米国における戦略的な乳用子牛の飼養管理について

ロバート・ジェームス

米国バージニア工科大学

戦略的な飼養管理は、長期的な利益や事業の成功への意思決定によって影響されるものである。伝統的な子牛の飼養管理は、毎日の飼料コストを抑えることを目標とし、子牛の哺乳量を制限して早期離乳を推奨するものであった。しかしこのような飼養管理はおそらく、乳牛の長期的な健康や収益性を考えると推奨されるものではないだろうと、過去15年間の研究から示唆されはじめている。我々は今まで、受動免疫の源として初乳の重要性を認識してきたが、最近の調査で初乳中のさまざまな生物活性因子が消化生理に影響を与えることが明らかになった。さらに、母牛の初乳から吸収された免疫細胞は、哺

乳子牛の免疫発達に好ましい影響を与えることもわかっている。酪農に関する漸進的な研究において、哺乳量の増加は子牛の免疫系の発達に良い影響を与えるだけでなく、その後の生涯にわたる生産乳量を増加させることが証明された。初期はコストが高くつくが、ゆくゆくは経済的に見合った管理方法であると示すことが、専門家や栄養士に与えられた課題である。適切な初乳管理、生体の発育に見合った給与方法、さらにはコストを抑えて労働能率を高められるような飼養管理に発展させ、それを遂行しなければならない。

演者紹介

ロバート ジェームス 先生
(米国バージニア工科大学 教授)

ジェームス先生はバージニア工科大学酪農科学部の教員であり、酪農公開講座のプロジェクトリーダーでもあります。

研究分野は主に子牛と育成牛のマネジメントであり、ジャージー種の代用乳はバージニア工科大学の研究から開発されました。最近の研究テーマは、農場での乳殺菌器の応用管理や自動飼料給与器を使用する場合の影響因子の研究などが挙げられます。ジェームス先生はまた、“乳用子牛および育成牛協会”の設立メンバーでもあり、数年に渡り会長職を務められていました。ジェームス先生は全米25の州、カナダ、南米、アジアやヨーロッパにおいて、大規模酪農場、飼料会社のコンサルティングや講演活動も積極的にされており、2010年には大学協会の優秀教員賞を受賞されています。

編集委員会からの脚注

特別講演会2015は天候不良により開催が急遽取りやめになりました。ゾエティス・ジャパン社のご厚意により、講演スライドを掲載いたします。

米国における 乳用子牛の戦略的哺乳・育成管理

Strategic management of dairy calf growth in the US

ロバート・ジェームス教授
バージニア工科大学 酪農学科
Robert James, Ph.D.
Dept. of Dairy Science

Department of Dairy Science at Virginia Tech - dsc.vt.edu

伝統的な子牛の飼養管理

Traditional calf management

- 初乳 Colostrum
 - 生後早期における免疫グロブリン(Ig)の摂取量に注目
Focus on grams of Ig intake early in life
- 哺乳方法 Calf Feeding
 - 哺乳量を制限することで、スターターの食い込みを促し、早期離乳が目標（6週齢までに離乳）
Limit feed liquid diet to encourage early starter intake and early weaning (< 6 wks of age)
 - 個別飼い-疾病の感染防止
Individual housing - limit disease transmission
 - 低コスト Low cost

戦略的な飼養管理

Strategic

- 長期的または全体的な目標と利益を定め、その達成方法を探る
Identification of long-term or overall aims and interests and the means of achieving them
- 乳用子牛や育成牛の長期的な目標とは？
What is long term aim for dairy calf and heifer enterprise?
 - 牛の生産寿命を延ばす-生涯にわたる高い生産
Longevity of the animal - high lifetime production
 - 単位生産量あたりのコストの低下
Lower cost / unit of production

ポイント

Focus

- 初乳-免疫グロブリン(Ig)と他の成分
Colostrum - Ig and other items
- 子牛の発育と健康に見合った栄養要求量の充足
Meeting nutrient requirements to meeting genetic potential for growth and good health
- 成功-科学的な知識を十分に得て、それを農場で活かせること
Success - knowing the "science" and being able to apply the "science" on the farm.

IgG吸収が不十分な理由

Reasons for poor IgG absorption

- 移行免疫不全(FPT)の発生率 - 19.4%
Incidence of Failure of Passive Transfer (FPT) - 19.4%
 - 計算されたFPT発生のおッズ比 ODDS RATIO (OR) for FPT calculated
 - 貯蔵された初乳- 2.2 Pooled colostrum - 2.2
 - 哺乳- 2.4 Nursing - 2.4
 - 最初の給与が生後4時間以後- 2.7 First feeding >4 h - 2.7
 - 加熱なし- 1.6 No supplemental heat - 1.6
 - 難産で獣医師が立ち会わない- 2.6
No vet assistance for difficult birth - 2.6
 - 生後24時間における血清蛋白質の測定なし
No testing for serum proteins @ 24 h - 13.8

オッズ比は2つの変数の関係の強さを表す。より高いオッズ比は、FPTとより強い関係を示す。
Odds ratio demonstrates strength of relationship between two variables. The higher the number the more strongly related to FPT.

初乳管理について

Three Q's of colostrum management

- 早さ - 初回給与は可能な限り早く、生後6時間未満が目標
Quickness first feeding as soon as possible - goal of < 6 hours
- 量 - 生後12時間以内に4リットル
Quantity 4 liters in 1st 12 hours
- 質 - IgGが50g/リットル以上
Quality >50g/liter

初乳管理について簡単な概略

Colostrum management – briefly

- 質- IgGが50g/l以上の初乳が85%以上
Quality – >85% of colostrum with >50g of IgG/liter
- リフラクトメーター（屈折計）で測定する
Test with refractometer
 - リフラクト・メーターでブリックス値が22以上だと良い
>22 on Brix Refractometer
- 低細菌数 Low bacteria counts
 - 一般細菌数で、コロニー数/mLは10万未満
<100,000 cfu/ml – standard plate count (SPC)

Handheld – Nasco.com \$100 US
Digital Palm Abbe – Misco.com \$400 US

新生子牛

The newborn calf

- 出生時の子牛は無菌状態 Calf is sterile at birth
- 子牛の腸で早期に増殖した微生物は、Ig吸収に影響を及ぼす可能性がある
Early microbial colonization of intestine may influence Ig absorption
- 子牛の微生物増殖は急速に起こる
Microbial colonization in the calf is rapid
 - 嫌気性菌 Anaerobic bacteria
 - 腸の内腔や、内壁で生存する細菌がある
Some bacteria live in the lumen and some in the intestinal lining.

子牛の免疫グロブリン (Ig) 吸収

Immunoglobulin (Ig) absorption in the calf

Ig吸収 Ig Absorption

- 大きなIg分子は空腸と回腸近位部から吸収される
Large Ig macromolecules absorbed from Jejunum and proximal ileum/
- Ig吸収の“クローゼー（閉鎖）”現象は生後2-12時間で起こる
“Closure” to absorption of IgG within 2 – 12 hours of birth
- 吸収効率にはばらつきがある
Variable efficiency of absorption
- 吸収にはほとんど選択性がない
Little selectivity in uptake
- 腸の漿膜側へのIgの移動には若干の選択性がある
Some selectivity in transfer of Ig to the serosal side of intestine.

生後24時間の子牛の腸粘膜上皮
Calf epithelium ~ 24 hours of age

吸収されたIgG Absorbed IgG

Cortley et al. 1977

細菌が小腸に達する早さは？

Timing – How fast do bacteria reach the small intestine?

初乳と環境中細菌のどちらが早いのかの競争
It's a race between colostrum and bacteria – from colostrum and environment
細菌数の多さ＝早く始まる閉鎖現象 Higher bacteria levels = earlier onset of closure
環境や初乳中には多くの細菌数が存在する可能性がある
Environment and colostrum can contain high levels of bacteria.

大腸菌が腸の上皮細胞に侵入

E. coli entering intestine epithelial cell

微絨毛の破壊
Destruction of microvilli

初乳を給与されていない子牛
Colostrum deprived calf

黒い部分は吸収されたIgを示す
Dark areas represent absorbed Ig

初乳を給与された子牛
Colostrum fed calf

ミネソタ州の初乳中総細菌数

Total Bacteria Counts in Minnesota Colostrum

(Swan et al. 2007, JDSci. 90)

総細菌数中央値=6億1500万/ml (7,300万~1,040億) Median TPC = 615 million cfu/ml (73 to 104 billion)

サンプルの93%が総細菌数10万/ml以上 93% of samples > 100,000 cfu/ml TPC

初乳中総細菌数の目標は10万/ml未満
Goal is to have TPC less than 100,000 cfu/ml

サンプリング数
Frequency of Samples

総細菌数
Total Plate Count (cfu/ml)

From – S. Godden

子牛と初乳の特徴
Characteristics of calf and colostrum

変数 Variable	新鮮 (n = 518) Fresh	加熱処理 (n = 553) Heat-treated
分娩難易度(5段階) Calving ease (1-5)	1.4	1.4
初回の初乳給与までの時間(分) Age at 1 st colostrum feeding (min)	47.5	50.0
初乳中IgG濃度(mg/ml) IgG in Colostrum (mg/ml)	63.9	61.1
初乳中一般細菌数(cfu/ml) SPC in colostrum (cfu/ml)	515,000	2,100
初乳中大腸菌群数(cfu/ml) Coliform count in colostrum (cfu/ml)	51,500	90

Godden et al. 2012

これまでの知見 Summary of findings
子牛の血清IgGとの関係 relationships with calf serum IgG

- 初乳中の一般細菌数- 負の関係
Colostrum standard plate count- negative
- 初乳中IgG濃度- 正の関係
Colostrum IgG concentration - positive
- 初乳の加熱処理- 正の関係
Heat treatment of colostrum - positive -
一般細菌数とは無関係 independent of standard plate count
- 初乳の総大腸菌群数と下痢のリスク- 正の関係
Colostrum Total Coliform Count and risk of scours - positive

IgGだけではない It's more than IgG

	初乳 Colostrum		常乳 Milk
	1回目搾乳 Milking 1	6回目搾乳 Milking 6	
IGF-I µg/kg milk	304	60	< 2
IGF-II µg/kg milk	149	< 1	< 1
インスリン insulin µg/kg milk	65	7	1
プロラクチン Prolactin µg/kg milk	280	-	15
γ-GT µkat/kg milk	374	70	5
ラクトフェリン Lactoferrin g/kg milk	1.8	-	0.06

初乳の他の成分による影響？
Influence of other colostrum components?

- サイトカイン 低分子量蛋白・細胞のシグナルに関係
Cytokines – small proteins – cell signaling
– 発育と免疫機能に影響する
influence on growth and immune function.
- 初乳中の母牛の細胞？
Maternal cells in colostrum?
– 子牛の腸壁を通して移行する
Migrate across the calf intestine
– 子牛の組織内で発見される
Found in calf tissues
– 末梢白血球の活性化マーカーを強化する
Enhance activation markers on peripheral blood leukocytes (Reber et al., 2008a)
– 末梢血の単球減少
Decrease monocytes in peripheral blood (Reber et al., 2008b)
– 病原体の排除促進
Enhance pathogen clearance (Reidel-Caspari, 1991)

重要？ Importance?

- 母牛の細胞が入った初乳を、子牛が摂取すること
Calves receiving colostrum with maternal cells
- “新鮮” 対 “凍結初乳” fresh vs. frozen colostrum
 - 1日目から牛の病原体に対し、測定可能な反応が現れる
Measurable responses to bovine pathogens at day 1
 - 免疫応答がより早くなる
Activated an immune response sooner
 - 搾乳牛になった後も、免疫応答に強い効果が現れる
Impact on immune response once these calves entered the milking herd

初乳給与プログラムが失敗する理由？
Why does colostrum program fail?

- 飼養管理 Management
 - 施設 Facilities
クローズアップ牛群の飼育場所、分娩環境、新生子牛の飼育場所
Location of close up cows, calving environment, newborn housing
 - 分娩から搾乳までの間隔
Interval between calving and fresh cow milking?
 - 初乳の搾乳 Colostrum harvest
 - 衛生的な搾乳器具、保存容器、冷却またはすぐに給与
clean milking equipment, containers, cool or feed immediately.
 - 適切なタイミングで新生子牛に給与 (生後6時間以内～12時間)
Feeding the new born on a timely basis (<6 – 12 hr. of birth)
 - 初乳中の細菌増殖/新生子牛への細菌の暴露
Growth of bacteria in colostrum / microbial exposure of the newborn.

新生子牛の管理に最適な環境
Optimal environment for newborn calf management

十分な敷料と明るい分娩房
Well bedded calving pen with excellent lighting New Sweden Dairy – Univ. of Minnesota CVM

新生子牛のための衛生的な環境
Clean environment for newborn calves

初乳の給与は時間通りに、衛生的な器具で
Timely colostrum feeding with clean equipment

新生子牛
The newborn calf

以下による影響？ Impact of the following?

- 分娩時のストレス Stress of calving
- 分娩時の環境 Calving environment
- 栄養摂取の遅れ Delay in nutrient intake
- 子牛の体組成 体脂肪率は？
Body composition of the calf - % body fat??

子牛の栄養状態への影響？
Impact on nutrient status of the calf ???

伝統的な子牛の栄養
Traditional calf nutrition

- 哺乳の制限 Limit feed calves
 - 2リットル/回 2 liters / feeding
 - 哺乳は2回/日 Twice daily feeding
 - 哺乳の間隔？ Interval between feeding?
- なぜ Why?
 - 労働の利便性 Convenience for labor
 - 哺乳を制限して、早期離乳を促す Limit feed to encourage weaning
 - 1日あたりの給与コストの低下 Lower feed cost / day
- これは生物学的に普通なのか？ Is this biologically normal??

牛の本来の生き方を忘れてはいませんか？
Have we forgotten "normal biology"?

遺伝？ Genetics? 環境と栄養 Environment and nutrition

これが本来の生き方です
This is "normal" biology!

栄養要求量を満たすための関心事
Concerns in meeting nutrient requirements

- 何が、離乳前の子牛の栄養要求量に影響するのか？
What influences the nutrient requirements of the preweaned calf?
- 要求量と行動は、子牛の年齢によって大きく異なる
Requirements and behavior of the calf differ considerably as the calf ages.
- どれだけ正確に、子牛に栄養を供給できているか？
How accurately do we deliver the nutrients to the calf?
 - 代用乳粉末と水(湯)の混合 Mixing powder and water
 - 液体の給与量 Volume of fluid fed
 - 哺乳スケジュール Feeding schedule

維持要求量に対する体重と気温の影響
(Mcal・正味維持エネルギー/日)
Influence of body weight and temperature on maintenance requirements (Mcal NE_m/day)

体重 Body weight	-17°C	0°C	20°C	正味エネルギーの増加 Increase in NE
27 kg.*** 子牛 calf	1.99	1.58	1.02	95%
40 kg. 子牛 calf	2.69	2.14	1.39	93%

小さい子牛の維持要求量は、おそらく過小評価されている
Maintenance requirements probably underestimated for smaller calves

Source: 2001 NRC, Nutrient Requirements for Dairy

維持要求量に見合うミルクの量(kg) Amount of Milk (kg) Required to Meet Maintenance Requirements				
体重(kg) Body weight	気温(°C) Temperature			
	20	10	0	-10
25**	1.5	2.1	2.5	3.1
50	2.8	3.5	4.3	5.2

- 望ましい増体率は？ What rate of gain is desired?
- 1週齢？ 4週齢？ 8週齢では？
Week one? Week 4? Week 8?
- 望ましい体組成は？
What body composition is desired?
– 体脂肪率3%？ 3% body fat?
– 体脂肪率10%？ 10% body fat?

- 飼養管理が栄養要求量に及ぼす影響？
How does management influence nutrient requirements?
- 気温？ Environmental temperature?
 - 湿気 Moisture
– 体毛による保護 insulating ability of hair coat
 - 畜舎 Housing
– 湿気、換気、風速 moisture, ventilation, wind speed

維持要求量はどちらも同じだろうか？
Are maintenance requirements the same?

気温？ Environmental temperature?
敷料の湿気や敷料の欠如 Moisture in bedding or lack of bedding
畜舎 - 湿気、換気 Housing - moisture, ventilation

蛋白質と脂肪のグラム数 gms of protein and fat provided by...				
乾物摂取量 Amount of DM intake	500g	1000g	500g	1000g
	蛋白質(g) protein		脂肪(g) fat	
20:20代用乳 20:20 milk replacer	100	200	100	200
28:20代用乳 28:20 milk replacer	140	280	100	200
全乳4リットル (乾物12.5%) Whole milk 4L® (12.5% DM)	130	260	150	300

覚えておいてほしいこと：割合よりもグラム数が大切
Take home message - g are more important than%

1週齢子牛におけるエネルギー許容増体量の違い 全乳 対 20:20代用乳 Energy allowable gain whole milk vs. 20:20 CMR Week 1				
子牛 Calf	全乳 Whole milk		20:20代用乳 20:20 Milk Replacer	
	20°C	0°C	20°C	0°C
36kg子牛(1週齢) 454g DMI 36kg calf - week 1	385g/day	86g/day	290g/day	増体なし No gain
36kg子牛(1週齢) 680g DMI 80 lb. calf week 1	762g/day	522g/day	522g/day	385g/day

栄養要求量に影響する他の問題？ Additional challenges influencing nutrient requirements?

- 気温が氷点下 Temperature < 0°C
- 敷料は十分？ Bedding adequacy?

**ジャージー子牛は、より高い
正味エネルギーを必要とする？**
Do Jerseys require more NE/unit body weight?

Bascom et al., 2007

子牛の哺乳方法は？
Question calf feeding management?

- 栄養摂取量-固形分量と調合
Nutrient intake - amount of solids and consistency.
- 代用乳粉末と水分量を量る weigh powder and water
- 温度を測ることで均一に混合し、低温ストレスを防ぐ 38-43°C
Measure temperature for proper mixing and to prevent cold stress. ~ 38 - 43°C
- 環境の最適化による子牛の維持要求量の低減
Environment optimized to reduce maintenance expenses.
- 気温の変化に対応する
Adjust for environmental temperature changes
 - 固形分量を増やす- 15%まで More solids - up to 15%
 - 量を増やす- 追加哺乳 More volume - extra feeding

哺乳量が増えると失敗する理由？
Why do we have problems with higher volumes of liquid diet ??

- 子牛(若しくはあらゆる新生子)は少ない頻度で、一度に多くのミルクを哺乳することに慣れていない
Calves (or any neonate) are not well suited to fewer, larger meals.
- 代用乳/母乳が問題なのか、哺乳方法が問題なのか？
Is the milk replacer/milk the problem or how we feed it?

1日2回哺乳で、固形分増量への課題？

Challenge of feeding more with 2 x feeding?

- 1回の哺乳量は？ Volume per feeding?
- 2リットルの水分 2 liters of liquid
= 2,000g (固形分量は12.5%) 2,000 g@ 12.5% solids
= 250gの固形分量 250 g of solids
- 固形分量を12.5%から17%へ増加？
Increase solids level from 12.5% to 17%?
= 340gの固形分量 340g of solids
- 高い乾物%によるリスク？ Risks of higher DM% diets?
高い浸透圧-浸透圧性の下痢？ High Osmolality - Osmotic diarrhea???

哺乳回数の影響

Impact of feeding frequency

ソケットら(2011)の研究より
Sackett, D.C., C.E. Sorenson, N.K. Betzold, J.T. Meronek, T.J. Earleywine 2011. J. Dairy Sci. Vol. 94 (Supp. 1):264

- 1日3回哺乳 対 1日2回哺乳
3 x vs 2x feeding per day
 - 最初の1週間は818g/日 818g powder/day 1st week
 - 2～6週齢で1136g/日 1136g powder/day wk 2 - 6
 - 7週齢で560g/日 560g powder/day week 7
- 子牛1日1頭あたりの代用乳粉末量は同じ
Same amount of powder / calf / day

3回 vs 2回哺乳 1日総給与量は同じ

3X vs. 2X daily Feeding - Same Total Amount Daily.

項目 Item	2回哺乳 2x Feeding	3回哺乳 3x Feeding	P値 P value
体重増加(1-42日) BW Gain (1-42 days), kg	25.1	29.8	0.0001
十字部高増加(1-42日) Hip height gain (1-42 days), cm	8.6	10.3	0.0027
飼料効率 増体/乾物摂取量(1-42日) Feed efficiency Gain/DM intake, 1-42 days	0.52	0.61	0.0001
離乳頭数 Number weaned	32	34	0.3070
泌乳頭数 Number lactating	28	34	0.0250
初産日齢 Age first calving, days	734	718	0.2278
305日補正乳量 kg ME305, milk production, kg	13053	13568	0.2217

哺乳回数による経済的な影響？

Economic impact of feeding frequency??

- 泌乳頭数が6頭増える価値は？
Value of 6 more heifers freshening??
- 3回哺乳と2回哺乳にかかるコスト？
Cost of 3x vs. 2x feeding?
- 子牛の健康に与える影響？
Impact on animal health?

自動哺乳機

Automatic calf feeder systems

自動哺乳機における課題

Challenges with autofeeder systems

- 前準備 - 初乳の管理 Preconditioning - colostrum management
- 哺乳プラン Feeding plans
 - 哺乳量の増加 Increase in milk allotment
 - 最高哺乳量 7-15 L/日 Peak milk allotment - 7 - 15 L/day
 - 離乳 - 日齢と長さ Weaning - age and length
 - 哺乳量 Meal size
- 衛生面 - ミキサーと回路を清潔にする
Sanitation - mixer and circuit cleaning

DAIRY SCIENCE

どれくらい子牛に哺乳すればよい？ How much should calves be fed?

- 1週齢？ - 4-6リットル 1st week of life? 4L - 6L
- 最大量までの増量方法？
Increasing milk intake to peak milk intake?
- 8-16 リットル？ 8 - 16 L???
- 若い子牛は、多量の哺乳に耐えられるか？
Can young calves tolerate high milk intake?

DAIRY SCIENCE

高栄養のミルクを哺乳された健康なジャージー子牛(1週齢)の腸管 Intestinal tract of healthy week old Jersey calves fed high plane of nutrition

- ジャージー子牛の栄養消化率と窒素保持
Nutrient digestibility and N retention of Jersey calves
- 低栄養群 (LPN)
 - 乾物14.5g/体重kg 14.5g DM/kg of weight
 - 蛋白20% : 脂肪20% 代用乳 20% protein:20% fat CMR
- 高栄養群 (HPN)
 - 乾物20g/体重kg 20g DM/kg of weight
 - 蛋白28% : 脂肪20% 代用乳 28% protein :20% fat CMR

Liang et al. 2015

DAIRY SCIENCE

項目 Item	低栄養群 Low plane nutrition	高栄養群 High plane Nutrition
糞便スコア Fecal score	1.52	2.01
糞便中の乾物% Fecal DM%	31.9	30.9
平均日増体量(g) Ave. Daily Gain	-106	+211
消化可能なエネルギー効率 Digestible energy efficiency	92.8%	
窒素保持-期間1 N retention - 1 st period	78.7%	88%

ジャージー子牛は、高栄養のミルクを哺乳されても、それを消化し吸収できる
Jersey calves have capability to digest and absorb additional nutrients provided by high plane of nutrition.

DAIRY SCIENCE

豊富な哺乳が与える影響は？ Impact of more liberal liquid feeding

- 豊富な哺乳量とは？
What is more liberal feeding?
7リットル以上/日 >7L/day
- 乳用子牛の栄養とその後の乳量に関する報告
Review of dairy calf nutrition trials with lactation information

DAIRY SCIENCE

ミネソタ州において、低温殺菌後の廃棄乳又は20:20代用乳を同量与えたときの、離乳前子牛の発育と健康に与える影響(>400頭)
Prewearing growth and health of MN dairy calves fed equal volumes of pasteurized waste milk or 20:20 milk replacer (>400 calves)

	廃棄乳 Past. Waste Milk	20:20代用乳 20:20 Milk Replacer
平均日増体量 Ave. Daily Gain	1ポンド(453g) 1 lb.	0.77ポンド(348g) .77 lb.
治療率 Proportion treated	11.6%	32.1%
死亡率 Proportion died	2.2%	12.1%
エネルギー許容増体量 Energy allowable gain	0.8ポンド(362g) .8 lb.	0.4ポンド(181g) .4 lb.

廃棄乳を哺乳させた子牛は、1日当たり、より多くの乾物、エネルギー、蛋白を摂取した
WASTE MILK CALVES RECEIVED MORE DM, ENERGY AND PROTEIN/DAY.

(Godden et al. JAVMA, 2005)

DAIRY SCIENCE

離乳前子牛の治療率(%) Prewearing Treatment Rate

時期	代用乳 (Milk Replacer)	廃棄乳 (Pasteurized Milk)
Overall 全体	32 ^a	12 ^b
Winter months 冬	52.4 ^a	20.4 ^b
Summer months 夏	13.2 ^a	4.2 ^b

一年を通して下痢と肺炎の治療率が低かった
Reduction in scours and pneumonia for all months

(Godden et al. JAVMA, 2005)

全乳の栄養分は？
What is nutrient content of whole milk ?

全乳 Milk	乾物% DM	脂肪% Fat	蛋白% Prot	乳糖 Lactose	灰分% Ash
ホルスタイン Holstein	12.3	3.6	3.0	5.0	.7
ジャージー Jersey	14.5	5.0	3.8	5.0	.7

乾物で比較すると？ Compare whole milk on a powder basis?

液体飼料 Liquid feed	乾物% DM	脂肪% Fat	蛋白% Protein
ホルスタイン Holstein	100	28.8	24
ジャージー Jersey	100	34.5	26.2

免疫機能への影響？
Impact on immune function? ????

離乳前子牛の栄養状況と、離乳後にマンヘミアとBHV-1を人工感染させた際の変化
Preweaning plane of nutrition and Mannheimia and BHV-1 challenge of post weaned calves.

- 2種の栄養水準による試験群 2 planes of nutrition
 - 低栄養群: 445g 代用乳粉末/日
LPN: 445g milk replacer DM/d
 - 高栄養群: 10日齢まで830g/日, 54日齢(離乳)まで1,080g/日
HPN: 830 g/d 1st 10 days, 1080g/d to weaning 54 d
- 牛ヘルペスウイルス 81日齢に人工感染 (1.5 × 10⁶ PFU / 鼻腔内1mL)
Bovine Herpes Virus challenge day 81 1.5 × 10⁶ PFU / ml / nostril
- マンヘミア ヘモリチカ 84日齢に人工感染 (10⁶, 10⁷, 10⁸ cfu/mL)
M. hemolytica challenge 10⁶, 10⁷, or 10⁸ cfu/ml on day 84.

Sharon et al., 2015

シャロンらの研究 (続き)
Sharon et al. cont' d.

- 体重(70日齢): 81.2 vs 62.2 kg
Body wt. at 70 days - 81.2 vs. 62.2 kg
- スタータ摂取量は、高栄養群の子牛で多かった
HPN calves consumed more starter during challenge
- 血糖値 Glucose during challenges
 - 牛ヘルペスウイルス - 61.1 vs 57.5 mg/dL BHV 61.1 VS. 57.5 mg/dl
 - マンヘミア - 57.8 vs 53.5mg/mL MH 57.8 vs. 53.5 mg/dl
- 人工感染後72時間では、血漿中尿素態窒素値が低栄養群で高かった Plasma urea N higher for LPN @ 72 h post challenge.
- 血糖値は低栄養群で低かった Glucose lower for LPN calves
- 血中NEFA値は低栄養群で高かった NEFA higher for LPN calves during challenge.

栄養水準 Plane of nutrition
10日齢のジャージー子牛にシトロバクターを経口投与したときの抵抗性 resistance to oral Citrobacter challenge in 10 d Jersey calves

- 低栄養群: 450g/日 蛋白20% : 脂肪20% 代用乳
LPN diet 450g/d 20% protein: 20% fat MR
- 高栄養群: 700g/日 蛋白28% : 脂肪20% 代用乳
HPN diet 700g/d -28%protein:20%fat MR

10日齢に経口投与 Oral challenge - 10d

- 1 × 10⁸ シトロバクター フロインディ
1 × 10⁸ Citrobacter freundii
- 24日齢まで観察後、剖検
Monitored until d24 when calves harvested

Liang et al, 2015

項目 Measure	低栄養群 Low plane nutrition	高栄養群 High plane nutrition
糞便中乾物 % Fecal DM	21.9	19.9
糞便スコア Fecal scores	2.0	2.5
直腸内温度 °C Rectal temperatures	38.4	38.6
血漿中ハプトグロブリン $\mu\text{g/mL}$ Plasma haptoglobin	266	511
粘膜の高さ: 回腸遠位部 Mucosal height - distal ileum	752	921

・高栄養群ではより高い急性反応がみられた
Calves fed HPN had higher acute phase response.
・糞便スコアは下痢の指標としては適切でなかった
Fecal scores not reliable indicator of diarrhea.

離乳前子牛の栄養が、 その後の乳量に及ぼす影響

Impact of preweaning nutrition
on later lactation yields

出生後早期のホルスタイン子牛の栄養と、 初回分娩後の乳量および飼料摂取量との関係

Early postnatal nutrition of Holstein calves and milk production
and feed intake during 1st lactation. (Wiedemann et al. 2015)

生後28日齢まで異なる哺乳プログラム 1st 28 days different feeding programs

- ・飽食群: 最初の1週間は全乳、その後代用乳(20:20) 160g/リットルを飽食
Ad libitum: milk wk 1 then Ad libitum milk replacer (20:20) 160g/L
- ・制限群: 最初の1週間は4L、28日齢まで代用乳120g/Lを6L
Restricted: 4L milk wk1, 6L milk replacer (120g/L) to 28d

項目 Item	飽食 Ad libitum	制限 Restricted
エネルギー摂取量28日齢まで (メガジュール/日) Energy intake - 1 st 28d (MJ/d)	16.6	10.2
平均日増体量 (g/日) Average daily gain (g/d)	720	450
初産日齢 Age at 1 st calving (d)	765	777
1日当たり平均脂肪補正乳量 (リットル) Ave daily FCM yield (L)	29.2	28
1日当たり平均飼料摂取量 (kg) Ave. daily feed intake (kg)	19.3	18.8

M. E. Van Amburghのスライド M. E. Van Amburgh slide

離乳前の哺乳量増加によるその後の乳量の反応

Milk Yield Response to Increased Pre-weaning Milk or Milk Replacer Nutrient Supply

研究 Study	乳量 kg Milk yield, kg
Foldager and Krohn, 1991	1,405 ^s
Bar-Peled et al., 1998	453 ^t
Foldager et al., 1997	519 ^t
Ballard et al., 2005 (搾乳日数200日@ 200 DIM)	700 ^s
Shamay et al., 2005 (離乳後蛋白 post-weaning protein)	981 ^s
Davis-Rincker et al., 2011	416 ^{ns}
Drackley et al., 2007	835 ^s
Raith-Knight et al., 2009	718 ^{ns}
Terre et al., 2009	624 ^{ns}
Morrison et al., 2009 (発育に差なし no diff. calf growth)	0 ^{ns}
Moallem et al., 2010 (離乳後蛋白 post-weaning protein)	732 ^s
Soberon et al., 2012	552 ^s

豊富に哺乳させた子牛の 乳量が高い理由は？

Why is milk yield higher for more liberally fed calves?

- ・子牛が健康 Better calf health
- 呼吸器病? respiratory disease?
- ・乳房の発達に影響? Impact on mammary development?
- ・後天的なもの? Epigenetics?

哺乳量の増加は経済的に見合うか?
Is high liquid feeding economically justified?

経済性の比較

Economic comparison

結果 (Outputs)	従来 (Conventional)	強化 (Intensive)
分娩時の子牛への投資 (Calf investment at calving)	\$147	\$147
初回授精月齢 (Age at 1 st service (months))	15.1	12.2
初産月齢 (Age at 1 st calving (months))	25.8	22.9
平均日増体量 (g) (Ave. daily gain (g))	682	895
総飼養コスト/頭 (Total rearing cost/heifer)	\$2,449	\$2,415
平均コスト/日 (Ave. cost/day)	\$3.12	\$3.48
初産期の乳量増加(ポンド) (Additional milk 1 st lactation)		+ 1,700
初産牛淘汰率 (Culling risk - 1 st lactation)	28%	28%
増加分乳代 (Addition value milk)		\$171
正味コスト/頭 (Net cost/heifer)	\$2,449	\$2,244

- ### 戦略的な飼養管理
- Strategic management
- 子牛の管理で注目すべき点

Key calf management focus

 - 初乳 (Colostrum)
 - 健康と生産性への短期・長期的な影響

Short and long term impact on health and performance
 - 潜在的に持つ発育能力に見合った哺乳

Feeding to biological potential for growth

 - 離乳前の増体量 (Prewearing body weight gain)
 - 離乳前後の免疫機能への影響

Impact on pre and post weaning immune function
 - 乳量と生産寿命への影響

Impact on lactation yield and length of productive life

鼻腔粘膜ワクチン

ディ-エスバイ2[®]

TSV-2

ゾエティス・ジャパン株式会社

本スライドには米国におけるTSV-2の研究開発に関する情報が含まれていますが、あくまで情報提供の目的で使用しています。

zoetis

本スライドには米国におけるTSV-2の研究開発に関する情報が含まれていますが、あくまで情報提供の目的で使用しています。

ディ-エスバイ2

製品概要

項目	内容
効能・効果	牛伝染性鼻気管炎 (IBR) 及び牛パラインフルエンザ (PI3) の呼吸器症状に対する予防
剤 型	1 頭分 x 10
内 容	乾燥生ワクチン、溶解用液 (注射用水)
用法・用量	凍結乾燥ワクチンに添付の溶解用液を加えて溶解し、1か月齢以上の健康な牛1頭あたり、両側鼻腔内に1mLずつ計2mLを1回投与する。
妊 娠 牛	投与可
貯 蔵 方 法	2~7℃の冷暗所に保存
有 効 期 限	2年

zoetis

本スライドには米国におけるTSV-2の研究開発に関する情報が含まれていますが、あくまで情報提供の目的で使用しています。

ディ-エスバイ2

特長

1 早い

2 安全

3 日本初*

- 短時間 (4日以内) に防御能を与えることができます。
- 局所免疫により早期防御を実現します。
- 温度感受性株を使用しているため、ワクチン株は鼻腔内で増殖し、体内深部では増殖が抑制されます。
- 妊娠牛にも投与可能です。
- 国内で初めて^①の鼻腔内投与型ワクチンです。
- 感染経路の免疫を直接活性化することができます。

*承認・発売された鼻腔内投与型ワクチンとして

zoetis

本スライドには米国におけるTSV-2の研究開発に関する情報が含まれていますが、あくまで情報提供の目的で使用しています。

ディ-エスバイ2

国内初の鼻腔内投与型ワクチン

鼻腔内から投与することで、局所免疫が付与されます

① 局所でのインターフェロンの放出 (非特異的)

② 局所でのIgAの放出 (特異的)

③ 全身でIgGの放出 (特異的)

ディ-エスバイ2の作用機序

TSV-2鼻腔内投与 → 2~7日 (IFN-γ, IgA) → 1~2カ月 (IgG) → 4~5カ月 (免疫持続)

zoetis

本スライドには米国におけるTSV-2の研究開発に関する情報が含まれていますが、あくまで情報提供の目的で使用しています。

ディ-エスバイ2

IFN-γおよびIgA産生確認試験

供試牛 (ホルスタイン、F1混合) : TSV-2群 30頭
対照群 (生食) 30頭

鼻腔スワブ中のIFN-γ

鼻腔スワブ中のIgA

(ゾエティス・ジャパン申請資料)

zoetis

本スライドには米国におけるTSV-2の研究開発に関する情報が含まれていますが、あくまで情報提供の目的で使用しています。

ディ-エスバイ2

ワクチネーションプログラム応用例

① 子牛 (1か月齢以降) に注射型ワクチンを投与する前段階

② 移動直前・直後
・ストレス下にあるとき

③ 注射型ワクチン投与と併用
・注射型ワクチンで抗体が立ち上がる前の防御に
・防御能が減少してきたときに

④ 緊急予防対策時
・感染が急激に広がってきたタイミングで

zoetis