

令和2年度JRA畜産振興事業に関する調査研究発表会

ヨーロッパで実用化されているAI、IoT等活用先進的実態
(AI、IoT等活用畜産先進モデル調査事業)

デンマーク調査報告

農研機構畜産研究部門 中久保 亮

デンマーク



デンマークの概要

- 国土面積は北海道の半分
- 人口は北海道とほぼ同等 580万人
- 食料自給率300%（生産額ベース）
- 農産物の2/3を輸出

デンマーク酪農の概要

- 3000家族経営酪農場
- 経産牛1頭当たりの年間乳量9500(kg/年) 日本8600(kg/年)
- 約10%が有機酪農（国内消費の20%が有機牛乳）
- 農場の平均経産牛頭数：190頭（50—2000）北海道78頭、都府県41頭
- ホルスタイン種(72%)、ジャージー(14%)、デニッシュレッド

搾乳システム	農場の割合(%)
つなぎ飼い(2025までに0とする)	16%
ロータリーパーラー	6%
ヘリンボーンパーラー	45%
パラレルパーラー	9%
自動搾乳ロボット(AMS)	24%

新規導入の搾乳機械の8~9割はロボット

デンマーク酪農データベース (Danish Cattle Database) 加入率100%

牛からの データ登録

Data sources in the Danish Cattle Database

酪農経営への データの利用





ICタグ(耳標)

ICタグによる個体識別（左耳）

デンマークの個体識別：牛群検定の効率化のため普及



Mælkeproduktionsopgørelse

Aarhus Universitet · Nordre Ringgade 1 · 8000 Aarhus C

CVR: 31119103

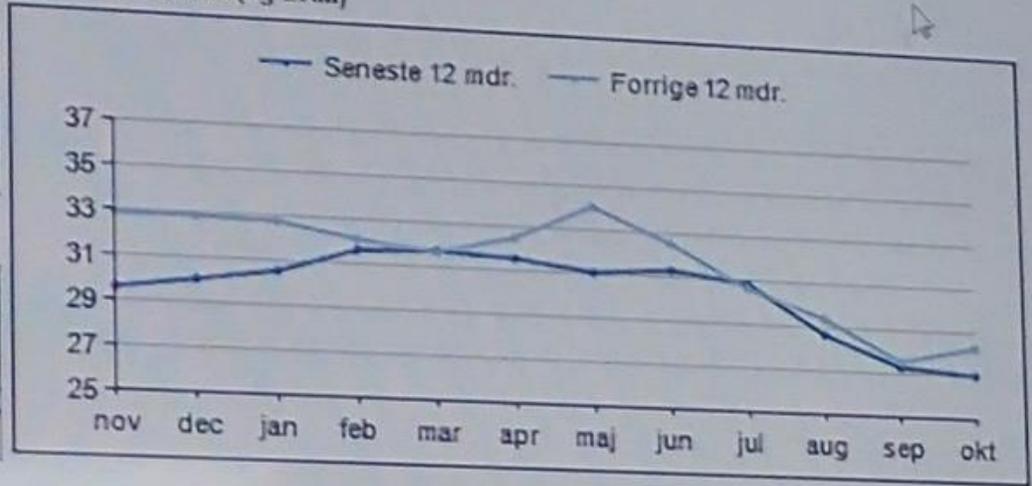
Driftsenhed:	100000 Kvæg	Udskrevet:	12.11.2018	Race:	Blandet
Besætning(er):	100000	Kontrol dato:	07.11.2018	Andele:	65 % HOL, 35 % JER

Mælkeproduktionsudvikling

Arsydelse (kg EKM)

	Gns. pr. ko
Seneste 12 mdr. (nov 17 - okt 18)	10.988
Forrige 12 mdr. (nov 16 - okt 17)	11.487
Ændring	-499

Dagsydelse pr. ko (kg EKM)



Dagsydelse (kg EKM)

	Gns. pr. ko
Seneste 12 mdr. (nov 17 - okt 18)	30,1
Forrige 12 mdr. (nov 16 - okt 17)	31,5
Ændring	-1,4

Månedstal

	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt
Fedt / Protein	1,20	1,27	1,20	1,20	1,23	1,20	1,22	1,24	1,21	1,23	1,14	1,09
Pct. leveret til mejeri	93	94	94	93	93	94	92	95	92	92	93	94
Fedt pct. (kontrol-mejeri)	0,04	-0,04	-0,02	-0,04	0,05	0,03	-0,06	-0,02	-0,09	-0,05	0,03	0,00
Kælvninger 1. kalvs	10	16	8	7	10	7	11	5	12	7	5	6

酪農管理システムDMSによるデータ活用

+ Opfølgning

Fredag d. 20.05.2016 - Bedrift: 59217917 - Kvægbrugets Forsøgscenter

DAGLIGT OVERBLIK

分挽 (搬出) 廢用 治療計畫 獸醫師登錄 自然交配 乾乳 体重 一時的移動 輸出

Registrering

Kælning Indgang Levebrug Slagtning Aflevning Død Behandl. Behæring Kliniske Inseminering Løbning Drægtighed Goldning Klove Vejning Studning Udstationering Hjemtagning Eksport

Fokusdyr

本日処置 (搬入) (食用) 死亡 他治療 (人工授精) (妊娠) 蹄記錄 (去勢) 戻り

0/0 DAGENS BEHANDLINGER

REPRO-FOKUS KØER 繁殖用經產牛

REPRO-FOKUS KVIER 繁殖用未經產牛

0 OBSERVATIONS DYR 觀察注意

OPFØLGNING KLOVE 蹄フォローアップ牛

Arbejdslister

未經產へ移動 子牛売却 分娩房 妊娠判定 經產移動 經產牛

MANDAG	TIRSDAG	ONSDAG	TORSdag	FREDAG
Flyt til Kviebesætning	Kalve Til salg	Kælningsafsnit Flyt køer	Drægt-/forundersøg Køer	Goldning
Flyt fra Kviebesætning	OSR arbejdsliste	Kælningsafsnit Flyt kvier	Drægt-/forundersøg Kvier	乾乳後期

(未經產から移動) 獸医対応 經產牛 分娩房 未經產移動 妊娠判定 未經產牛

Løbende opgaver

Inseminør Dyr til inseminering	Klovbeskærer Køer til klovbeskæring	Klovbeskærer Kvier til klovbeskæring	Udsætning Vælg dyr til udsætning
--------------------------------	-------------------------------------	--------------------------------------	----------------------------------

(人工授精 確認) (C) 削蹄 of 經產牛 (H) 削蹄 of 未經產牛 (N) 売却個体 マーク

Nyheder og driftsinformation

Nye funktioner i DMS

Dagligt overblik

Hvis klovbeskæreren har behandlet et dyr med en forbindelse eller en sko, skal dyret tilses hhv. 3 dage eller 3 uger efter behandlingsdatoen. Du får nu hjælp til at huske dette med Opfølgning klove under Fokusdyr. Klik evt. på ? for at få flere oplysninger. Det er nu muligt at lave Klovregistrering og se tidligere klovregistreringer.

Video

Kritiske målepunkter Nøgletasttjek Arbejdslister Foderkontrol

Den Europæiske Landbrugsfond for Udvikling af Landdistrikterne: Danmark og Europa investerer i landdistrikterne

LDP 2020

SEGES公開資料より引用：

https://mejeriteknisksselskab.dk/sites/default/files/dms/Seminarprogrammer/lars_arne_hjort_nielsen_industry40_collection_and_use_of_data.pdf

OUTPUT FROM DMS

Key Performance Indicators

主要管理評価指標(日常管理)

Topic	Status	Key figure (unit)	Achieved	Alarm limit	Reporting period
Milk	✔	ECM delivered (kg/day)	5.901	Min 5.850	Latest measurement
	✔	Milk yield per lactating cows (kg ECM/day)	37,1	Min 35,1	Latest measurement
	✘	Milk quality (numbers of deductions)	1		Last 7 days
Reproduction	✔	Inseminations of cows (numbers)	14	Min 4	Last 7 days
	✔	Not pregnancy examined cows (numbers)	0	Max 0	Last day
Health	✔	Disease treatment, cows (numbers)	5	Max 5	Last 7 days
	✘	Dead animals (numbers)	1	Max 0	Last 7 days
Feeding	✔	Energy efficiency (%)	103	Min 93	Last feed control
	✘	Milk minus feed cost (kr/kg ECM)	1,15	Min 1,20	Last feed control

乳生産

繁殖管理

健康管理

飼料管理

利用頻度は？

- ・ 毎日1500人が利用
- ・ 週3100人が利用
- ・ 農業アドバイザー110人
- ・ 獣医師230人
- ・ 人工授精士150人

Benchmarking

ベンチマーク(改善点)

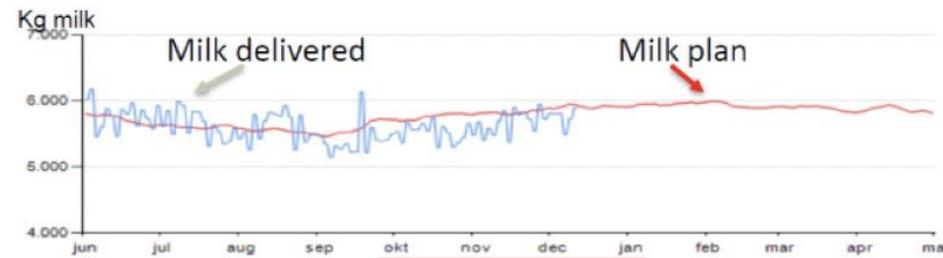
Key figure (unit)	Value	Ref	Goal	Compared to group	Rank
Milk yield (kg ECM/year)	11.662	11.247	11.600		6/345
Mortality, calves 1-180 days (%)	6,1	1,8			186/312
Milking years pr. cow (years)	1,9	2,2	2,5		343/355
Cell count (1.000)	154	164	200		74/365

比較条件を任意選択（地域、飼養頭数、搾乳方法等、100項目以上）

飼料効率/効果

Feeding

Parameter	Unit	Achieved	Min/max
Feedintake	kg TS/day	26,6	25,8
Energy	MJ/kg TS	6,58	
Efficiency	%	92,1	93
Milk ÷ feed	DKR	1,25	1,20
CO ² Equivalent	Kg/day	14	



分析グラフ

SEGES公開資料より引用：

https://mejeritekniskelskab.dk/sites/default/files/dms/Seminarprogrammer/lars_arne_hjort_nielsen_industry40_collection_and_use_of_data.pdf

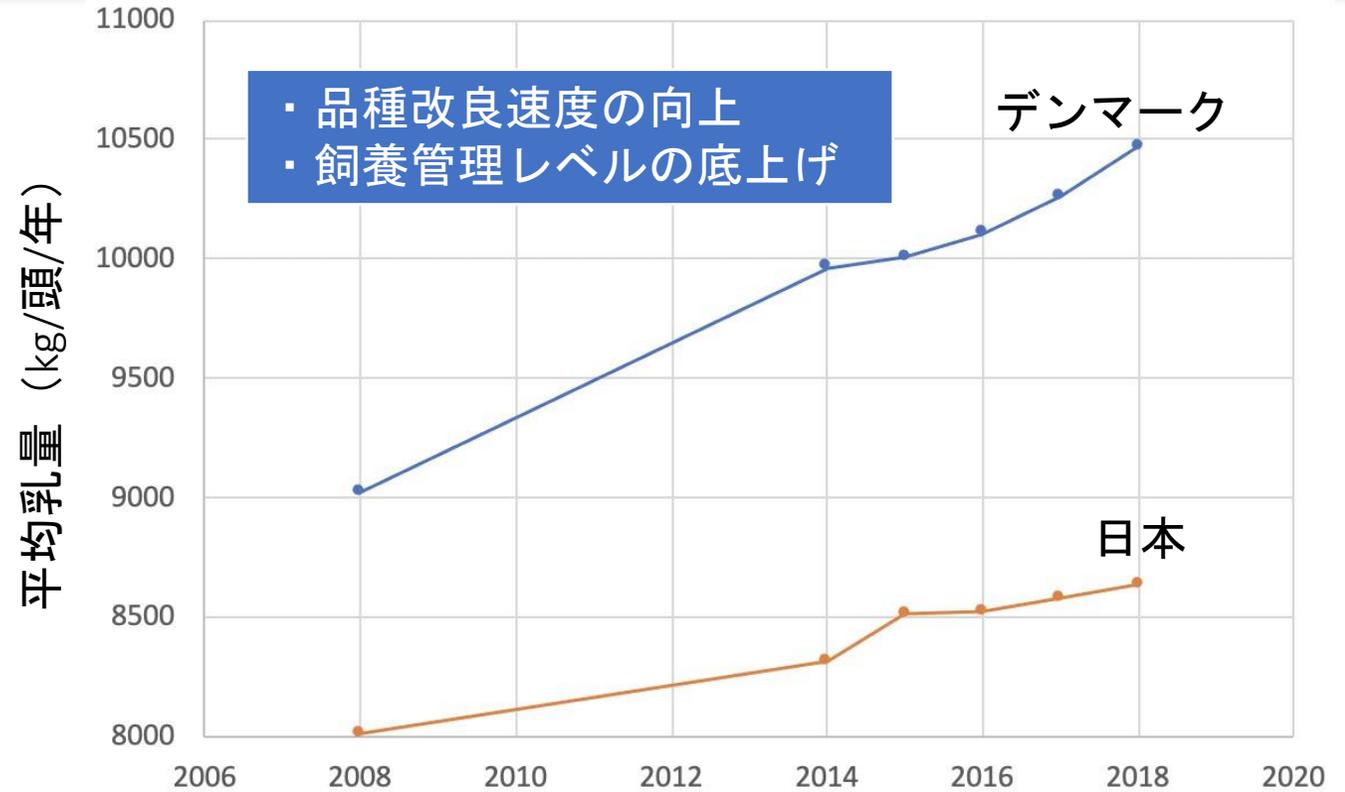


- コントラクターへの委託をみえる化
- 天候・土壌・飼料品質・飼料効率のデータ蓄積

Feeding

Parameter	Unit	Achieved	Min/max
Feedintake	kg TS/day	26,6	25,8
Energy	MJ/kg TS	6,58	
Efficiency	%	92,1	93
Milk ÷ feed	DKR	1,25	1,20
CO ² Equivalent	Kg/day	14	

データベース活用により、デンマーク酪農は強くなったのか??





- 2008年に搾乳ロボットを導入して175頭から470頭まで規模拡大
- 糞尿の農地還元についての制限や農場周辺の環境規制が厳しいため、規模拡大ではなく、牛群管理・生産乳量の改善に注力
- 重労働の低減による優秀な従業員の確保が搾乳ロボット導入の動機

酪農管理システム（DMS）の活用実態

- レリー社製搾乳ロボット7台→レリー社の牛群管理システムを活用
- 損耗率（死亡率）等のチェックのため、DMSは必須
- パーラー搾乳の場合は、DMS単独活用で十分
- 損耗率はアニマルウェルフェアの簡易指標（農業アドバイザーセンター）
- ベンチマークを1回/月の頻度で実施
- 牛の購入・売却の際に、健康状態、乳量、病歴等の履歴をチェック
- 統計解析により開発された信頼性の高い生産乳量予測
 - 農場のキャッシュフロー予測が可能
 - 銀行からの資金の借入や返済計画の策定が非常にスムーズ

Milk production										
Goal: 14,200 kg ECM										
	ECM		Fat pct.		Protein pct.		Grading: Plate count 2 months		Number/	
	Goal	Reached	Goal	Reached	Goal	Reached	Goal	Reached	Avr.	
1st calv. 0 - 24 weeks	38,1	35,8	-	3,66	-	3,42	Plate count: Number under 30	-	9	
Other 0 - 24 weeks	46,8	44,9	-	3,28	-	3,27	-	30-100	-	
Last last	35,7	34,9	4,23	3,62	3,48	3,56	-	Over 100	1	
2nd last last	36,7	35,8	4,15	3,59	3,44	3,61	Geometric avr.	✓	1	
3rd last last	37,0	36,4	4,10	3,80	3,43	3,52	Cell count: Number of deliveries to dairy	6	6	
Last 12 months 30.09							under 201	29	201-300	62
Avr. prod./cow	13,894	-	3,85	-	3,49	-	301-400	1	401-500	62
Total at dairy (kg milk)	6,413,705	-	3,84	-	3,46	-	501-600	1	Over 600	210
Quota share (kg milk)							600+			95
							% delivered to dairy last 3 months			

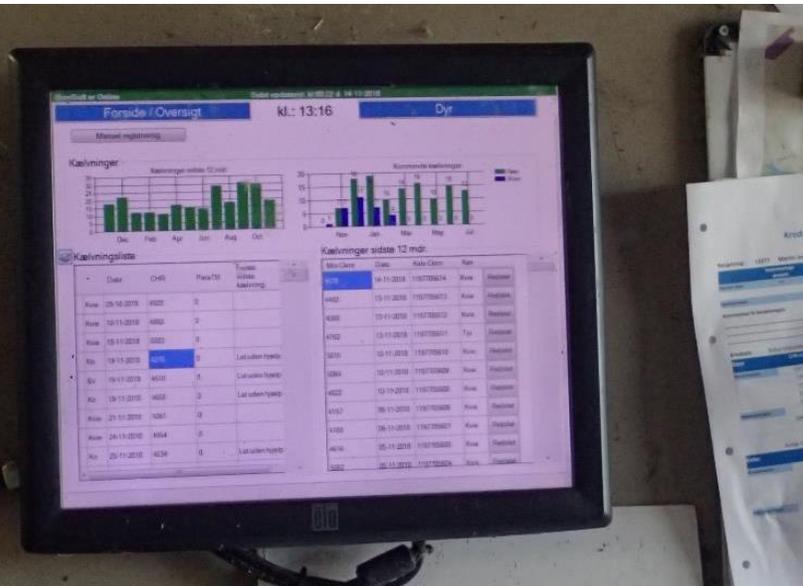
Meat production									
Cows					Young bulls				
	Goal	Reached last 12 months			Goal	Reached last 12 months			
Grading	3,7	3,3*	3,3*	Grading	-	-	-	Est. live weight	735
Est. live weight				Est. live weight				Daily gain	275
Days from calving	-	254	275	Daily gain				Total slaughtered	0
Total slaughtered	-	123	40	Total slaughtered	-	0	0		

Health									
Cows	Last 12 months		Last 3 months		Young stock	Last 12 months		Last 3 months	
	Goal	Reached	Goal	Reached		Goal	Reached	Goal	Reached
Total diseases	720	330	151	89	Total diseases	19	106*	4	20*
Mastitis	330	133	64	50	Calves under 6 months	19	106*	4	20*
Metabolic disorders	93	71	21	12	Halters over 6 months	19	12	4	1
Feet disorders	25	35*	6	16*	Bulls over 6 months	19	12	4	1
Rag hoof trimming		760		423	Stillborn calves	18	14	5	2
Repro disorders	132	88	30	10	Dead 0-180 days	19	12	4	1
Dead	10	18*	3	2	Dead over 180 days		4*		2*
Avr. cell count	250	229	250	229					

Reproduction									
Per 27.07.18	Last 12 months		(All Fml.)	Next 12 months		Per 27.10.18	Last 12 months		Exp. next 12 months
	Goal	Reached		Goal	Expected		Goal	Reached	
Cows: Total pregnant	380	288*	(289)	440	299*	Total calvings:	506	495	
% pregnant of started	85	66*	(66)	85	70	1st calving	152	138	
Days open	91	110*	(84)	91	95*	Age 1st calving	***	23,2	
Start insemination	40	61*		40	59*	Unknown pregnancy status:			
Insemination %	50	72		50	73	Number of cows	100	(20%)	
Pregnancy %	40	40		40	34*	Number of heifers	21	(15%)	
Heifers: Total pregnant	187	174*	(176)	153	164**				
Age at pregnancy	16,1	14,8	(14,8)	16,1	14,8				

- 搾乳240頭
- 投薬に獣医師の診断が必須（有機）
- 乳房炎に罹患した際の関連コストは慣行酪農の10倍
- 乳房炎等の疾病低減に重点を置いた経営
- デンマークレッド種, ホルスタイン種、モンベリアード種のクロスブリーディングによる牛群改良
- 過去12ヶ月の乳房炎発生は2症例のみ





- データベース情報が疾病低減のためのクロスブリーディングに有用
- 特に飼養管理手法等を変更する際に、その改善効果を経時的・相対的に評価するためにベンチマークを活用
- 生産乳量予測と市場動向等から飼料コストを調整する等、キャッシュフロー改善の面でも利便性が高い
- 週1回の従業員ミーティングにおけるディスカッションやPDCA方針の決定にも活用

- データベース導入当初（30年前）は政府による支援
- データベース運用コストの95%は酪農家などの利用者が支出
35.9DKK /頭/年（610円）
- 主要なユーザーインターフェースである飼養管理システム（DMS）は
初期費用（ソフト購入費）2,000DKK（34,000円）
年間使用料1,765DKK（30,000円）
生産動物単位（livestock unit）あたり4.22DKK/unit（72円/unit）
- 個体識別のためのICタグは、1個40DKK（送料、登録料、税込み680円）

01

個体識別情報や投薬履歴等、法律により記録が義務付けられているデータ群が統合

デンマーク環境・食糧省との連携
コスト・労力面で酪農家の理解を得られやすかった

実用的なユーザーインターフェース、飼養管理ソフト

02

個人経営3000酪農場

SEGES、Arla、Viking Genetics すべて酪農家が所有

意見をまとめやすい

協同組合の歴史が古い

酪農は輸出産業、酪農家の利害関係が一致

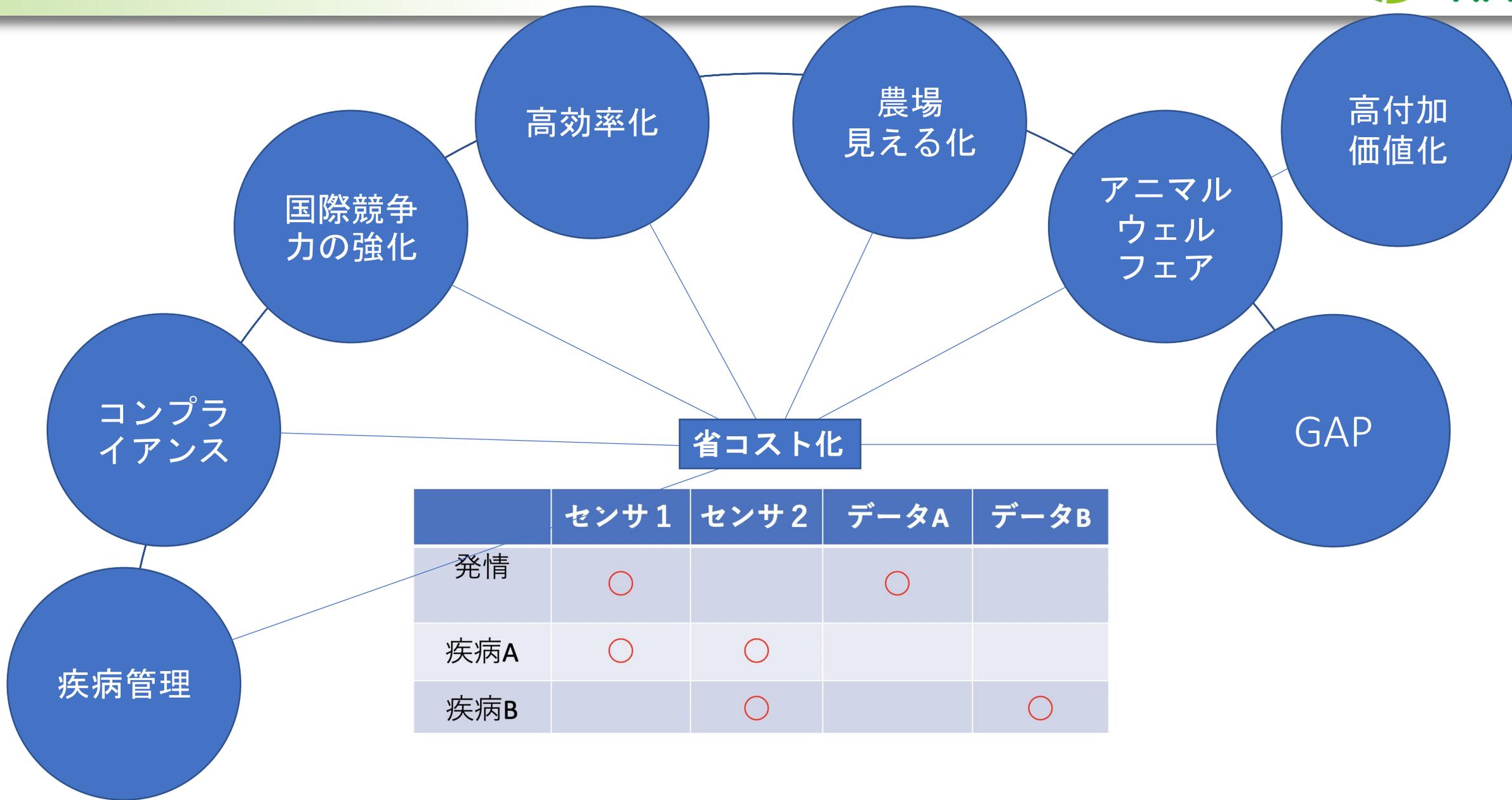
03

乳業メーカーArla の GAPとの連携＝Win-Winな協力体制

レリー・デラバル等搾乳機械メーカーの飼養管理システムやモーションセンサ等とのデータ連携

銀行の果たした役割も大きい

日本での活用可能性は地域単位でのデータベース化？



	センサ1	センサ2	データA	データB
発情	○		○	
疾病A	○	○		
疾病B		○		○