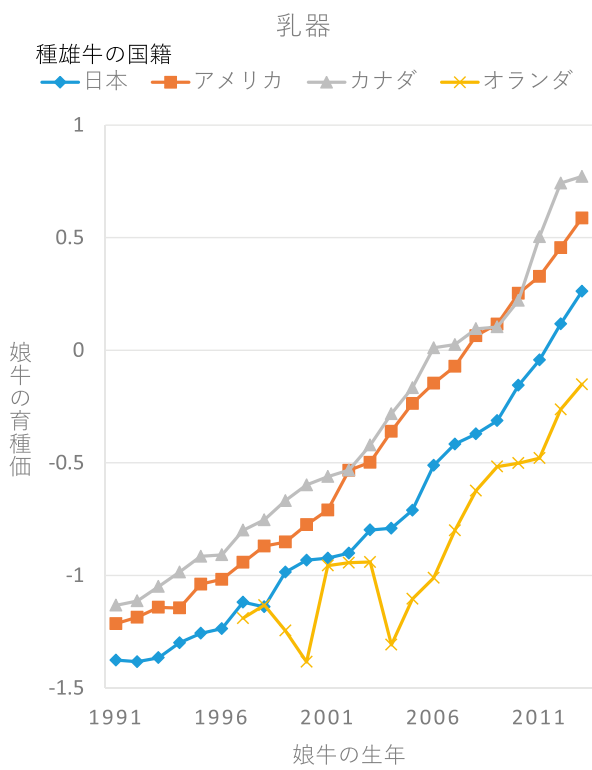
69

国産精液の利用傾向



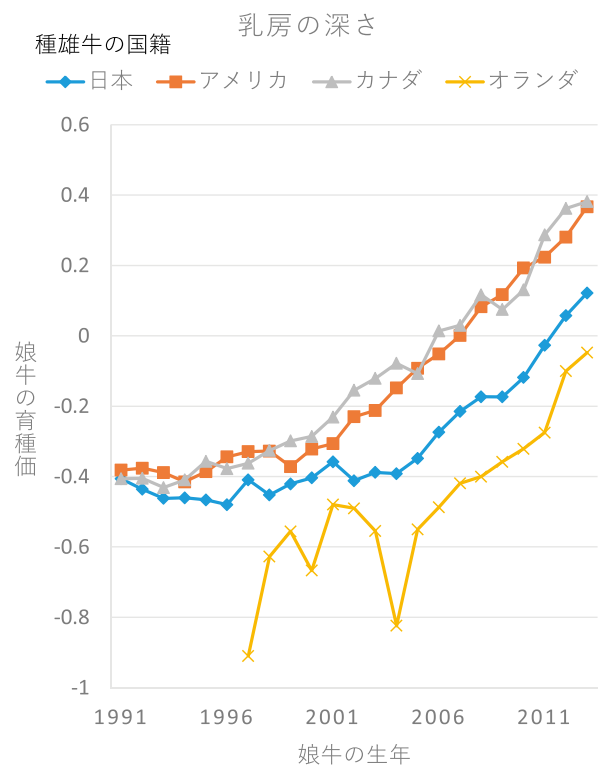
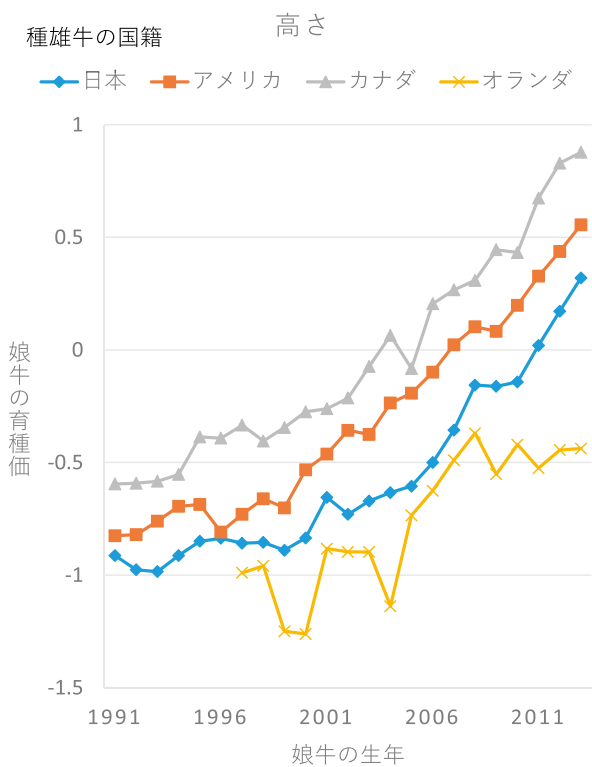
70

国産精液の利用傾向



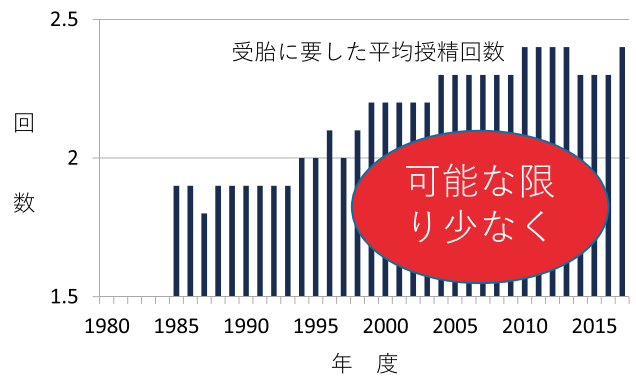
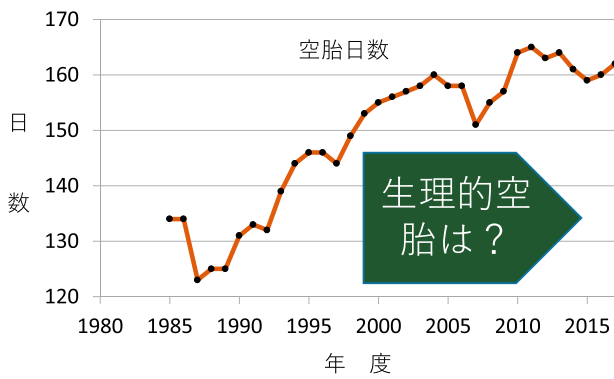
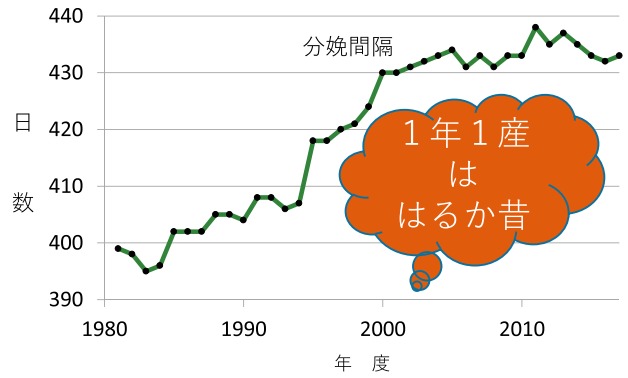
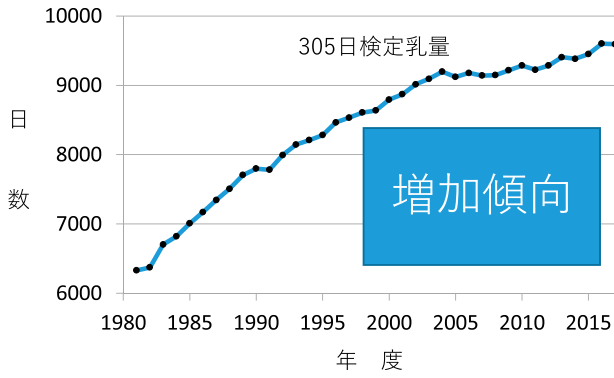
71

国産精液の利用傾向



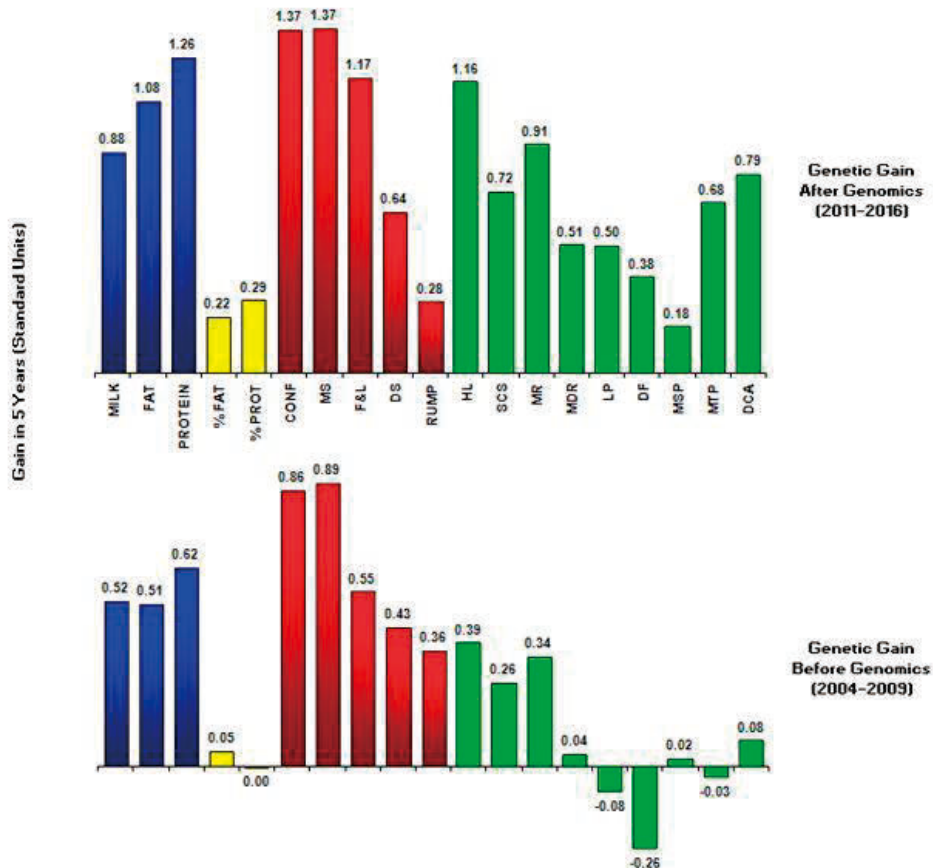
72

繁殖成績の変化



73

ゲノミック選抜の特徴



74

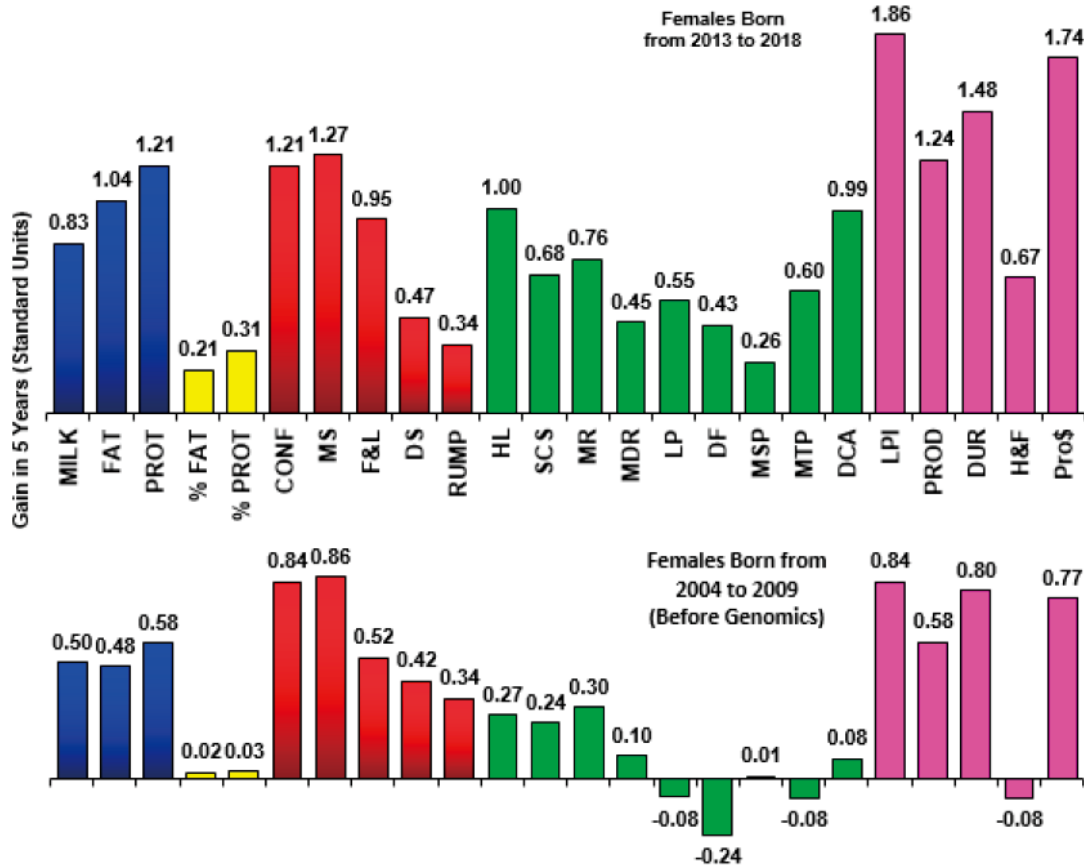
ゲノミック選抜の特徴

Table 1: Comparison of Total 5-Year Genetic Gain Realized by Traits Before and After the Introduction of Genomics in Canada

Trait	Total Gain Realized	
	Before Genomics (2004-2009)	Last 5 Years (2011-2016)
Milk Yield (kg)	355	603
Fat Yield (kg)	14.0	29.8
Protein Yield (kg)	11.8	24.0
Fat Deviation (%)	0.01	0.07
Protein Deviation (%)	0.00	0.04
Conformation	3.20	5.06
Mammary System	3.19	4.94
Feet & Legs	1.86	3.99
Dairy Strength	1.78	2.63
Rump	1.34	1.05
Herd Life	1.12	3.36
Somatic Cell Score	0.04	0.12
Mastitis Resistance	0.92	2.46
Metabolic Disease	0.10	1.42
Persistence	-0.22	1.41
Daughter Fertility	-0.72	1.06
Milking Speed	0.06	0.51
Milking Temperament	-0.09	1.89
Daughter Calving Ability	0.23	2.29

75

ゲノミック選抜の特徴



遺伝率の低い形質の遺伝的改良に効果的

76

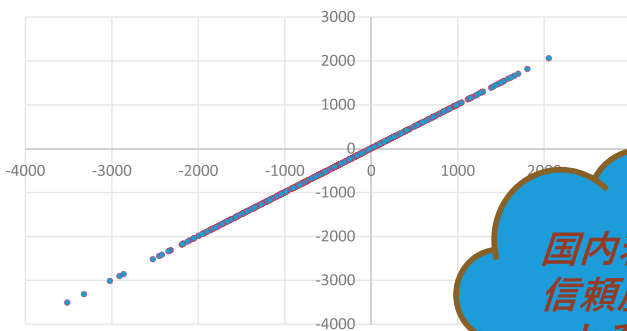
評価項目の変遷

評価形質／年	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
1次形質	乳量	→																								
	乳脂率	→																								
	乳脂量	→																								
	無脂固形分率	→																								
2次形質	無脂固形分量	→																								
	乳蛋白質率	→																								
	乳蛋白質量	→																								
	体型	→																								
搾乳性	搾乳性	→																								
	気質	→																								
分娩難易(度)	分娩難易(度)	→																								
	産肉性	→																								
体細胞スコア	体細胞スコア	→																								
	在群期間	→																								
泌乳持続性	泌乳持続性	→																								
	産子難産率	→																								
娘牛難産率	娘牛難産率	→																								
	産子死産率	→																								
娘牛死産率	娘牛死産率	→																								
	未經産娘牛受胎率	→																								
初産娘牛受胎率	初産娘牛受胎率	→																								
	2産娘牛受胎率	→																								
空胎日数	→																									

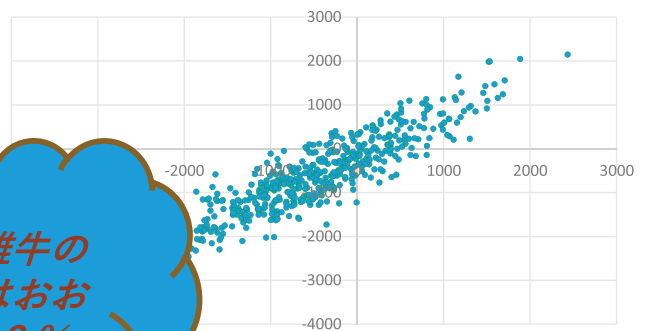
77

正確度(信頼度)の比較

相関係数1.0 (信頼度1.0)

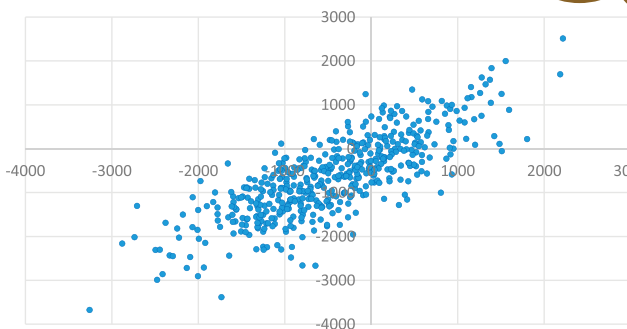


相関係数0.9 (信頼度0.81)

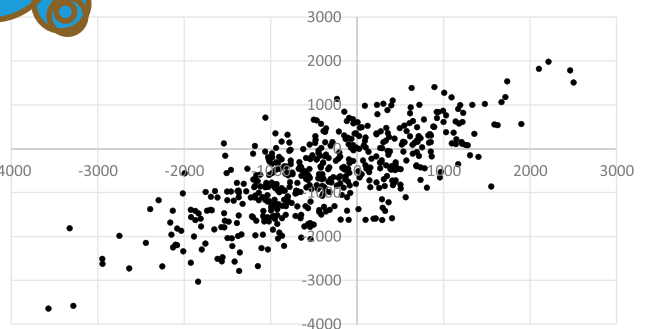


国内若雄牛の
信頼度はおお
よそ50%

相関係数0.8 (信頼度0.64)



相関係数0.7 (信頼度0.49)



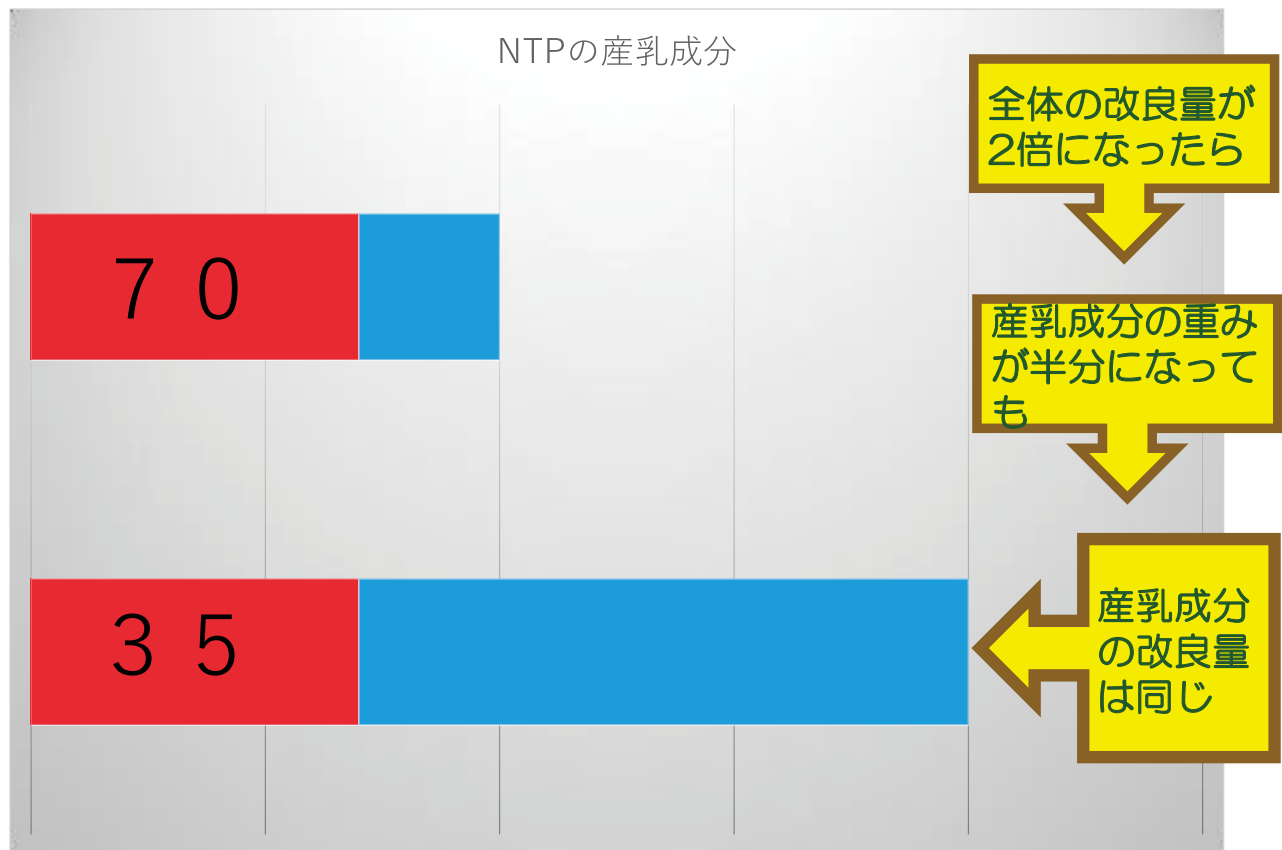
78

新しいNTPを考える

- ✓ 泌乳能力は国産精液に期待している
- ✓ 繁殖能力の改良が急務
- ✓ 遺伝率の低い形質の改良には
ゲノミック選抜が効率的
- ✓ 遺伝的改良を望む形質は遺伝率が低い

79

新しいNTPを考える



80

まとめ＝私見＝

1. ゲノミック評価値を持つ若雄牛を上手に使い、改良量を大きくする
2. 泌乳能力の改良量は維持
NTPでの重みは半分の35%
3. 残りの65%は繁殖形質や耐病形質などに充てる

81

おわり

ご清聴ありがとうございました

82

牛の乳房炎の抱える問題と
選択的乾乳期治療を考える

講師：国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構
動物衛生研究部門 病態研究領域
上級研究員 菊 佳男 氏

牛の乳房炎の抱える問題と 選択的乾乳期治療を考える

国立研究開発法人 農研機構 動物衛生研究部門
病態研究領域 寒地酪農衛生ユニット
菊 佳男
yokiku@affrc.go.jp



話題提供

1. 農研機構とは
2. 牛の乳房炎の抱える問題
3. 乳房炎の研究で感じること（課題、疑問、悩み、妄想）
4. 抗菌薬の使用と薬剤耐性
5. 諸外国における選択的乾乳期治療の取り組み
6. 選択的乾乳ガイドラインを導入したオランダの10年間の評価
7. 北海道東部における乾乳軟膏使用状況と分娩後の乳房炎発生状況
8. 乾乳期治療を再考する

農研機構とは

農と食に関する研究開発を行う農林水産省所管の試験研究機関

地域農業研究センター

- 北海道農業研究センター
- 東北農業研究センター
- 中央農業研究センター
- 西日本農業研究センター
- 九州沖縄農業研究センター

研究部門

- 果樹茶業研究部門
- 野菜花き研究部門
- 畜産研究部門
- 動物衛生研究部門
- 農村工学研究部門
- 食品研究部門
- 生物機能利用部門

重点化研究センター

- 次世代作物開発研究センター
- 農業技術革新工学研究センター
- 農業環境変動研究センター

研究基盤組織・支援センター

- 高度解析センター
- 遺伝資源センター
- 食農ビジネス推進センター
- 種苗管理センター
- 生物系特定産業技術研究支援センター

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)

- 本部・各センター・研究部門
- 研究部門・研究センター等の
主要拠点



職員：3,293名(うち研究職員1,838名)
役員：15名



動物衛生研究部門：

- 「生命あるものを衛る」ことを目標とする研究部門として、動物疾病の予防と診断、治療に関し、基礎から開発・応用までの研究を実施

北海道研究拠点：

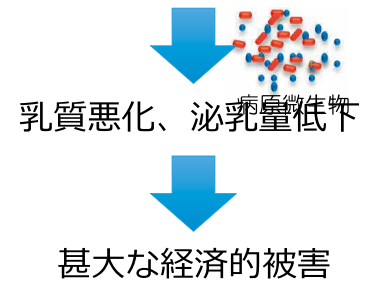
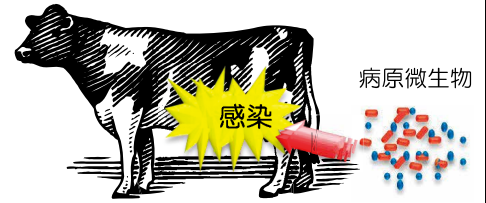
- 乳房炎等の酪農関連疾病の発病機構の解明や制御法、診断技術等の研究開発を実施

話題提供

1. 農研機構とは
2. 牛の乳房炎の抱える問題
3. 乳房炎の研究で感じること（課題、疑問、悩み、妄想）
4. 抗菌薬の使用と薬剤耐性
5. 諸外国における選択的乾乳期治療の取り組み
6. 選択的乾乳ガイドラインを導入したオランダの10年間の評価
7. 北海道東部における乾乳軟膏使用状況と分娩後の乳房炎発生状況
8. 乾乳期治療を再考する

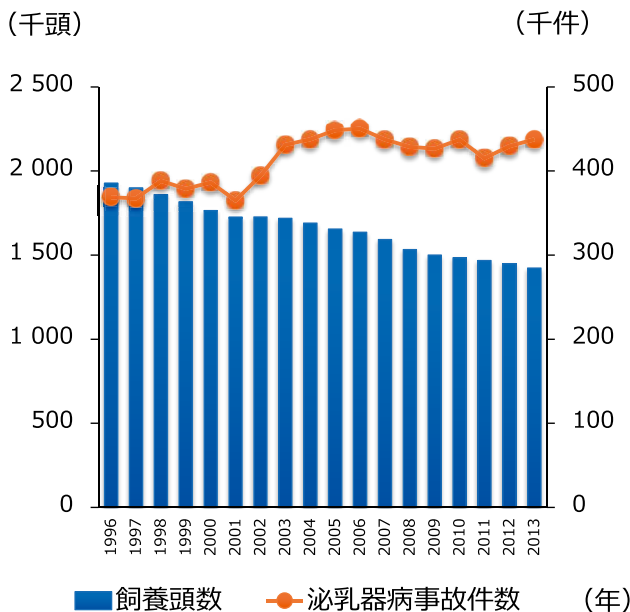
牛の乳房炎とは

原因	<ul style="list-style-type: none"> 病原菌の乳房内感染
症状	<ul style="list-style-type: none"> 乳房の腫れ、痛み、発熱など 乳汁の中に膿瘍
治療	<ul style="list-style-type: none"> 抗生物質（細菌を殺す薬） 抗炎症剤（熱を下げる薬）
発生状況	<ul style="list-style-type: none"> 乳牛の病気の数として最も多い

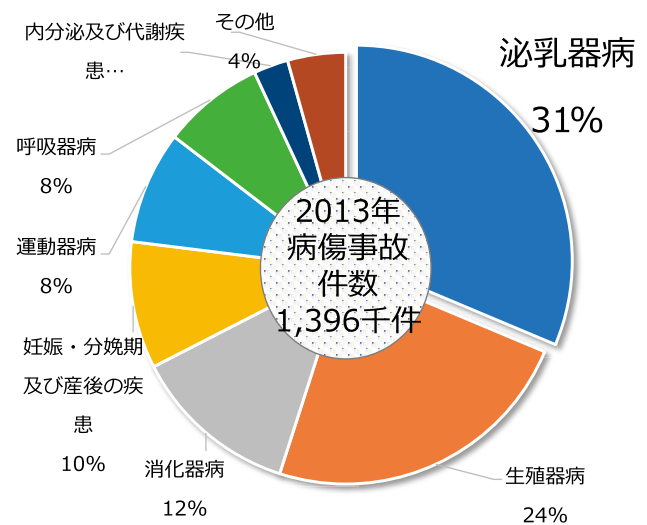


乳用牛の泌乳器病件数と病傷事故別件数

飼養頭数および泌乳器病事故件数



病傷事故件数（病名別）



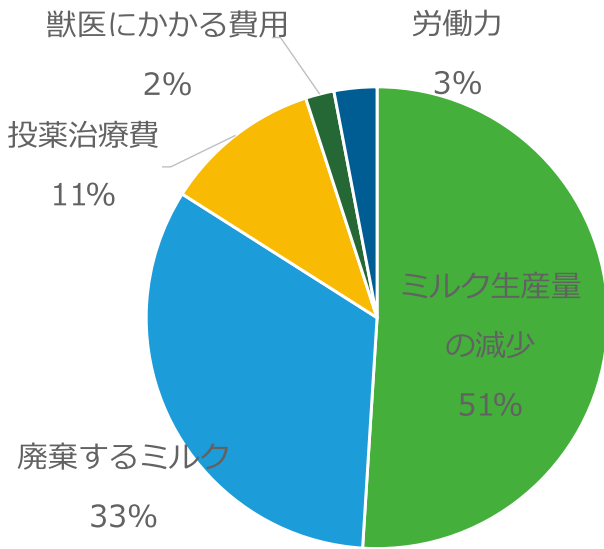
(2013年農水省家畜共済統計)

乳用牛の飼養頭数は減少しているが、
乳房炎は増えている！

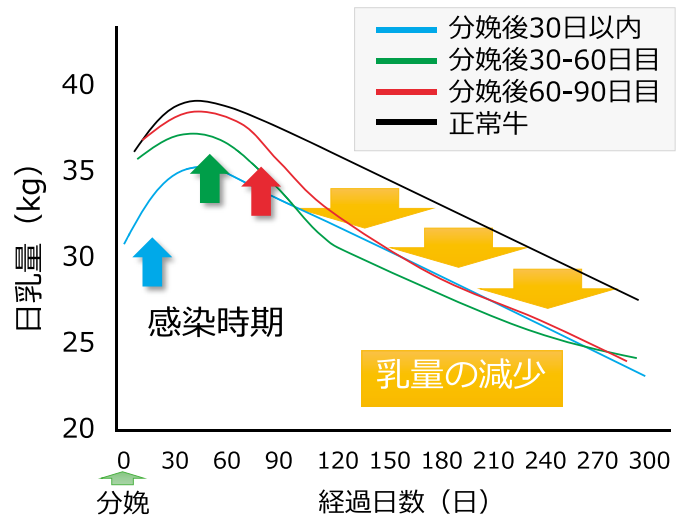
乳用牛の病気の3割が乳房炎だ！

乳房炎による経済的な損失

損失の内訳



感染時期と乳量の関係

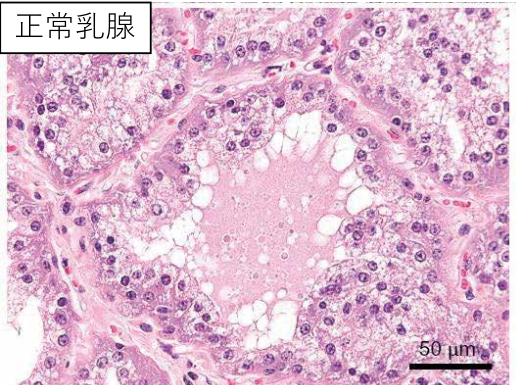
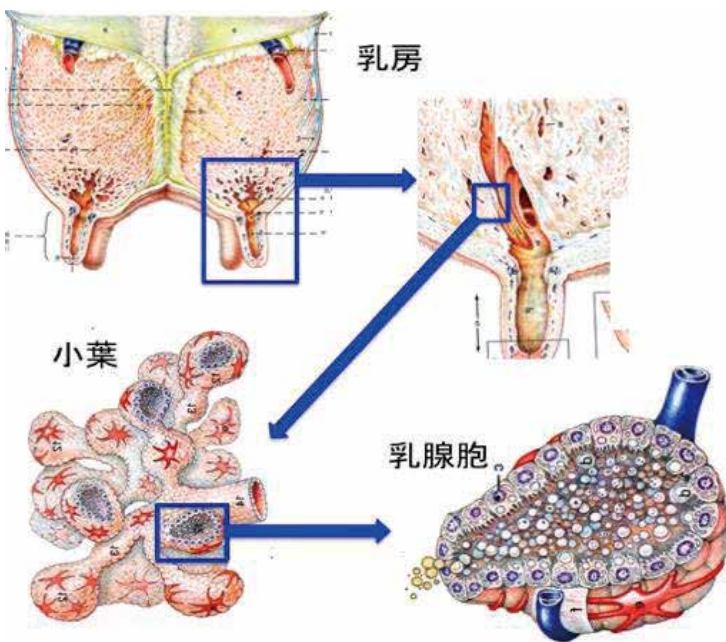


乳房炎治療中の乳廃棄に加え、泌乳期間中の生乳生産量は10-12%減少する！

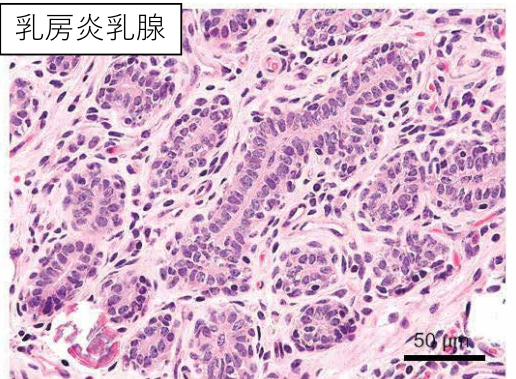
1頭当たりの乳房炎による年間損失額：4-5万円

出典：G.Y.Miller、全米獣医学協会ジャーナル（1993）、オホーツク酪農研究会

乳房炎になったときの乳腺の状態



乳腺上皮細胞によって管腔を形成し、その中に乳汁・脂肪滴がみえる



腺房が委縮し管腔内に乳汁が見られない

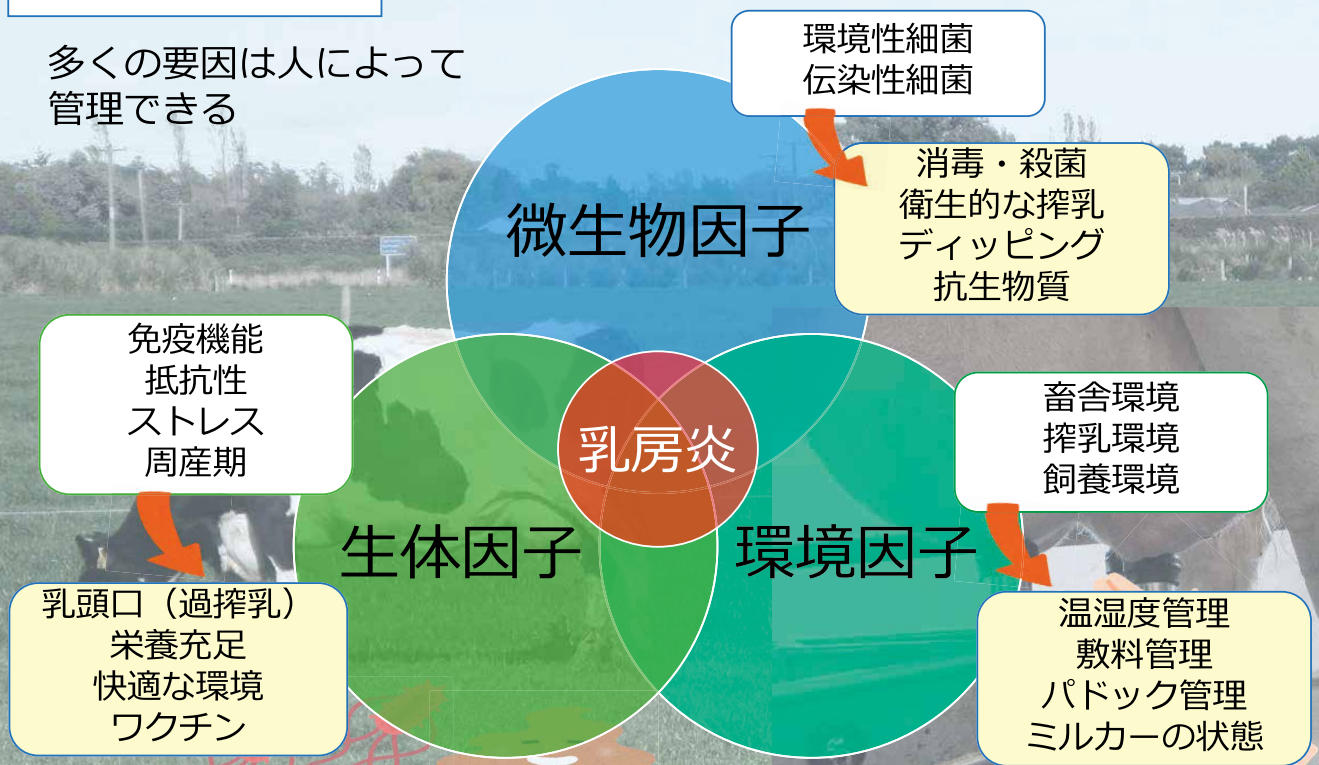
乳房内への病原菌侵入によって、乳腺組織内では免疫反応が誘導される

- ・免疫細胞の浸潤
- ・線維化 等

乳房炎（感染症）発症の基本的な考え方

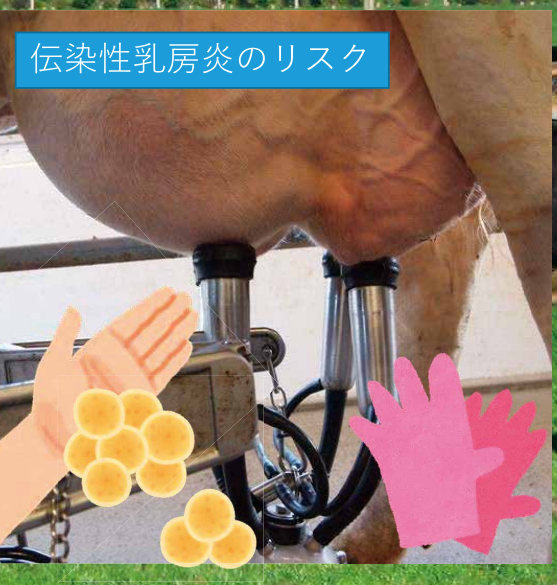
感染症の成立3要因

多くの要因は人によって管理できる



牛あるいは牛群を適切に管理できていますか？

乳牛はどのような環境で生活しているか



乳房炎の主な原因菌と原因菌種別発生割合

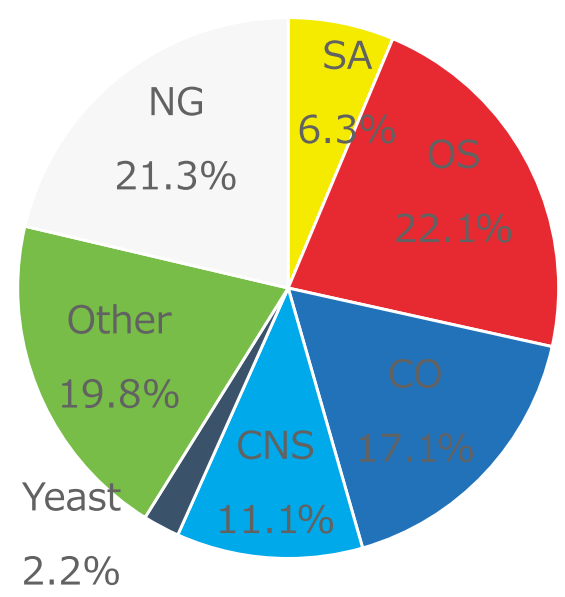
伝染性

- SA (黄色ブドウ球菌)
- SAG (無乳性レンサ球菌)
- CB (コリネバクテリウム・ボビス)
- Mycoplasma (マイコプラズマ)

環境性

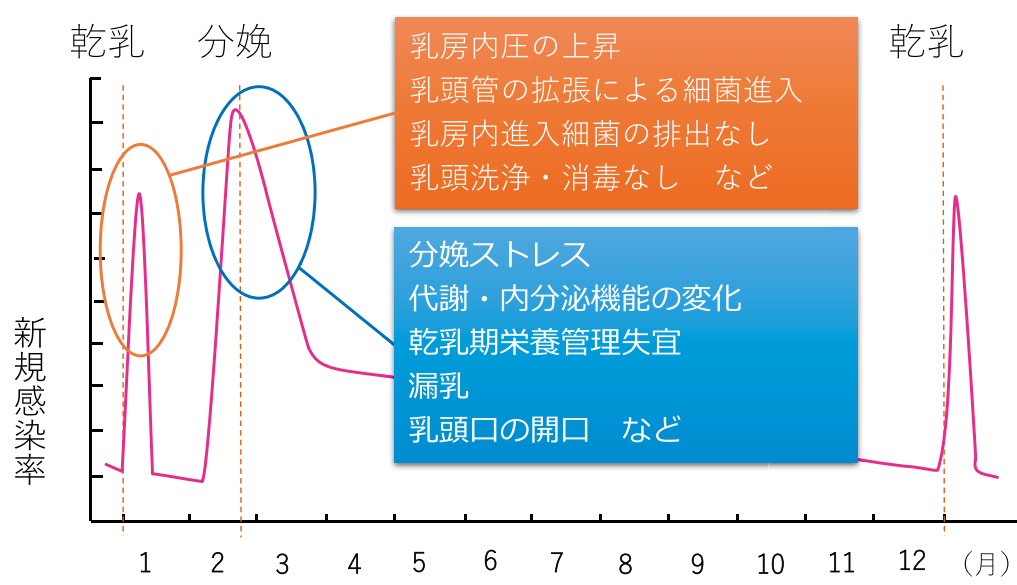
- CNS (表皮ブドウ球菌)
- OS (その他のレンサ球菌)
- CO (大腸菌群)
- TP (Trueperella pyogenes)
- PA (緑膿菌)
- Yeast (酵母様真菌)
- Prototheca (プロトセカ)

十勝地域における原因菌種割合



(平成28年度 十勝NOSAI のべ53,012 頭)
(n = 84,475)

乳房炎は周産期と乾乳時になりやすい



乾乳期
60日程度

泌乳期
305日程度

(Green *et al.*, 2002)

分娩に備える時期
乳腺を休ませる期間

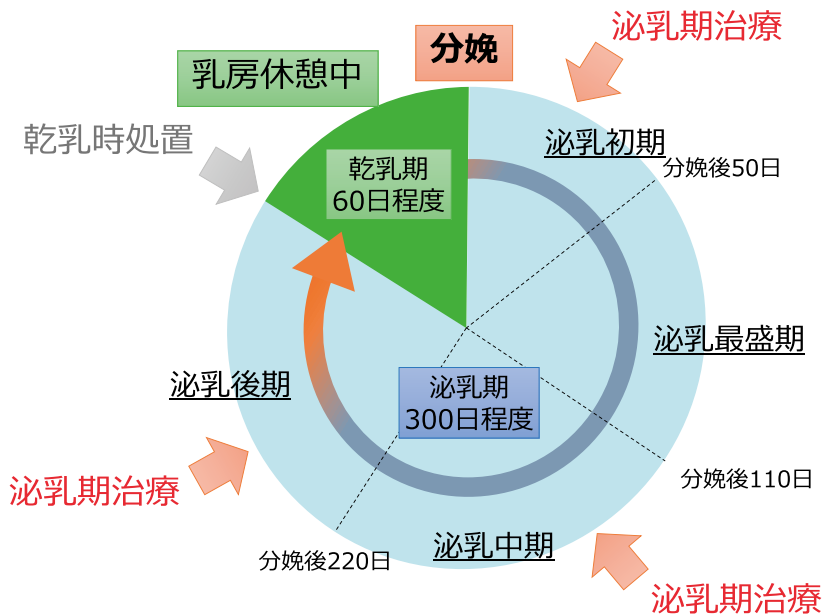
乾乳期と周産期の乳房炎発生を減らしたい！

乳房炎の治療と予防は抗菌薬が使用される

乳用牛は2歳くらいに分娩し、乳汁を産生するようになる

泌乳期：分娩後に牛乳を出す期間（300日程度）

乾乳期：泌乳をやめて、乳房を休息させる期間（60日程度）



泌乳期（牛乳を出す時期）治療：

- 泌乳期に乳房炎が見つかった時に行う治療

乾乳時（乳房の休憩時期）処置：

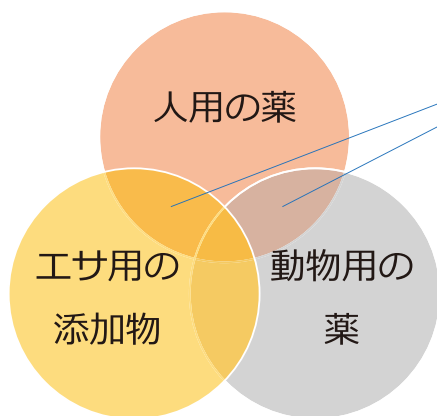
- 乾乳する時に乳房炎の治療あるいは予防目的で行う処置



乳房炎の治療と予防は、**泌乳期**と**乾乳時**に**抗菌薬**で行っている

抗菌薬が効かない細菌（薬剤耐性菌）の問題

抗菌薬（細菌用の薬）の使われ方



同じ薬を使っている

人の治療の時に、薬が効かない細菌が出現したら大変！

動物用の薬やエサ用の添加物の使い方
に注意が必要

G7伊勢志摩サミット2016
(2016年5月26日~27日)



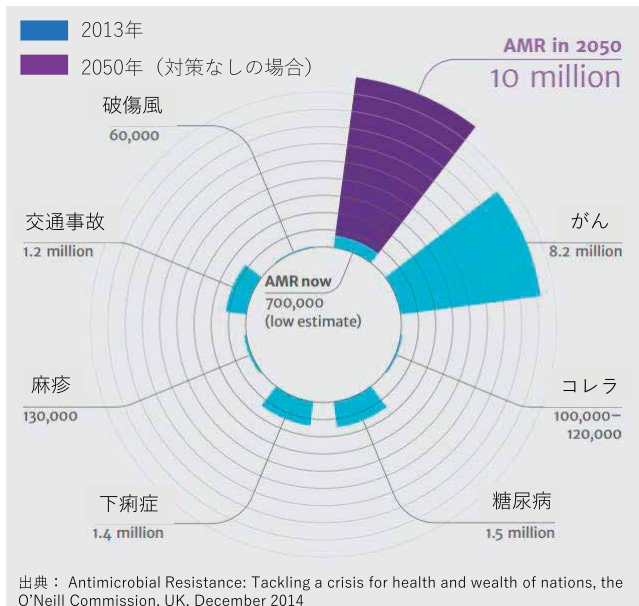
サミットの宣言

動物で使用する抗菌剤の使用量を減らそう！

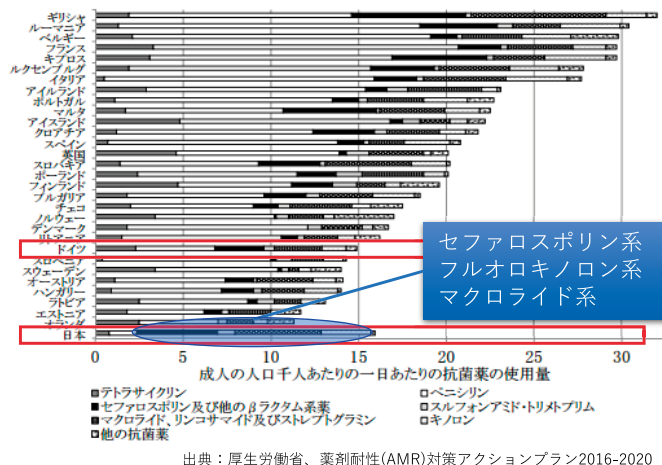
新しいワクチンや治療法、診断薬の研究開発を進めよう！！

薬剤耐性菌の現状（ヒト）

薬剤耐性（AMR）に起因する死亡者数の推定



欧州及び日本における抗菌薬使用量の国際比較



- 2013年のAMR起因死亡者数は少なくとも70万人
- 対策なしの場合、2050年には1000万人が死亡（がんによる死亡者数を超える）

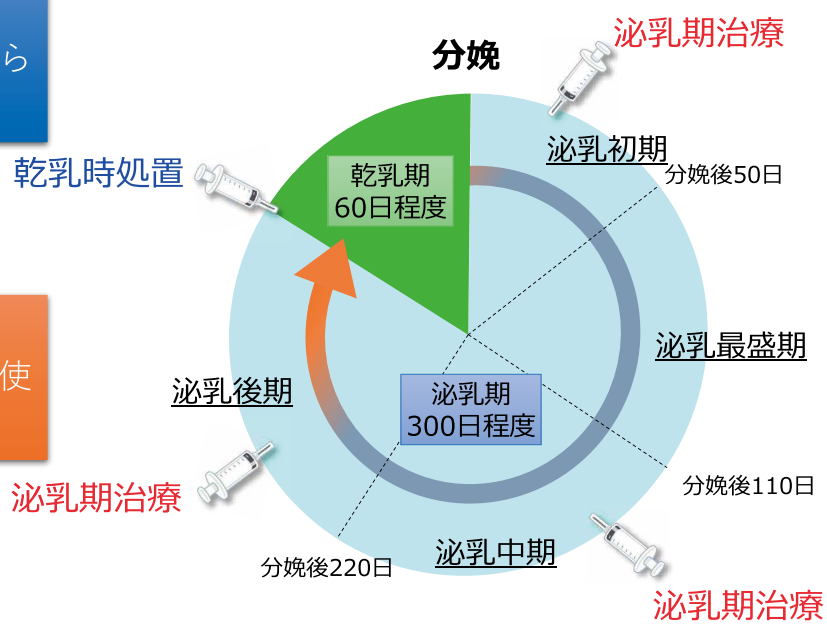
- 日本の抗菌薬使用量は、比較的低下水準
- 日本は、幅広い細菌に有効である抗菌薬の使用量が多い（セファロスポリン系、フルオロキノロン系、マクロライド系）

抗菌薬による治療・予防とその問題

乳房炎コントロールは、**泌乳期治療**と**乾乳時処置**によって行われている

欧州：
全頭全分房の抗菌剤投与から
選択的抗菌剤投与へと移行

欧州：
広域スペクトラムの抗菌剤使用の制限

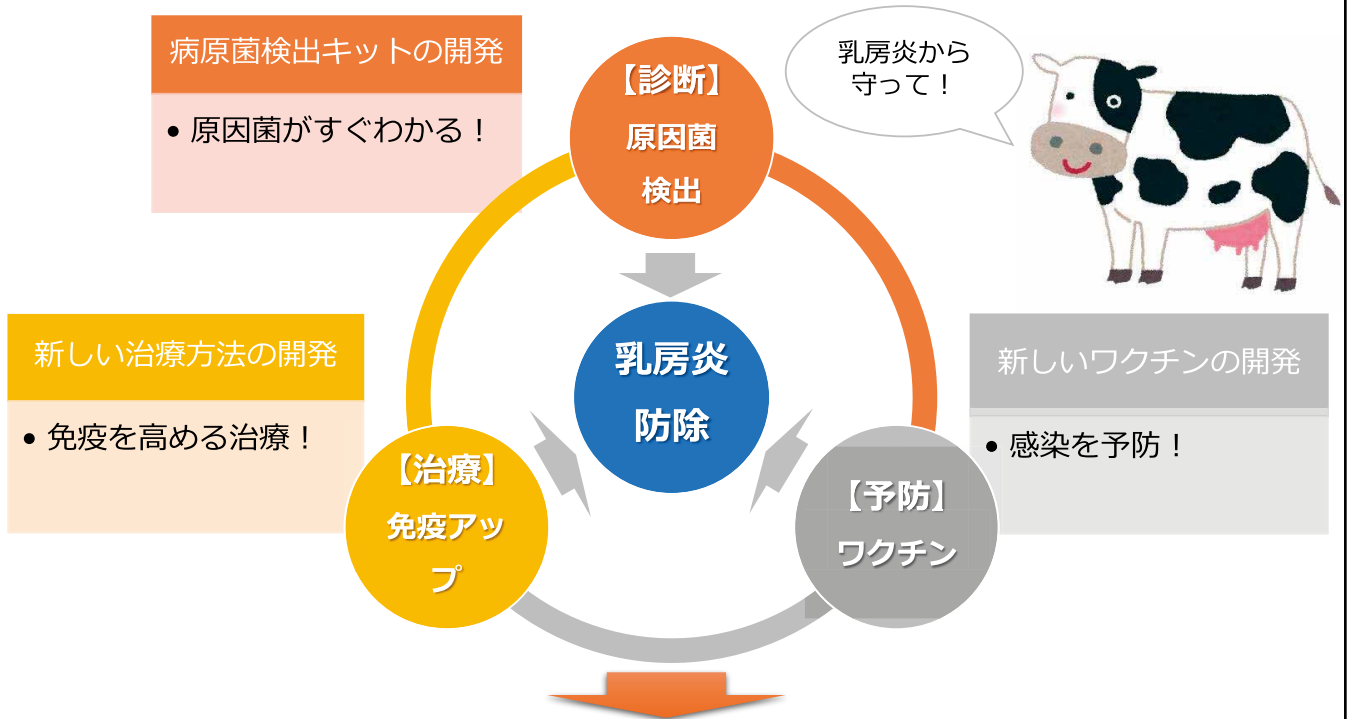


抗菌剤に依存した乳房炎制御（**泌乳期治療**と**乾乳時処置**）で良いのか？

牛を乳房炎から守るための研究テーマ

農研機構・動衛研北海道研究拠点：

国内の乳牛の半分が飼養されている北海道で乳房炎などの研究を実施



抗菌薬の使用を減らして、牛を乳房炎から守っていこう！

牛を乳房炎から守るための研究成果

① 乳汁を採材
On Farm!

② 試薬と混合 (溶菌→抗原抽出)
ストリップ浸漬

③ 測定15-30分

【診断】原因菌検出

2019年10月24日プレスリリース
「パルスNMRで乳牛の乳房炎を早期診断
—難治性の黄色ブドウ球菌乳房炎をいち早く察知—」 (2019年農業技術10大ニュース)

黄色ブドウ球菌乳房炎の観測結果

乳房の感染状態	体細胞数 / 10 ⁶	比表面積 / mg
健全	~14	~81
健全	~16	~83
健全	~15	~81
SA感染	~18	~78

感染細菌の種類がすぐわかるようになってきた！

免疫アップで乳房炎が治ってきた！

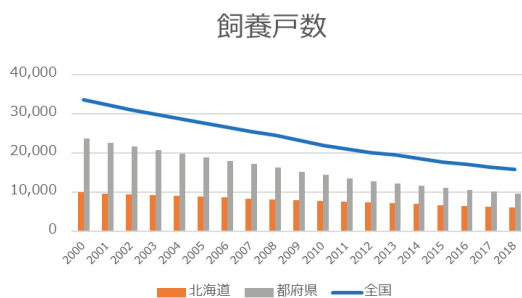
鼻からワクチンを入れると予防効果がありそう！

牛を乳房炎から守る新しい技術が少しずつ見つかってきた！

話題提供

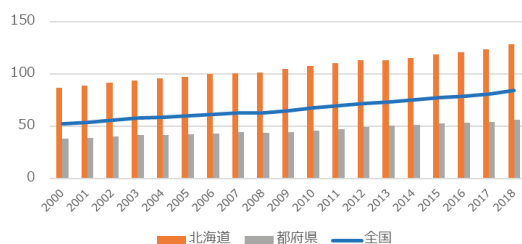
1. 農研機構とは
2. 牛の乳房炎の抱える問題
3. 乳房炎の研究で感じること（課題、疑問、悩み、妄想）
4. 抗菌薬の使用と薬剤耐性
5. 諸外国における選択的乾乳期治療の取り組み
6. 選択的乾乳ガイドラインを導入したオランダの10年間の評価
7. 北海道東部における乾乳軟膏使用状況と分娩後の乳房炎発生状況
8. 乾乳期治療を再考する

日本の生乳確保のためにどうすべきだろう？

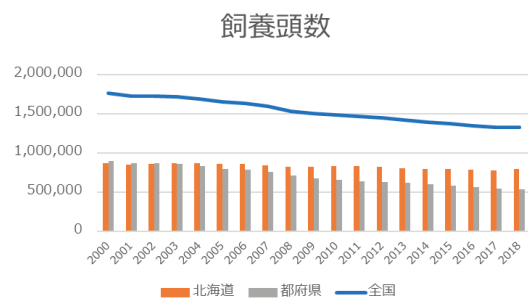


飼養戸数は都府県で激減！

一戸当り飼養頭数

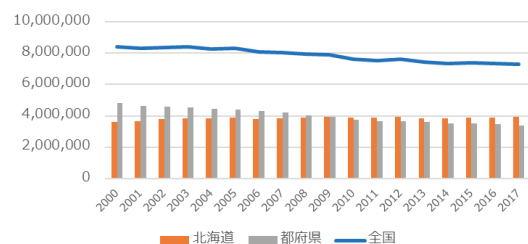


一戸当たり飼養頭数は増加！



飼養頭数は北海道だけで半数以上に！

生乳生産量



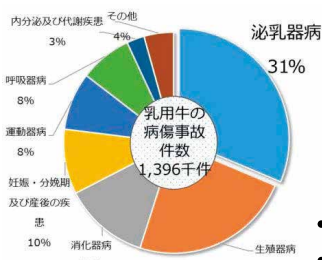
生乳生産量は北海道だけで半数以上に！

北海道への生乳生産量確保の依存度は年々高まっている

生産者の負担を軽減する効率的な牛群管理技術が求められる

持続可能な酪農生産基盤を形成するには？

酪農家の持続可能性を損なう問題は乳房炎に起因するところが大きい



- 難治性となりやすい
- 原因によっては致死性
- 作業効率を低下
- 経済的、精神的な負担

酪農業と乳房炎の抱える課題と求められる技術

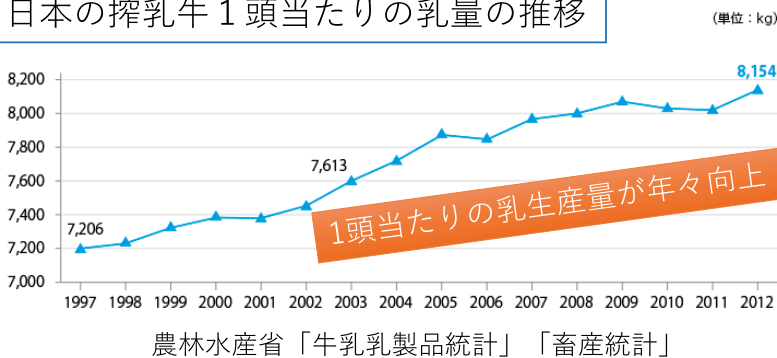
- | | |
|------------------------|-------------------------------|
| 生産者人口の減少と農場の大規模化 | ・生産者の負担を軽減する効率的な牛群管理システム |
| 乳房内感染後すぐに感染の事実を把握できない | ・牛群内の乳房内感染状況を即時計測するシステム |
| 難治性乳房炎に対する対抗手段が見出せていない | ・新たな切り口からの治療技術の開発や新規ワクチンによる予防 |
| 薬剤耐性菌の問題から抗菌薬の慎重使用が必要 | ・抗菌薬に替わる乾乳方法による牛群管理システム |

牛群管理を容易にし、地域に根差した誰もが働きやすい環境を作るために、乳房炎を制御することが重要。

- 乳用牛のことを我々はどれくらい知っているのか？
- 日々、更新され続ける情報、技術、知識を酪農産業にどう活かすのか？

現在の乳用牛の乾乳期間は正しいのか？

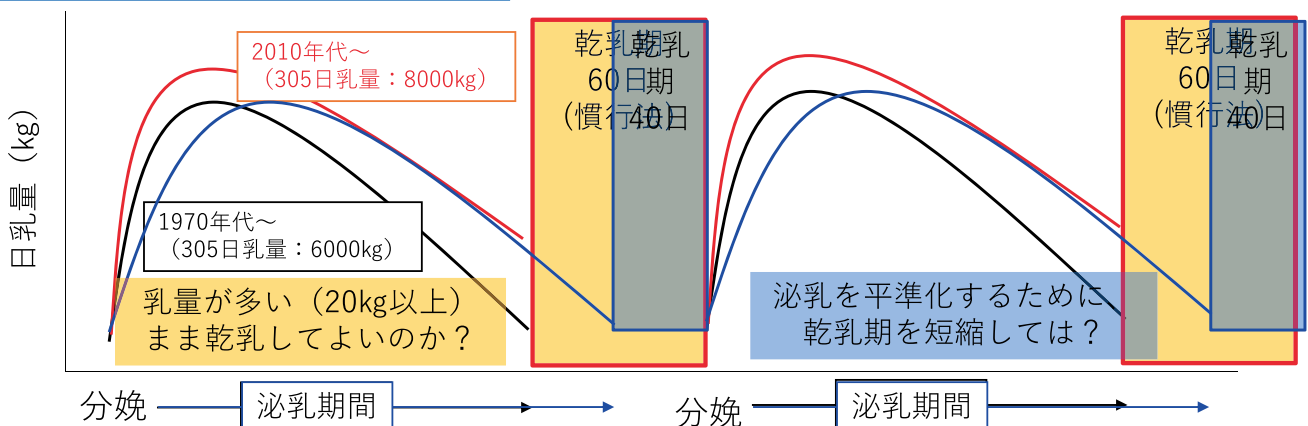
日本の搾乳牛1頭当たりの乳量の推移



乳量が多いままの一発乾乳は乳腺組織に影響を与えないか？

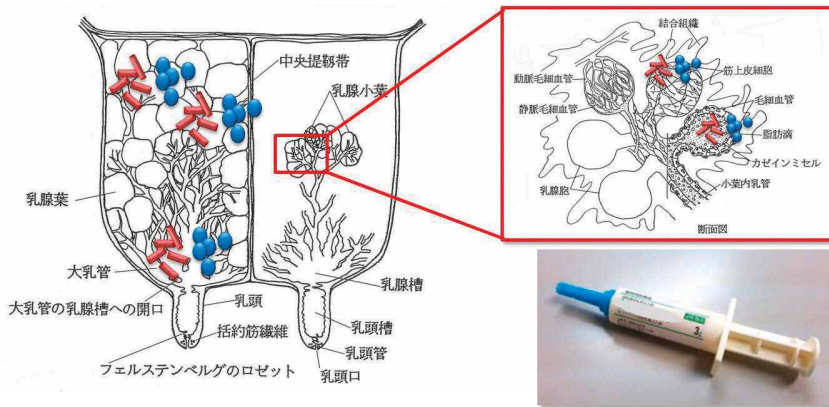
適切な乾乳期間や乾乳時乳量とはどれくらいだろうか？

年間の日乳量の変化と乾乳期間



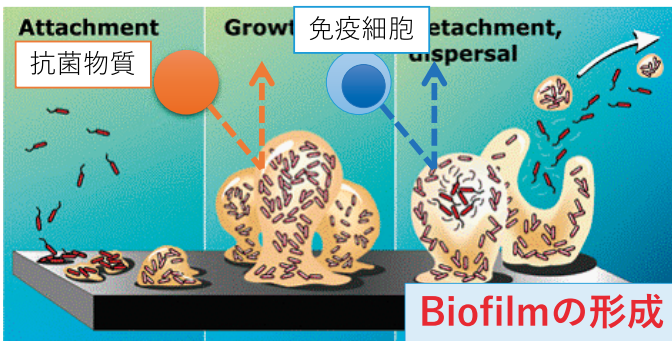
SA乳房炎等の難治性乳房炎をどう防ぐか？

難治性乳房炎は乳腺深部に潜むために抗菌薬が効かないのか？



注入1日で深部に達する

問題はバイオフィルム (BF) の存在か？

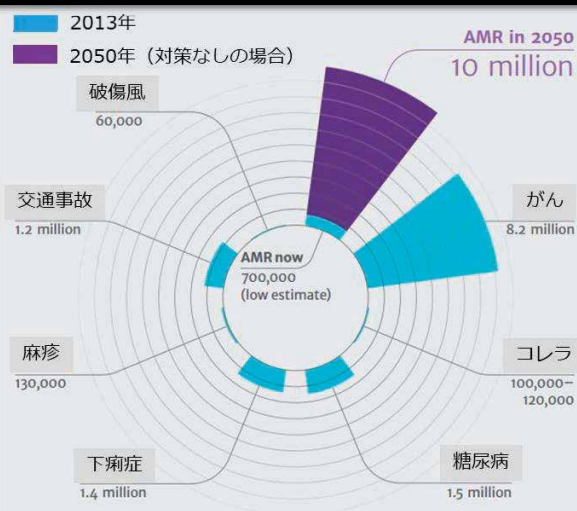


BFの問題であれば

- BFを破壊してから抗菌薬、サイトカイン等の治療
- 菌の定着を防ぐ (BFを作らせない) ワクチン (粘膜ワクチン)
- 早期発見・早期診断

薬剤耐性菌 (AMR) 問題にどのように取り組む？

薬剤耐性に起因する死亡者数の推定



G7伊勢志摩サミット2016



動物薬からの薬剤耐性菌の出現が懸念

WHO/FAO/OIEによるAMR対策強化

WHO, FAO, and OIE unite in the fight against Antimicrobial Resistance

THE FACTS

Antimicrobial agents: are essential to treat human and animal diseases; should thus be considered as a public good.

Some microbes have demonstrated full or partial resistance

AMRによる死者数がガンを上回る

動物用抗菌薬の慎重・適正使用

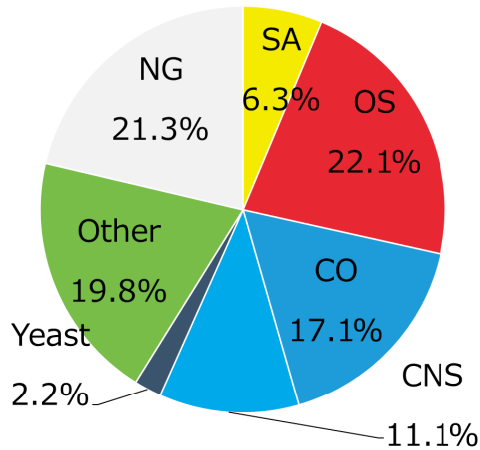
- 人間や動物の疾病治療に対して抗菌薬の有効性を堅持する
- 抗菌薬の責任ある使用を促進する
- 抗菌薬は世界的な財産である

AMRを考慮した乳房炎治療はどのようにすべきだろう？

乳房内のことをどれくらい知っているだろう？

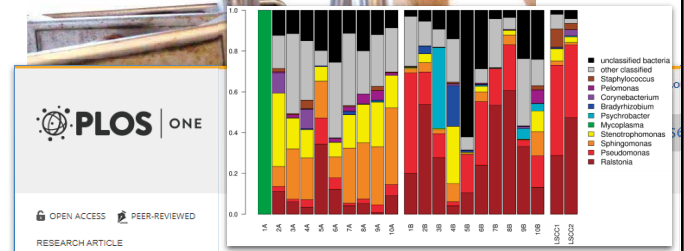
原因がわからない乳房炎が
20～25%もある！！

乳房炎原因菌種分類



(平成28年度 十勝NOSAI のべ53,012 頭、n = 84,475)

培養法では検出できない乳房内細菌種



Bacterial Community Profiling of Milk Samples as a Means to Understand Culture-Negative Bovine Clinical Mastitis

Joanna S. Kuehn, Patrick J. Gorden, Daniel Munro, Ruichen Rong, Qunfeng Dong, Paul J. Plummer, Chong Wang, Gregory J. Phillips

乳房内に細菌叢があるようだ！！

乳房炎とは、①乳房内への細菌の侵入による感染と
②乳房内細菌叢と免疫細胞の動的平衡の破綻？

話題提供

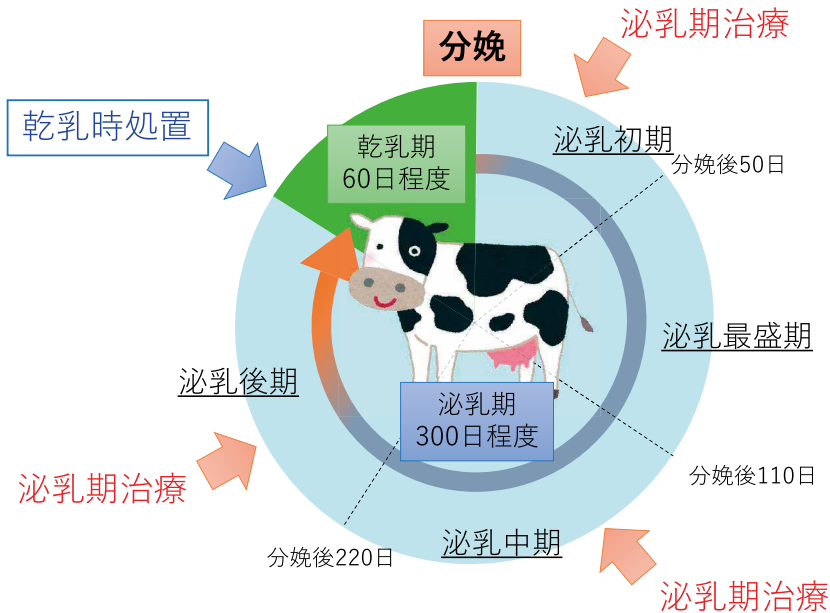
1. 農研機構とは
2. 牛の乳房炎の抱える問題
3. 乳房炎の研究で感じること（課題、疑問、悩み、妄想）
4. 抗菌薬の使用と薬剤耐性
5. 諸外国における選択的乾乳期治療の取り組み
6. 選択的乾乳ガイドラインを導入したオランダの10年間の評価
7. 北海道東部における乾乳軟膏使用状況と分娩後の乳房炎発生状況
8. 乾乳期治療を再考する

乳房炎の治療と予防は抗菌薬が使用される

乳用牛は約24ヶ月齢で分娩し、乳汁を産生するようになる

泌乳期：分娩後に牛乳を出す期間（300日程度）

乾乳期：泌乳をやめて、乳房を休息させる期間（60日程度）



泌乳期（牛乳を出す時期）治療：
 ・泌乳期に乳房炎が見つかった時に行う治療

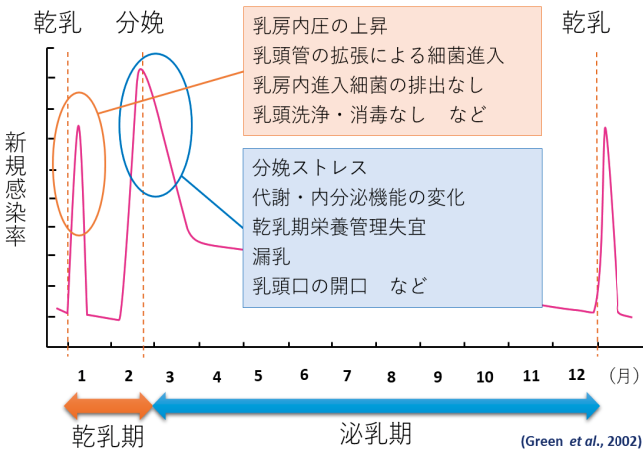
乾乳時（乳房の休憩時期）処置：
 ・乾乳する時に乳房炎の治療あるいは予防目的で行う処置



乳房炎の治療と予防は、**泌乳期**と**乾乳時**に抗菌薬で行っている

全頭全乳房乾乳期治療（Blanket Dry Cow Therapy：BDCT）

乾乳期前後の乳房炎リスク



乳房炎コントロールの歴史

Str. ag	1900-1930	Str. agalactiaeによる公衆衛生問題
	1930-1950	抗菌薬治療の導入
SA	1950-1960	潜在性乳房炎の検査法が開発
	1960-1970	乳房炎予防に関する戦略の検証
	1970-1980	全頭全乳房の乾乳期治療を推奨
Env. mastitis	1980-1990	環境性乳房炎の問題
	1990-2000	パルクタンクSCCの削減に重点化
	2000-2017	抗菌薬の使用法が問題点として浮上

乾乳時に**効率性**と**乳房炎リスク回避**のために、**治療**あるいは**予防目的**で抗菌薬を使用

(Pamela L. Ruegg, WBC Sapporo 2018)

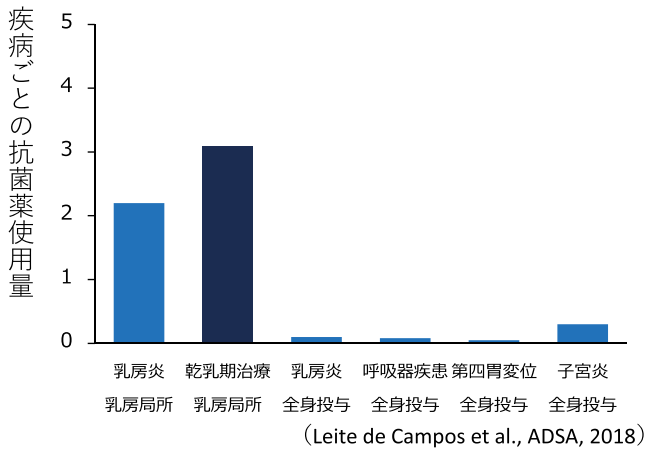
現在の日本では、BDCTが一般的な乾乳法

薬剤耐性（AMR）の観点から抗菌薬の予防的使用の見直し

AMRを考慮した乾乳導入はどのようにすべきだろう？

乾乳期治療はBDCTのままで良いのか？

乳用牛における抗菌薬使用量の比較



欧州の乾乳時の乳房炎予防について

乾乳期治療	乳頭シール剤
11か国から回答	10か国から回答
<ul style="list-style-type: none"> 11か国：何らかの乾乳期治療は必要と回答 3か国：全牛群 8か国：牛群を選択 9か国：牛を選択 	<ul style="list-style-type: none"> 7か国が推奨 3か国：全牛群 4か国：牛群を選択
個体/バルク乳体細胞数、産歴、治療歴等で区別	環境性細菌や牛床の状態等で区別

世界の乳房炎の現状 ～IDFアンケート2014の結果から～

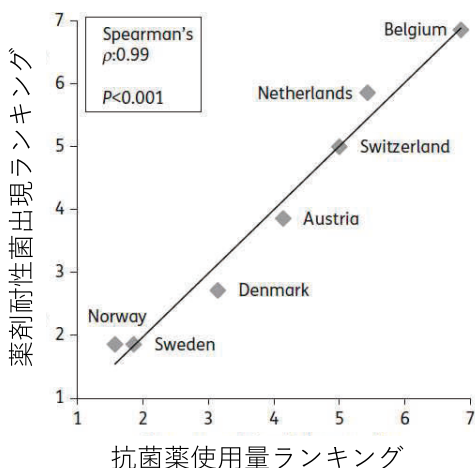
諸外国では、乳用牛で最も抗菌薬を使用している乾乳期治療に着目している
 全頭全分房への予防目的の乾乳期治療の実施を中止

牛や乳房を選択する乾乳期治療 (Selective Dry Cow Therapy : SDCT)

乳房炎起因菌の薬剤耐性に関する文献調査

抗菌薬使用量と薬剤耐性出現の関連性

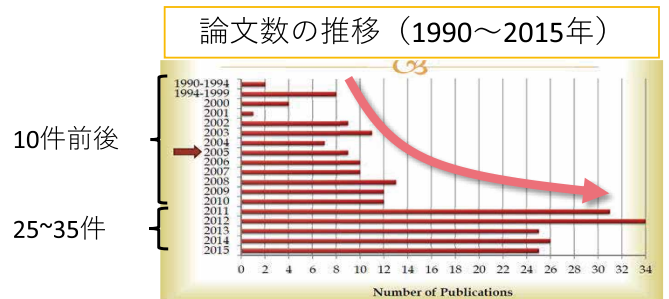
抗菌薬は乳房炎等の多くの疾病に使用



JAC advance access 11 nov 2013 doi 10.1093/jac/dkt443

産業動物における抗菌薬使用量の国別ランキングと薬剤耐性菌出現ランキングは相関

「乳房炎、抗菌薬、薬剤耐性」に関する論文検索結果 (Web of Knowledge® (ISI))



日本を含む54か国において薬剤感受性 (特にSA) に関する249の報告

2015年までに乳房炎起因菌から薬剤耐性菌出現は確定されず

乳房炎起因菌の薬剤耐性に関する文献調査

■ 2016年以降に世界16か国において、乳房炎起因菌から薬剤耐性菌分離株について報告された

- [主な分離株]
1. 黄色ブドウ球菌 (S. aureus)
 2. 連鎖球菌属
 3. エンテロコッカス
 4. その他のコアグラマーゼ陰性ブドウ球菌 (CNS)
 5. Mycoplasma bovis

- 黄色ブドウ球菌及びCNSのβラクタム系抗菌薬への耐性かつ多剤耐性の報告
- 日本も含め各国からメチシリン耐性黄色ブドウ球菌 (MRSA) に関する報告
- インドからバンコマイシン抵抗性黄色ブドウ球菌 (VRSA) に関する報告
- 大腸菌及びクレブシエラにおいて広域スペクトラムのβラクタマーゼ耐性の報告
- M.bovisにおいて、多くの異なる抗菌薬に対するAMRが増加

2016年以降、乳房炎起因菌から薬剤耐性を示す菌が出現



牛だけでなくヒト医療への影響も懸念される

話題提供

1. 農研機構とは
2. 牛の乳房炎の抱える問題
3. 乳房炎の研究で感じること (課題、疑問、悩み、妄想)
4. 抗菌薬の使用と薬剤耐性
5. 諸外国における選択的乾乳期治療の取り組み
6. 選択的乾乳ガイドラインを導入したオランダの10年間の評価
7. 北海道東部における乾乳軟膏使用状況と分娩後の乳房炎発生状況
8. 乾乳期治療を再考する

オランダにおける選択的乾乳期治療の効果

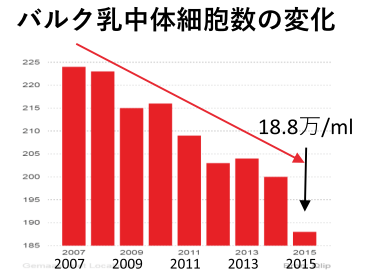
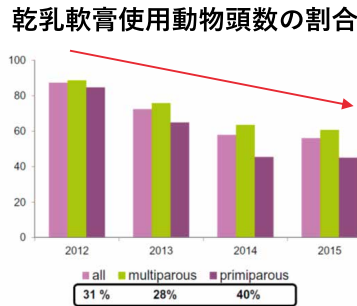
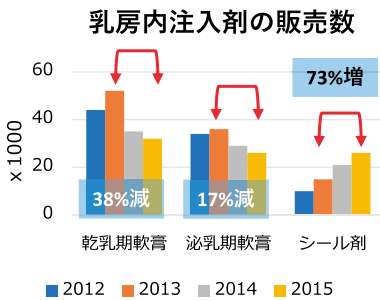
2014年1月にオランダでは、酪農業界における抗菌薬の予防的使用を削減する目的で、臨床ガイドライン「乾乳期における抗菌薬の使用」を制定

ガイドライン概要

- 乾乳直前の初産牛：体細胞数が15万/ml以下
- 乾乳直前の経産牛：体細胞数が25万/ml以下の場合、乾乳時に抗菌薬を処方しない



ガイドライン（2014年導入）の効果



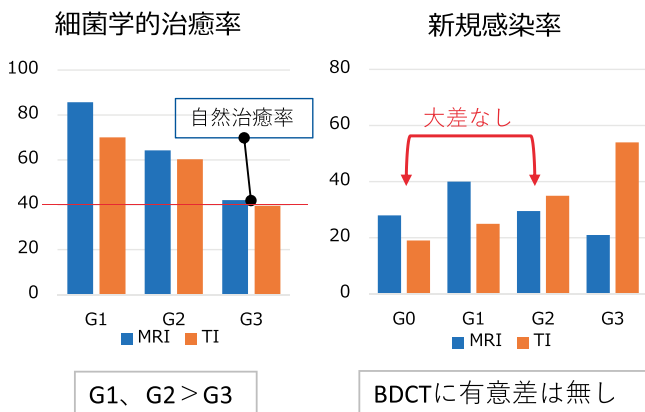
- ガイドラインは抗菌薬使用量の減少に有効かつ実用的（更なる研究は必要）
- 経産牛よりも初産牛に大きな効果を示す

ドイツにおける各乳房の乳房炎診断に基づく乾乳期治療

乾乳時の全頭全乳房への抗菌薬処置（BDCT）と感染乳房のみの抗菌薬処置（SDCT）を実施し、分娩後3週以内の乳房炎発生状況を比較調査

164頭722分房（MRI研究所、TI研究所）

治療法	感染状況	抗菌薬使用
G0	● 感染無し	● 抗菌薬使用せず
G1 (SDCT)	● 感染あり	● 感染分房のみ抗菌薬
G2 (BDCT)	● 感染あり	● 全分房に抗菌薬
G3	● 感染あり	● 抗菌薬使用せず



乳房の感染状況や健康状態に関わらず、乾乳時の抗菌薬投与は、

- 細菌学的治癒率の向上に有用
- 新規感染防除には役立っていない可能性

乾乳時の感染乳房だけの選択的治療は、乳房炎発生状況を変えずに、抗菌薬使用量を減少させる

英国におけるプロラクチン放出阻害剤を用いた選択的乾乳期治療

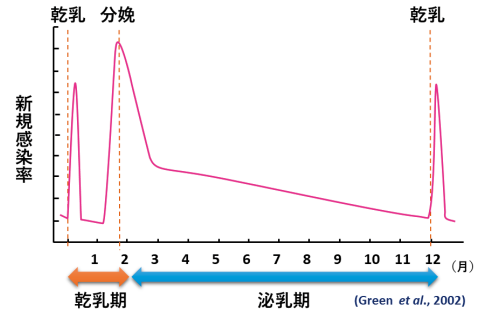
乾乳前後は新規乳房内感染リスクが高いことから、乾乳時乳量を減少させたのちに選択的乾乳治療を行った研究

乾乳時の乳房炎リスク要因のひとつ：乾乳時乳量

乾乳時乳量を減少させたのちに乾乳導入する試み

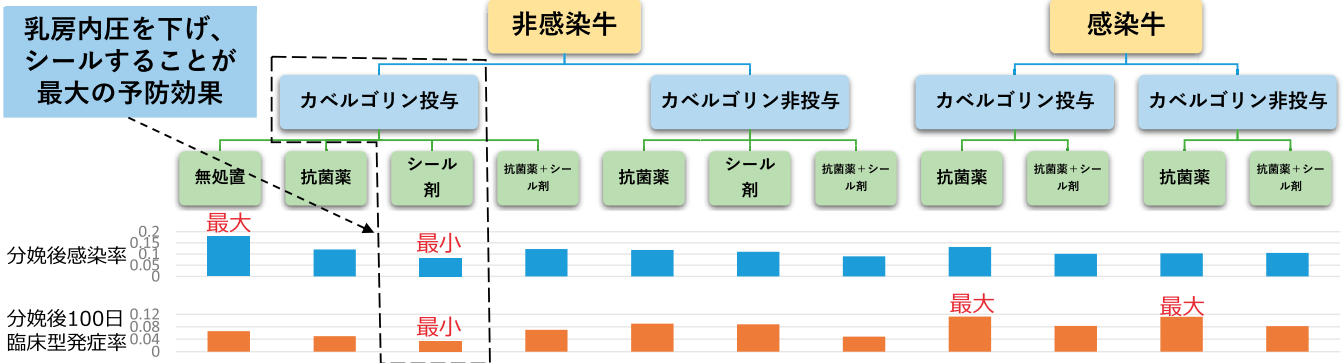
カベルゴリン：プロラクチン放出を阻害し、乾乳時の泌乳生産を減少させる効果を有する

※乳量減少、乳房内圧低下、乳管損傷の回避、漏乳低減、ケラチンプラグ形成の促進を期待



非感染牛に対するカベルゴリンとシール剤の併用が最も有効

供試牛1120頭
体細胞数20万/mlを境界

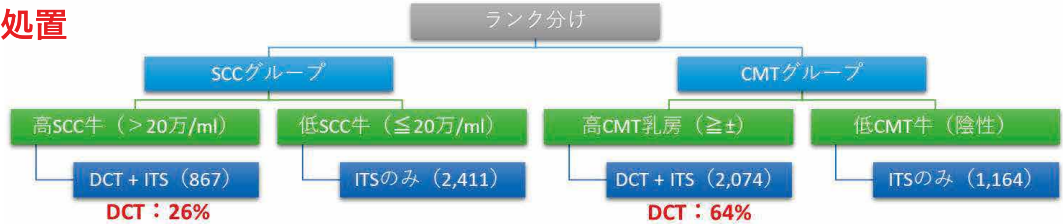


NZにおけるCMTを用いた選択的乾乳の実施

SCCデータのない牛群ではCMTを選択的乾乳に利用できるか？



選択方法と乳房処置



結果

	SCCグループ	CMTグループ	P値
細菌学的治癒率 (%乳房)	90.3	94.8	0.05
分娩時の新規乳房内感染 (%乳房)	4.9	3.2	0.02
分娩時の感染 (%乳房)	5.4	3.7	0.01
乾乳期臨床型乳房炎 (%牛)	0.9	0.3	0.13
泌乳期臨床型乳房炎 (%牛)	6.4	4.4	0.25

抗菌薬使用量

群	DCT	乾乳期	泌乳期	合計	頭数	使用量 (mg/kg)
CMT	1,112,000	7,950	287,700	1,407,650	884	3.47
SCC	482,000	37,200	348,750	867,950	891	2.12

CMTの利用は、SCCよりも抗菌薬使用量が多いが、治癒率、新規感染率等で優れる

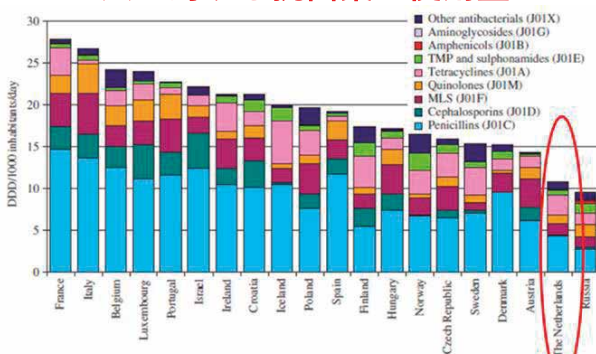
話題提供

1. 農研機構とは
2. 牛の乳房炎の抱える問題
3. 乳房炎の研究で感じる事（課題、疑問、悩み、妄想）
4. 抗菌薬の使用と薬剤耐性
5. 諸外国における選択的乾乳期治療の取り組み
6. 選択的乾乳ガイドラインを導入したオランダの10年間の評価
7. 北海道東部における乾乳軟膏使用状況と分娩後の乳房炎発生状況
8. 乾乳期治療を再考する

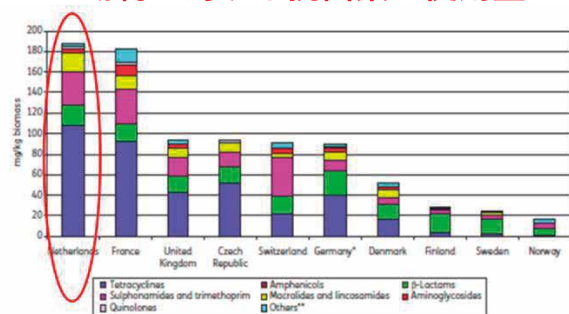
選択的乾乳期治療を導入した経緯と取り組み

オランダで何が起きたのか?? (2009~2010年の報告)

人に対する抗菌薬の使用量



動物に対する抗菌薬の使用量



MRSAやESBLの出現により、畜産物が批判の対象へ！

耐性菌に対する切迫感

- MRSAの出現：酪農家が訪問する病院を制限
- 政治的圧力：何かしらの行動を起こさない限り、獣医師は抗菌薬を処方・販売できないという圧力
- 健康評議会の報告：オランダの抗菌薬政策に対する人の健康リスクの評価報告

MRSA (メチシリン耐性黄色ブドウ球菌)：
院内感染の代表的な多剤耐性菌
ESBL (基質拡張型β-ラクタマーゼ) 産生菌：
β-ラクタム環を加水分解して抗菌薬を不活化する酵素を産生する多剤耐性菌



選択的乾乳期治療を導入した経緯と取り組み

国を挙げた抗菌薬使用量低減に向けた取り組み

薬剤耐性特別対策2008を制定

- すべての家畜関連団体と獣医師会の間で協定を締結
- 政府による開始および支援
- 制度の透明性、抗菌薬の低減あるいは慎重使用を目的

政治的圧力

- 抗菌薬の使用量を1999年のレベルまで減少させること
- 政府主導の強制目標（2009年と比較して）
 - 2011年：20%の削減
 - 2013年：50%の削減
 - 2015年：70%の削減



選択的乾乳期治療を導入した経緯と取り組み

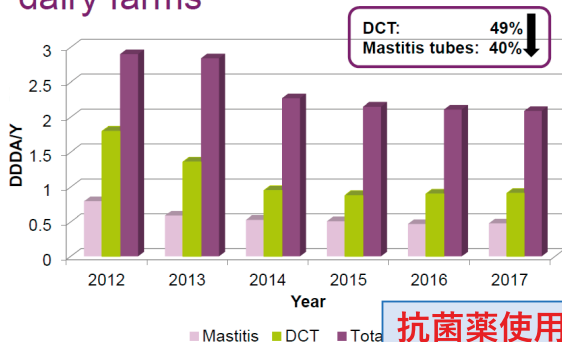
SDa（オランダ動物用医薬品局）による調査

- 抗菌薬の使用量について：
 - 乳用牛の群間で大きな違い→ 改善の余地
 - 生乳生産量とは無関係
 - 抗菌薬総使用量の67%以上が乳房内注入剤 → 乳房衛生を焦点
 - 抗菌薬使用に大きく関わる獣医師と酪農家の考え方をどうするか

酪農産業における取り組み

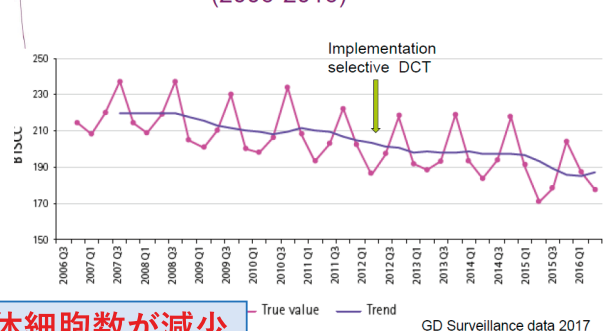
- 各農場特有の治療プロトコルの見直し
- 牛群衛生管理計画の実施
- 抗菌薬の予防的使用の禁止 → 選択的乾乳期治療へ
- 重要な抗菌薬の使用を禁止 → 第3、第4世代セファロスポリン製剤、（フルオロ）キノロン

Usage of antimicrobials on Dutch dairy farms



Bulk milk somatic cell count (BMSCC)

(2006-2016)



抗菌薬使用量と体細胞数が減少

選択的乾乳期治療を導入した経緯と取り組み

その他の考慮すべき要因

- 飼養管理：衛生、牛舎環境、栄養
- 治療から予防へ：ワクチン、バイオセキュリティ、管理
- 考え方を変える：生産者と獣医師
- 乾乳牛の取り扱い：プリンセスのように！



10年間の総括（全般）

- オランダでは抗菌薬使用量低減に向けた酪農業界の積極的な取り組みがあった。
- 家畜への抗菌薬使用に対して酪農家や獣医師の姿勢に変化が現れた。
- 国を挙げての取り組みだからこそ、これらの結果が得られたと考えられる。

10年間の総括（薬剤耐性）

- 家畜全般では全体で60%の抗菌薬使用量削減を達成した。
- 家畜分野における薬剤耐性菌の減少がみられた。
- ESBL等の薬剤耐性の宿主間移動の問題もみられない。

選択的乾乳期治療の経済評価

選択的乾乳期治療の経済的最適化

- 抗菌薬使用の低減化を目的としたオランダの取り組みの経済的評価を実施
- 経済的に最適な選択的乾乳期治療（SDCT）とは？

評価方法

- SDCTを行った場合の予防コストと損害額のバランスから費用対効果を評価

予防コスト

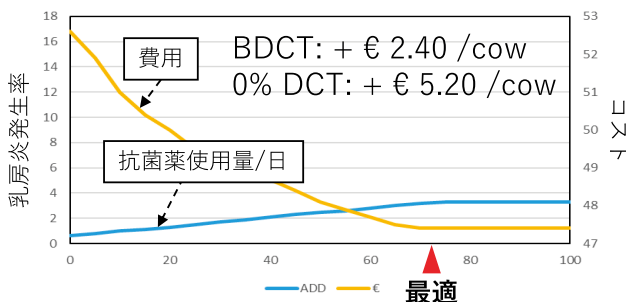
労働	投資	消耗品
<ul style="list-style-type: none"> • 自身の労働力 • 雇用した労働力 • 労働時間 • 労働価値 	<ul style="list-style-type: none"> • 価格 • 減価償却 • 時間 • 金利 	<ul style="list-style-type: none"> • 量 • コスト

損害額

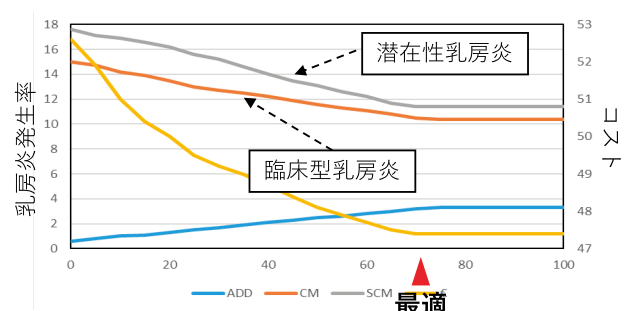
治療	損失	疾病
<ul style="list-style-type: none"> • 診断料 • 獣医師費用 • 薬剤費 • 労働費 • 生乳廃棄 	<ul style="list-style-type: none"> • 乳生産量 • 個体の成長 • 乳質 • 死亡・淘汰 	<ul style="list-style-type: none"> • 新規発生



SDCTの割合と費用/抗菌薬使用量の関係



SDCTの割合と臨床型/潜在性乳房炎の関係



臨床型あるいは潜在性乳房炎の発生率を考慮して経済的評価を実施
乾乳予定牛の75%に対して抗菌薬を使用することが最適であることが試算

生産者と獣医師の意識をリセットする取り組み

特定の病気を全国規模で対処するには、多様な酪農生産者や関係者の考え方を根本的に見直すことが求められる。オランダでは選択的乾乳を導入するために、社会科学的手法を用いた。

タバコのポイ捨てを減らすためのアイデア



ちょっとしたアイデアで、「いいね！」と思ったとき、人の行動は変化する

Mind R.E.S.E.T

市民に運動のために階段利用を促すアイデア



- R (Rules & Regulations) : ルールと規制
- E (Education & Information) : 教育と情報
- S (Social pressure) : 社会的圧力
- **E (Economic incentives) : 経済的動機**
- T (Tools) : ツール

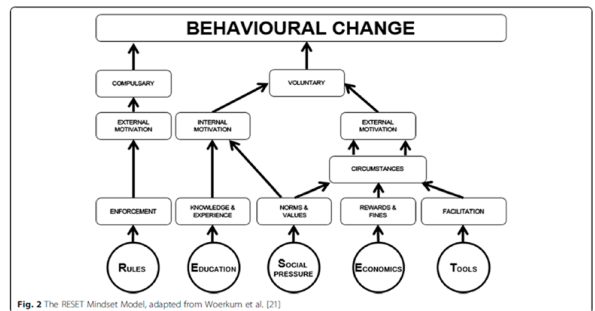
「これいい方法だね！やってみるか。」と思うような方法は??

生産者と獣医師の意識をリセットする取り組み

意識のリセット (Mind R.E.S.E.T)

RESETを動かすことで人は行動が変化する

- **R (Rules & Regulations)** : ルールと規制
- **E (Education & Information)** : 教育と情報
- **S (Social pressure)** : 社会的圧力
- **E (Economic incentives)** : 経済的動機
- **T (Tools)** : ツール



選択的乾乳ガイドラインの導入のための生産者への問いかけ

R : 構造探索

• あなたの牛群の体細胞数はペナルティにどの程度近づいていますか？

E : 情報探索

• 健康牛の体細胞数はどの程度でしょう？

S : 階層探索

• あなたの牛群の体細胞数は全国平均からどの程度逸脱したと思いますか？

E : 価格探索

• 体細胞数が40万から10万/mlになると、収入はどの程度上昇するでしょう？

T : 利便性探索

• あなたの牛群のために私はどのようなサポートができますか？

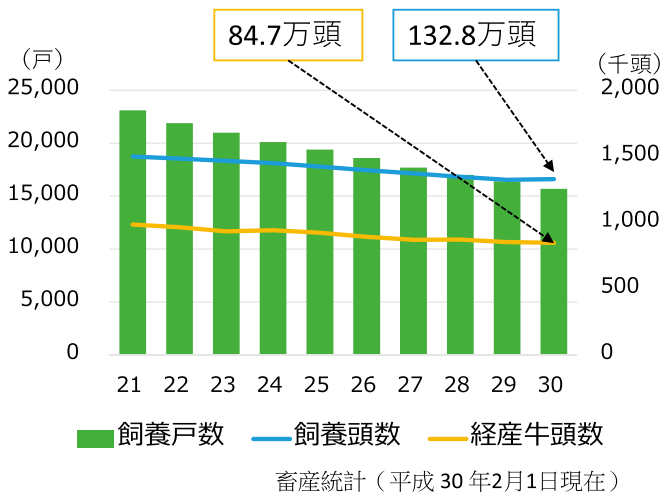
- アドバイザーは生産者に答えを教えることよりも、適切な質問を与えることが重要
- 生産者とのコミュニケーションで最も大きな問題は、コミュニケーションをとったと錯覚することであり、内容が適切でなければ適切な回答は導き出せない
- 我々の未来は我々の意識の中に委ねられている

話題提供

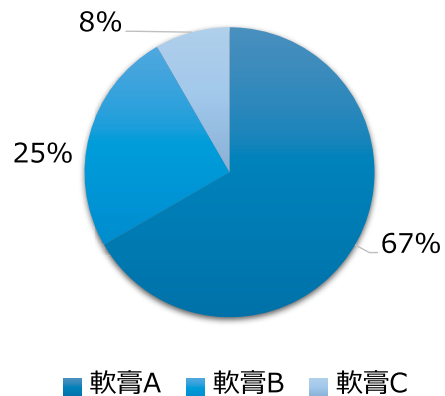
1. 農研機構とは
2. 牛の乳房炎の抱える問題
3. 乳房炎の研究で感じる事（課題、疑問、悩み、妄想）
4. 抗菌薬の使用と薬剤耐性
5. 諸外国における選択的乾乳期治療の取り組み
6. 選択的乾乳ガイドラインを導入したオランダの10年間の評価
7. 北海道東部における乾乳軟膏使用状況と分娩後の乳房炎発生状況
8. 乾乳期治療を再考する

乾乳軟膏の使用状況

乳用牛の飼養戸数と頭数



道東地域における乾乳軟膏の使用割合



【定価（4本分）】
軟膏A：1,168円、軟膏B：892円、軟膏C：956円

乾乳軟膏の国内市場（道東地域を基準に試算）

- 経産牛頭数（84.7万頭）×0.67×軟膏A（1,168円）
- 経産牛頭数（84.7万頭）×0.25×軟膏B（892円）
- 経産牛頭数（84.7万頭）×0.08×軟膏C（956円）

約9.2億円

※全頭全分房に処方したと仮定

調査目的および調査内容

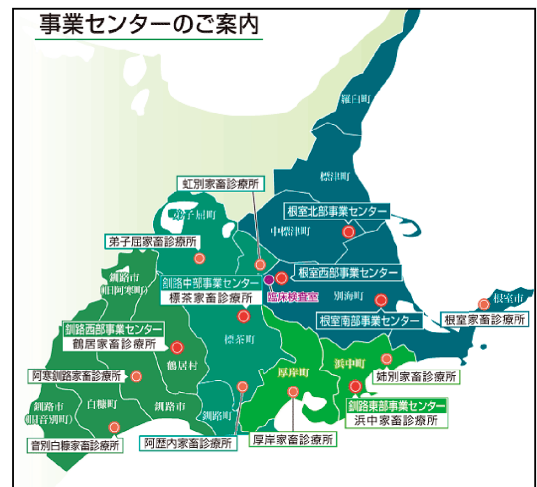
乾乳軟膏の選択的処方の可能性を検討するため、乾乳軟膏使用率と分娩後の次期泌乳期乳房炎発生率の関連性を北海道東部地域において調査

供試農家および供試頭数

- 道東地方 6 地域 (A~F) の酪農家：1,579 戸
- 共済加入乳用牛：142,361 頭

調査項目

- 分娩頭数 (全て)
- 分娩頭数 (経産牛)
- 乾乳軟膏薬治のべ頭数
- 分娩後の次期泌乳期乳房炎発症のべ頭数



解析方法

- 各酪農家の乾乳軟膏使用率並びに乳房炎発生率を算出
- 乾乳軟膏使用率の結果から、酪農家を **乾乳軟膏使用率0% (不使用農家)**、**0~30% (低使用農家)**、**30~70% (中使用農家)** 及び **70%以上 (高使用農家)** に群分けし、各群の乳房炎発生率を比較した。

結果：農家戸数、加入、分娩、薬治、乳房炎頭数

A	B	C	D	E	F	全体
---	---	---	---	---	---	----

論文化のため表を配布できません。
申し訳ありません。

結果：乾乳軟膏使用率による農家割合と乳房炎発生率

乾乳軟膏使用率による農家割合

次期泌乳期における平均乳房炎発生率

論文化のためグラフを配布できません。
申し訳ありません。

■ 不使用（0%）農家 ■ 低使用（0～30%）農家 ■ 平均乳房炎発生率
■ 中使用（30～70%）農家 ■ 高使用（70%以上）農家 (*:p<0.05、 **:p<0.01)

**乾乳軟膏は約1割の農家で使用されていない
乾乳軟膏不使用農家で次期泌乳期の平均乳房炎発生率が低い**

結果：乾乳軟膏使用率と次期泌乳期乳房炎発生頻度

次期泌乳期乳房炎発生頻度の比較

論文化のためグラフを配布できません。
申し訳ありません。

不使用農家 低使用農家 中使用農家 高使用農家
■ 30%未満 ■ 30～70% ■ 70%以上

※異符号間でP<0.05の有意差あり

不使用農家で次期泌乳期の乳房炎発生頻度が低い

本調査結果から乾乳期治療を考える

乾乳軟膏の利用が分娩後の乳房炎発生抑制に必ずしも結び付くとは限らない

- 今回の調査では、乾乳軟膏を利用しない方が分娩後の乳房炎発生を抑制した

乾乳時に必ずしも乾乳軟膏は必要ではないのではないだろうか？

- 乾乳時の個体状態や乾乳期間中の飼養衛生管理が良好であることが必要

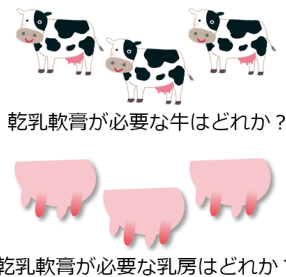
乾乳時の体細胞数や細菌数を把握し、適正に乾乳を迎えるシステムを構築する

- 薬剤耐性を考慮した抗菌薬の適正使用および慎重使用を実施する

乳房炎歴/乾乳前検査



選択的な乾乳導入



抗菌薬以外の乾乳時対策

シール剤

- 内部シール剤
- 外部シール剤

ワクチン

- 注射型ワクチン
- 粘膜ワクチン

その他の医薬品

- 抗体医薬
- サイトカイン
- ホルモン剤

分娩前/分娩時の検査



話題提供

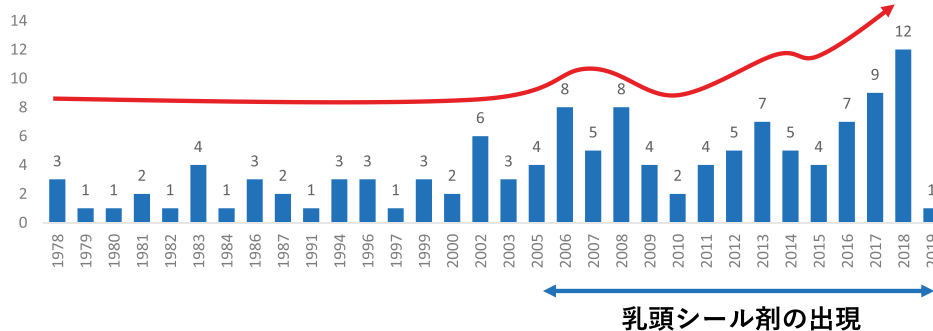
1. 農研機構とは
2. 牛の乳房炎の抱える問題
3. 乳房炎の研究で感じること（課題、疑問、悩み、妄想）
4. 抗菌薬の使用と薬剤耐性
5. 諸外国における選択的乾乳期治療の取り組み
6. 選択的乾乳ガイドラインを導入したオランダの10年間の評価
7. 北海道東部における乾乳軟膏使用状況と分娩後の乳房炎発生状況
8. 乾乳期治療を再考する

乾乳期治療を再考する

乾乳期治療（BDCT、SDCT）に関する報告例

報告者（年）	実施国	群/牛の供試数	治療試験	予防試験	結論
Rindsig et al., 1978	USA	1/232	+		SDCTは乳房の健康を改善しない
Robinson et al., 1988	UK	6/1800	+	+	SDCTは分娩後の感染と関連する
Browning et al., 1994	Australia	12/1044	+		BDCTとSDCTの治療効果の差は無い
Osteras et al., 1994	Norway	288/684	+		感染乳房を乾乳時に治療することが重要
Berry et al., 2002	UK	4/290		+	BDCTは乾乳治療無しよりも予防効果が高い
Rajala-Schultz et al., 2011	USA	4/1937		+	BDCTはSDCTよりも予防効果が高い
Cameron M et al., 2015	Canada		+	+	On farm cultureを用いたSDCTは有効
Scherpenzeel CGM et al., 2018	Netherlands		+	+	オランダの獣医師はSDCTに前向き

「selective、dry、cow」の論文検索結果（PubMed）



SDCTの歴史は長く、乳頭シール剤の出現とともに報告が増加

乾乳期治療を再考する

欧州諸国における乾乳方法とSDCT

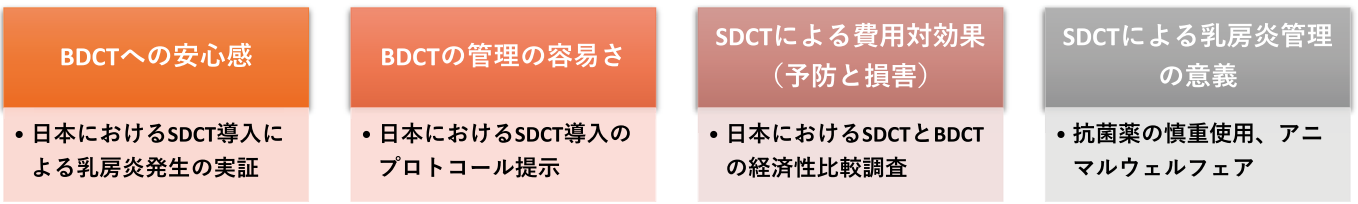
	ベルギー	スイス	ドイツ	デンマーク	スペイン	フィンランド	ハンガリー	イタリア	オランダ	ポルトガル	ポーランド	スウェーデン	イギリス
乾乳方法の内訳													
BDCTの農家割合（%）	81	63	70	0	95	10	95	95	5	70	90	0	80
SDCTの農家割合（%）	16	35	20	70	5	80	5	1	85	25	5	30	18
乾乳処置無しの農家割合（%）	3	2	10	20	0	10	0	4	10	5	5	70	2
SDCTの選択レベル													
乳房レベルでの選択（%）	ND	2	15	0	0	10	0	0	10	5	ND	0	<1
牛レベルでの選択（%）	ND	70	85	100	100	90	100	100	90	95	ND	100	99
SDCTの選択基準													
牛の乳房炎履歴（%）	89	70	60	40	100	50	100	99	40	80	45	20	80
乾乳時の個体の体細胞数（%）	9	95	15	40	0	20	0	1	50	10	45	65	15
乾乳時の細菌学的検査（%）	2	30	25	10	0	0	0	0	5	10	10	10	5
乾乳時のPCR検査（%）	0	20	0	10	0	30	0	0	5	0	0	5	<1
SDCTの成功率													
SDCT成功の農家割合（%）	ND	50	70	50	70	ND	5	ND	75	40	ND	ND	ND

(Scherpenzeel, 2017)

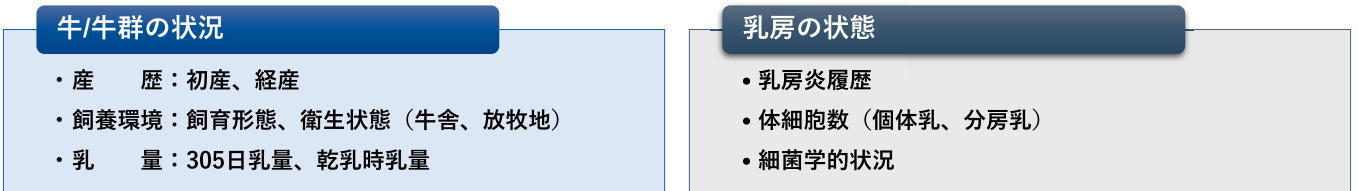
- SDCTは基本的には牛レベルで選択されており、乳房炎履歴で判断されることが多い。
- デンマーク、フィンランド、オランダ、スウェーデン等のSDCTが全国展開している国では、乾乳時scc等の簡単かつ実用的な方法に移行しつつある。

乾乳期治療を再考する（選択的乾乳を導入するには）

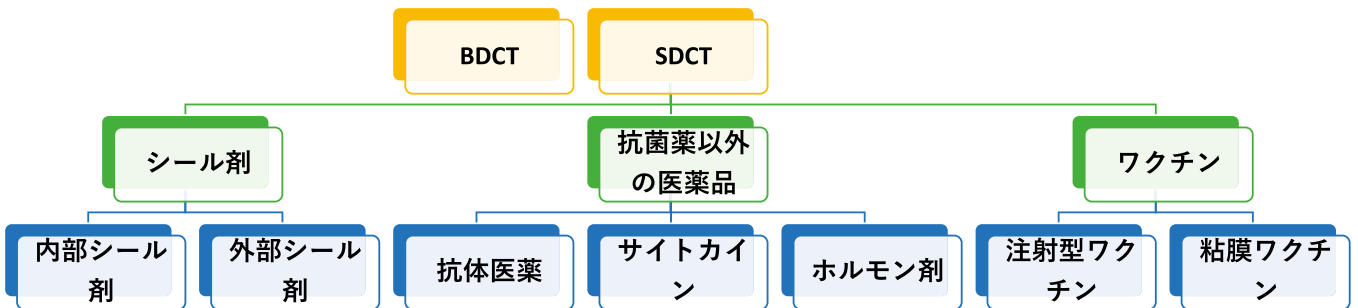
SDCT導入にはMind RESETが必要



SDCT導入に適した条件提示が必要

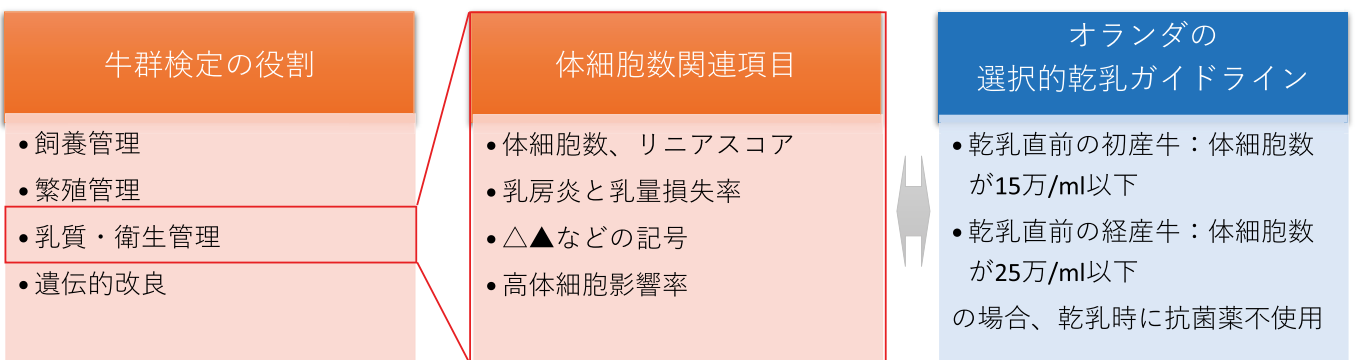


SDCTを導入する場合に抗菌薬以外の対策をどうするか

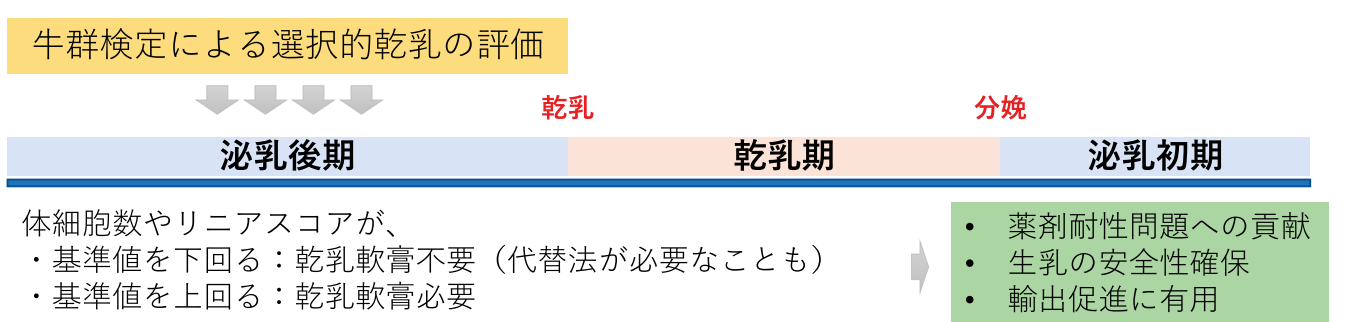


乾乳期治療を再考する（選択的乾乳を導入するには）

牛群検定を利用できるのでは？



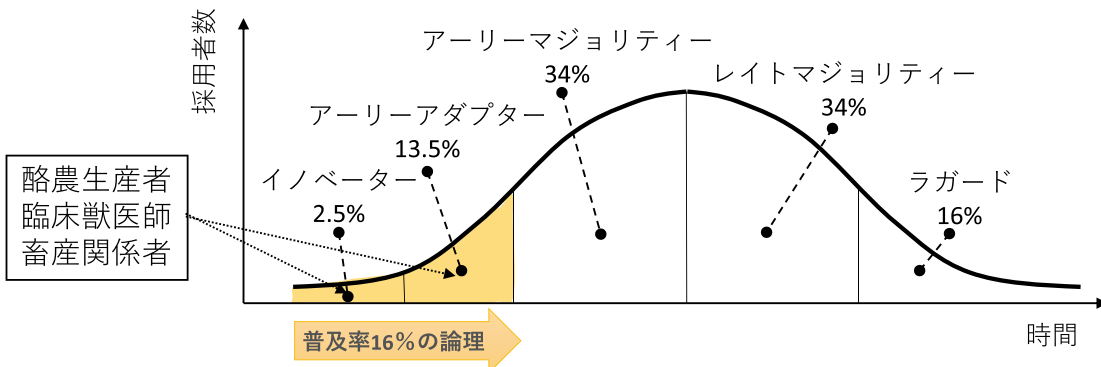
牛群検定を利用した選択的乾乳のイメージ



牛群検定を利用した選択的乾乳ガイドラインを作ることが可能かもしれない

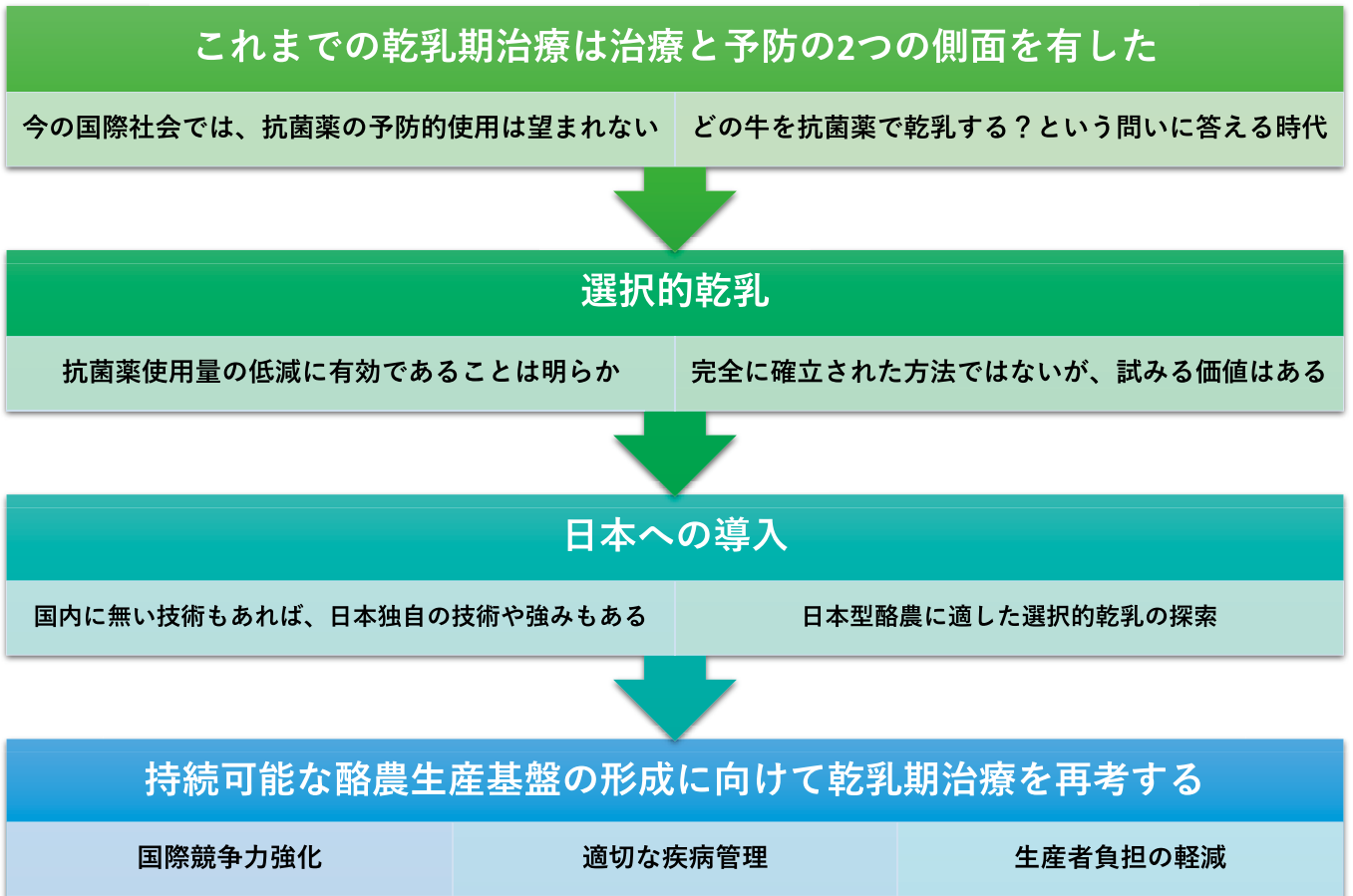
乾乳期治療を再考する（選択的乾乳の普及の鍵）

イノベーター理論（イノベーション普及に関するマーケティング理論、Everett M. Rogers（スタンフォード大））



イノベーター (Innovators：革新者)：2.5%	<ul style="list-style-type: none"> ・冒険的で新しい技術を積極的に採用する人。 ・新しさ重視でベネフィットに注目しない。
アーリーアダプター (Early Adopters：初期採用層)：13.5%	<ul style="list-style-type: none"> ・流行に敏感で情報収集を自ら行い判断する人。 ・ベネフィットを重視し、他の消費層への影響力が大。オピニオンリーダー。
アーリーマジョリティー (Early Majority：前期追随層)：34.0%	<ul style="list-style-type: none"> ・比較的慎重派で、平均より早く新技術を取り入れる人。 ・アーリーアダプターの影響を受け、費用対効果を重視。
レイトマジョリティー (Late Majority：後期追随層)：34.0%	<ul style="list-style-type: none"> ・新技術の採用に懐疑的な人。 ・周囲の大多数が使用している確証を得てから行動する。
ラガード (Laggards：遅滞層)：16.0%	<ul style="list-style-type: none"> ・最も保守的で流行や世の中の動きに関心が薄い人。 ・新技術が文化レベルになるまで採用しない。

総括：乾乳期治療を再考する



持続可能な酪農生産基盤の形成に向けて

持続可能な開発目標（SDGs）：

2015年9月の国連サミットで全会一致で採択された2016年から2030年までの国際目標。持続可能な世界を実現するための17のゴールで構成される。



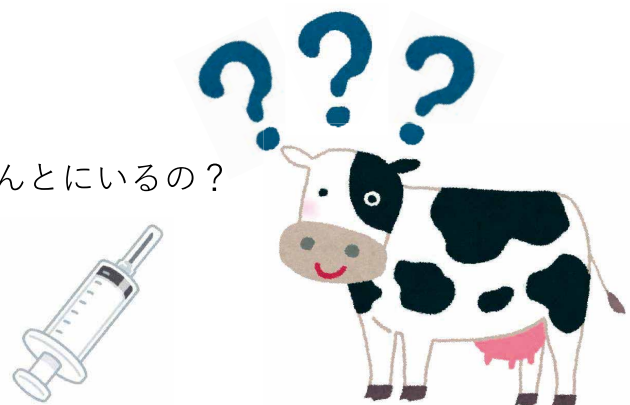
【概要】 乳房の健康は、持続可能な乳生産のために重要であり、**17の持続可能な開発目標のうち少なくとも9つに対処している**。持続可能な乳製品生産のために乳房の健康を改善する可能性はどこにあるのか考えたい。

酪農産業は、SDGsを通じて、豊かで活力ある未来を創ることができる

謝辞

本講演の作成あたり、ご支援いただきました国際酪農連盟日本国内委員会の皆様、北海道道東地域の現地調査について共同研究していただきましたNOSAI道東の山田倫明先生、樋口雅也先生、酪農学園大学の諸先生方ならびに道東地域の農場の皆様に深謝いたします。

それ、ほんとにいるの？



協力のお願い

選択的乾乳期治療を日本においても導入を試みたいと考えています。
もし選択的乾乳にご興味頂けましたら、乾乳方法の調査研究にご協力いただけないでしょうか。

予定調査項目（項目すべてではなく、一部の協力で構いません）

乳用牛情報	乾乳方法	乳房炎情報	飼養環境
<ul style="list-style-type: none">産次数（1産または2産以上）年齢乾乳期間乾乳時乳量乾乳時体細胞数乾乳前体細胞数	<ul style="list-style-type: none">乾乳軟膏の使用不使用乾乳軟膏（使用率、薬剤名）乾乳方法（一発または段階）	<ul style="list-style-type: none">乾乳前乳房炎歴次期泌乳期乳房炎発生状況周産期乳房炎発生状況乳房炎原因菌	<ul style="list-style-type: none">飼養形態環境スコア

どうぞよろしく願いいたします。

