



# やさしい畜産技術 **の**話





# やさしい畜産技術の話



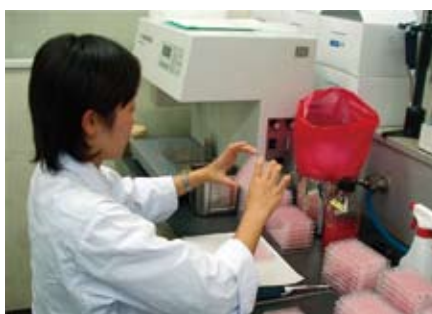
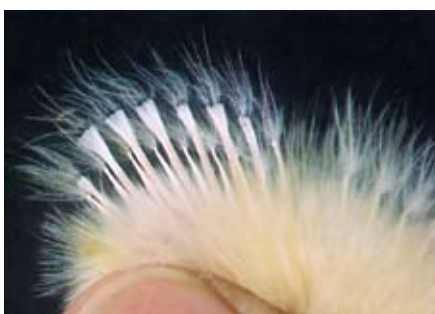
## やさしい畜産技術の話 *contents*

牛乳が生産されるまで	4
牛肉が生産されるまで	6
豚肉が生産されるまで	8
鶏卵が生産されるまで	10
鶏肉が生産されるまで	11
能力の優れた家畜を選ぶ	12
能力の優れた雄や雌から多くの子を生産する	14
能力の優れた家畜のコピーを増やす(クローン技術) 受精卵クローンと体細胞クローン	16
家畜の雄、雌を産み分ける	18
ヒナの雌雄を見分ける	19
DNA技術はどのように使われている① 個体識別(トレーサビリティ)、親子鑑別、 遺伝性疾患原因遺伝子の保因家畜の判定	20
DNA技術はどのように使われている② 感染症の迅速診断、遺伝子組換えワクチン	22
家畜の栄養管理を適切に行う	24
混ぜご飯で牛を飼う	26
牛の給食センター	27
もったいない! 大量に排出される良質な食品残渣を畜産物にかえる	28





子牛を早く丈夫に育てる	30
品種改良で飼料作物を増産	32
栽培技術で飼料作物を増産	33
牧草を漬け物にして牛に食べさせる	34
稲を牛に食べさせる	36
特定の病原体を排除して豚の生産効率をよくする……SPF豚	38
家畜の糞尿中の窒素・リン排泄量を少なくする	40
家畜の夏バテを防止する……牛・豚・鶏	42
乳搾りは機械に任せる(未来の酪農場に向かって)	44
牛舎の中でも牛をのびのびさせる	45
放牧は人にも牛にも優しい!	46
放牧によって農村環境を守る	48
家畜ふん尿を有機質資源としてリサイクルさせる	50
畜舎から出る汚水を浄化し、きれいな水にもどす	52
畜舎や鶏舎から出る臭気を抑える	53
畜産物の安全性を確保する	54
家畜伝染病の国内蔓延を防止する	56



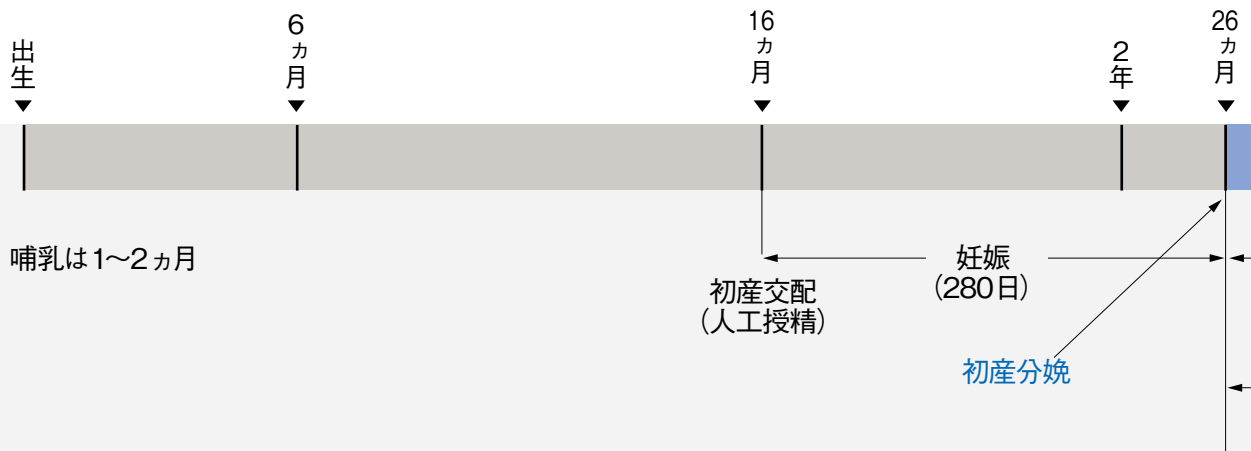


# 牛乳が生産されるまで

牛乳は、雌牛が妊娠し、子牛を分娩して初めて生産されます。母牛が子牛に飲ませるために泌乳したものを、人間が利用しています。育種改良の結果、今では、1年間に2万kgもの牛乳を生産する雌牛もいます。



哺乳



子牛は生まれたらすぐ自分の4本の脚で立ちます。子牛には初乳（分娩後6日目までの乳）を飲ませます。初乳は母牛が子牛分娩後に泌乳する特殊な牛乳で、いろいろな病原体に対する免疫抗体が含まれており、初乳を飲むことによって子牛は丈夫に育ちます。生後6ヵ月間くらいは子牛

と呼ばれ、以後満2歳くらいまでは育成牛、それ以後は成牛と呼ばれます。一般的には、生後14~18ヵ月くらいのときに雌牛に人工授精を行い妊娠させます。妊娠期間は280日くらいです。子牛を分娩後約1年間牛乳を搾ります。この間に、次の妊娠・分娩のために、搾乳中の牛に人工授精します。



ホルスタイン種雌牛



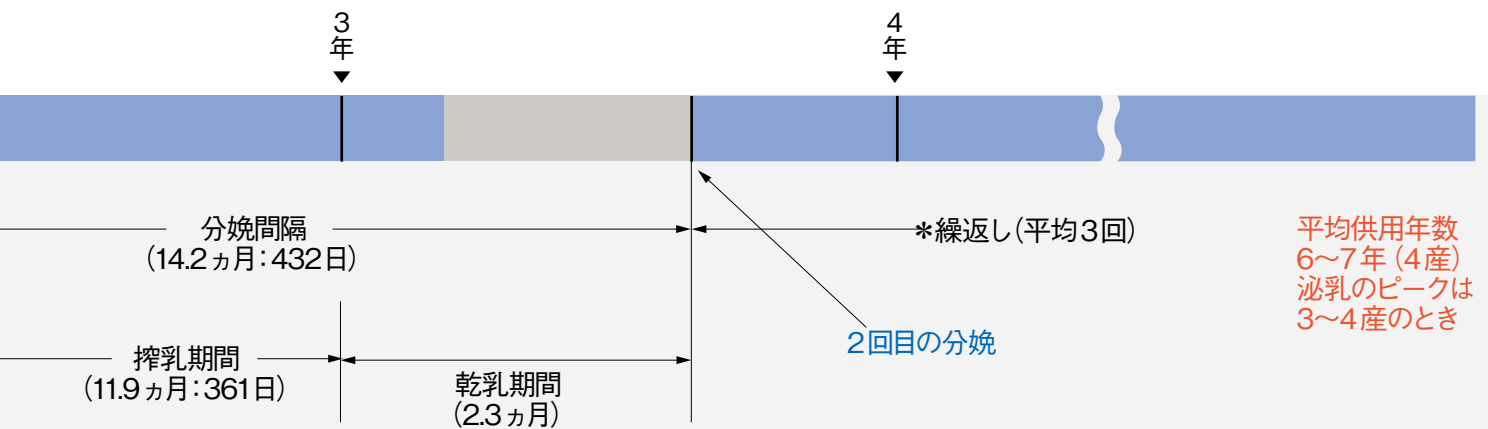
ジャージー種雌牛



哺乳



放牧



分娩予定の2~3ヵ月前になると搾乳をやめます。栄養分が牛乳ではなく母体や胎子に回るようにするためです。分娩間隔は400日から430日程度です。今の乳牛の雌は普通4回くらいお産をして、牛乳を生産し続けます。7産も8産もする乳牛もたくさんいますが、わが国の平均では4産程度

となります。乳牛は能力向上が著しく、1頭当たりの乳量が毎年100kg程度増加しています。また、人工授精用の凍結精液は、アメリカなど海外から輸入されたものも多くなっています。

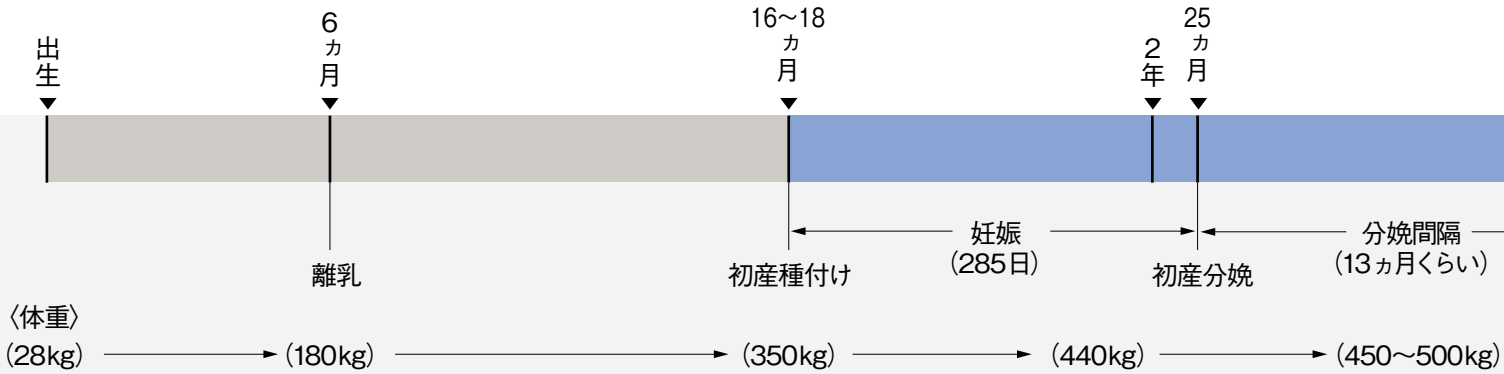


ミルクングパーラ

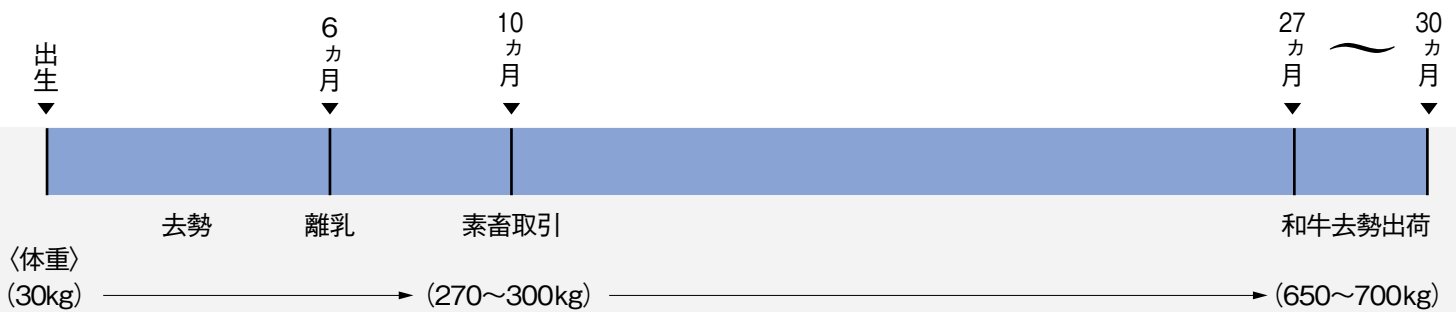
# 牛肉が生産されるまで

日本の牛肉生産の特徴は、雌牛から子牛を生産して販売する繁殖農家と、そこから子牛を導入し、肥育して販売する肥育農家に大別されることです。繁殖から肥育まで一貫して行う農家も増えており、数千頭規模で肉用牛を飼養する企業の経営もあります。

## ■肉用牛（子牛生産のための雌牛の場合）



## ■肉用牛（肥育牛の場合）



黒毛和種（雄）

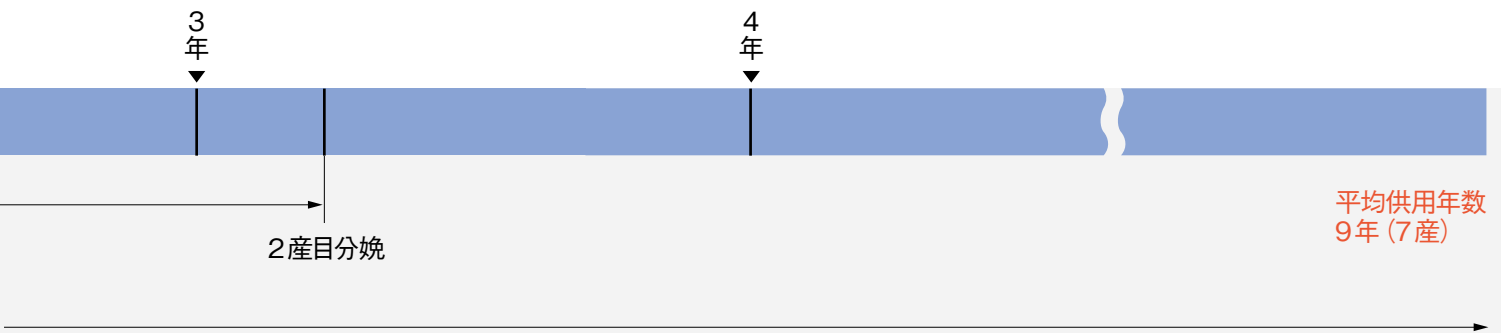


褐毛和種（雄）





日本には、肉用牛の品種として、黒毛和種、褐毛和種、日本短角種があります。これらは和牛と呼ばれ、特に、黒毛和種の肉は、霜降り(サシ)が入ったおいしい牛肉として世界的に有名です。



和牛のように牛肉生産が目的の牛では、牛肉生産をする牛を生む雌牛から育てます。和牛の子牛が生まれますと、約6ヵ月間は母牛と一緒に育てます(最近では、乳牛のように、親牛から離して人工的に育てる方法も増えています)。この子牛時代は、母乳を飲んだり、母牛の食べる餌を少しずつ食べたりします。16~18ヵ月頃に人工授精して妊娠させます。妊娠期間はおおよそ285日です。分娩後6ヵ月間くらいは母牛は子牛と一緒に過ごしますが、この間次の分娩に備えて母牛には人工授精します。分娩間隔が12ヵ月程度に

なることを目標にして人工授精の時期を決めます。和牛の子牛生産用の雌牛は生涯に平均7産くらいしますが、多い牛では15産以上する立派な牛もいます。

牛肉生産するための子牛は、生後6ヵ月間くらい親と一緒にしておきますが、雄子牛であれば、この間に去勢します。去勢は肉質をよくするためです(最近では、親牛から離して人工的に育てる方法も増えています)。10ヵ月齢くらいで子牛は本格的な肥育に入ります。和牛では27ヵ月齢から30ヵ月齢くらいまで肥育してから肉にします。

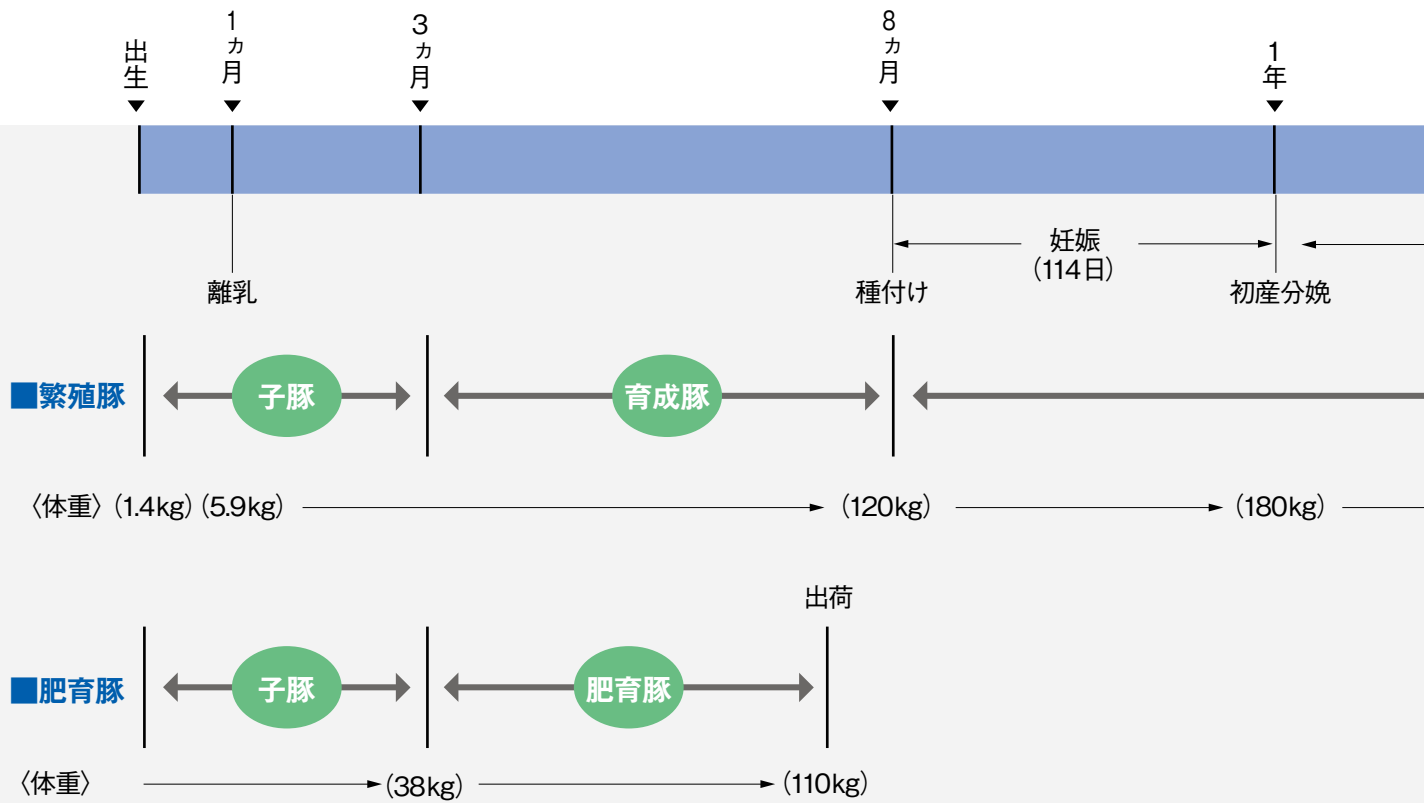


日本短角種(雌)



# 豚肉が生産されるまで

豚肉は、3品種を交配した3元交雑豚を肥育したものが多く、かつては、肥育農家は、肥育もと豚を繁殖農家（繁殖雌豚から子豚＝肥育もと豚を生産する農家）から導入していましたが、最近は繁殖から肥育まで一貫して生産する農家が多くなり、企業的な経営も多数存在しています。



子豚哺乳



ランドレース (雌)

デュロック (雄)



17  
カ  
月

2  
年

分娩間隔  
(5ヵ月)

2産分娩

平均供用年数  
3年 (6産)

成豚

(210kg)

(230kg)

母豚から産まれた子豚は、出生後約1ヵ月で離乳します。3ヵ月齢くらいまでは子豚、それから8ヵ月齢までは育成豚、以後は成豚と呼ばれます。雌豚は、育成期が終わった8ヵ月齢から種付け(交配)します。妊娠期間は114日間なので、ほぼ満1歳で初産分娩します。その後5ヵ月ごとに分娩す

るように交配し、生涯に平均6産させます。肥育(肉用に育てること)する豚は、離乳後肥育に入ります。3ヵ月齢までは子豚、以後は肥育豚と呼ばれ、体重が約110kgに達したところで肉にされます。



大ヨークシャー (雌)

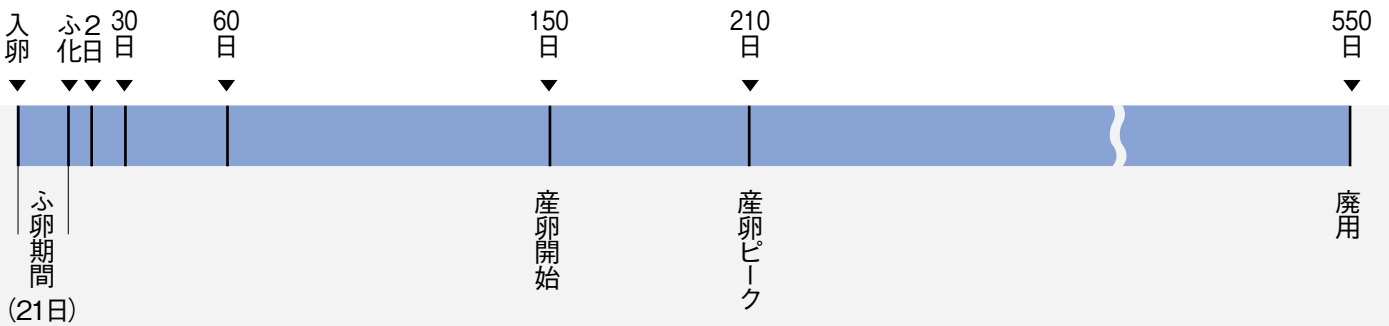


バークシャー (雌)



# 鶏卵が生産されるまで

養鶏産業は、鶏改良による能力の向上、飼養・衛生管理技術の改善により、生産性の向上と規模拡大が大幅に進展しています。採卵鶏の能力は世界的水準にあり、大規模な企業の経営が主流となっています。



卵を産むための雌鶏の生産過程は、まず卵を21日間孵卵機の中で暖めて、孵化させます。孵化後2日間は初生雛とよび、この間に雌雄鑑別を行います。雄雛は卵を産まないため淘汰されます。その後、30日齢までは幼雛、60日齢までは中

雛、産卵を開始する150日齢頃までを大雛、以後を成鶏と呼びます。産卵を開始してからおよそ400日、550日齢で廃用にします。

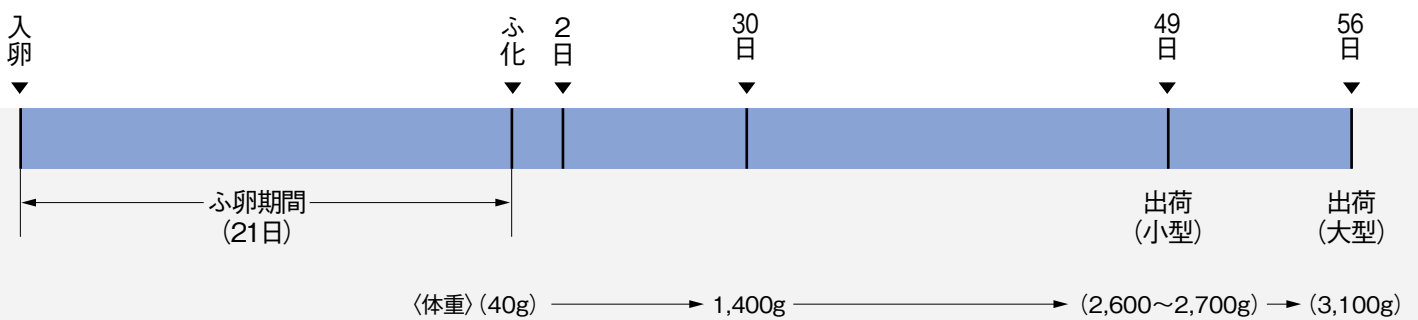


採卵鶏



# 鶏肉が生産されるまで

鶏肉生産の主流は、ブロイラー飼育です。ブロイラー飼育とは、肉用鶏のひなを導入し、若鶏（50～60日齢）で出荷する飼育形態であり、一斉にひなを導入し、一斉に出荷するオールイン・オールアウト方式が一般的です。



卵を21日間孵卵機の中で暖めて孵化させます。孵化後2日間は初生雛と呼び、この間に雌雄鑑別を行います。雄も雌も肉用に飼育しますが、雌雄別々に飼育するため雌雄鑑別が必要になります。30日齢までを育雛前期、以後出荷される

56日齢までを育雛後期と呼びます。ブロイラーと呼ばれる肉用鶏は、56日（8週）齢や49日（7週）齢で出荷されます。一般に地鶏と呼ばれる鶏は、日本在来の鶏を改良したもので、出荷月齢を100日程度まで延ばした食用鶏です。



ブロイラー

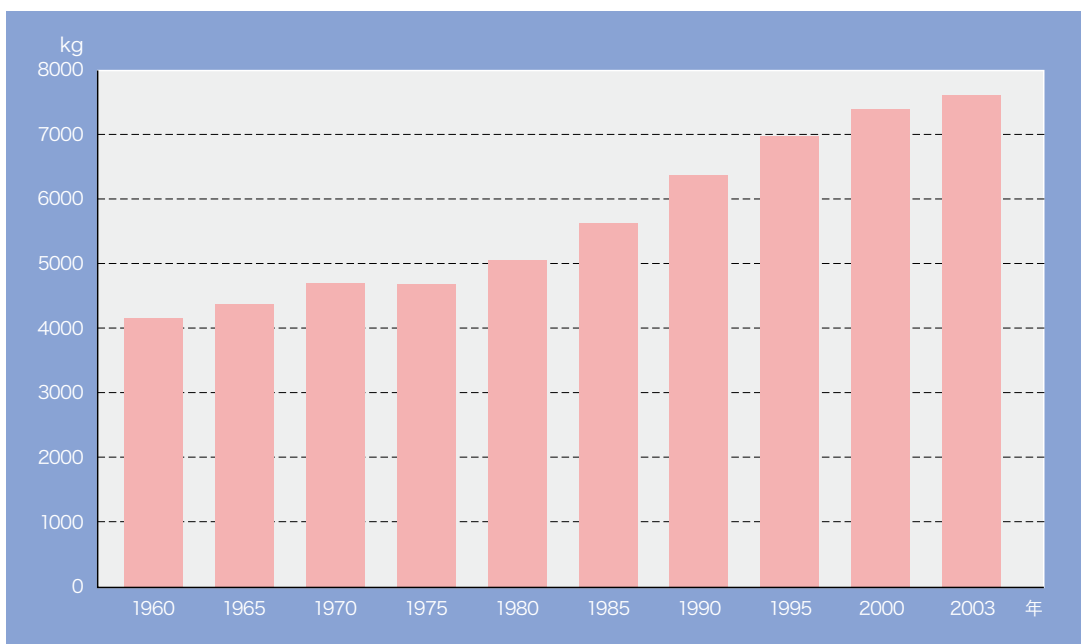
# 能力の優れた家畜を選ぶ

牛や豚や鶏の能力は毎年向上しています。家畜の能力を向上させていく上で最も大切なことは、優れた子を生産することが出来る家畜を選んで次の世代の親にすることです。そのためには能力の優れた子を生産する家畜を見極めることが重要な技術になります。

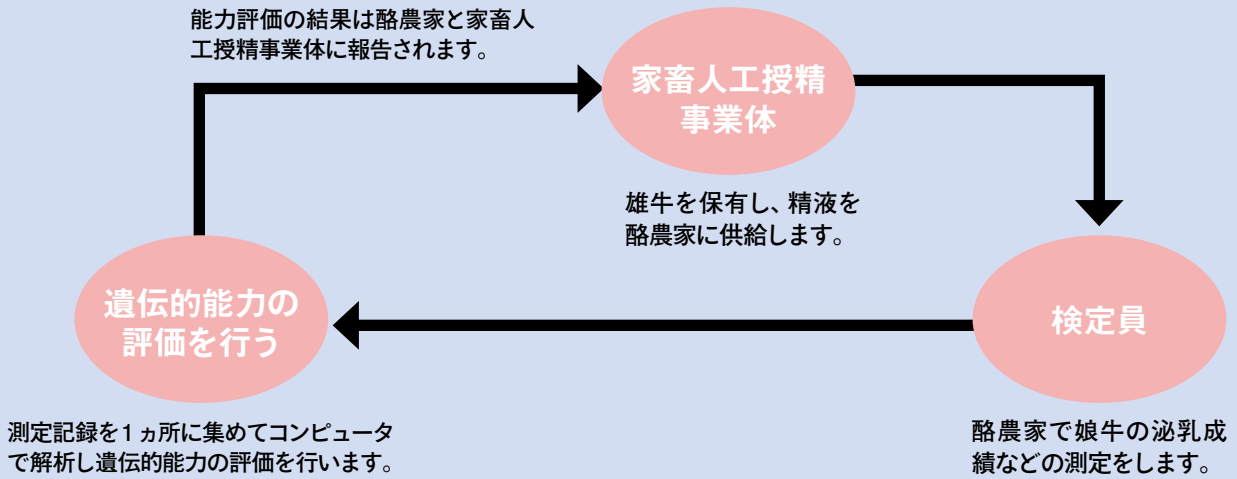
牛では、乳牛であれ、肉牛であれ、その牛が示した能力と、祖父母、親、兄弟姉妹、子など血縁のある牛が示した能力を総合して、コンピュータの中で膨大な計算をして、目には見えない遺伝的能力を推定します。



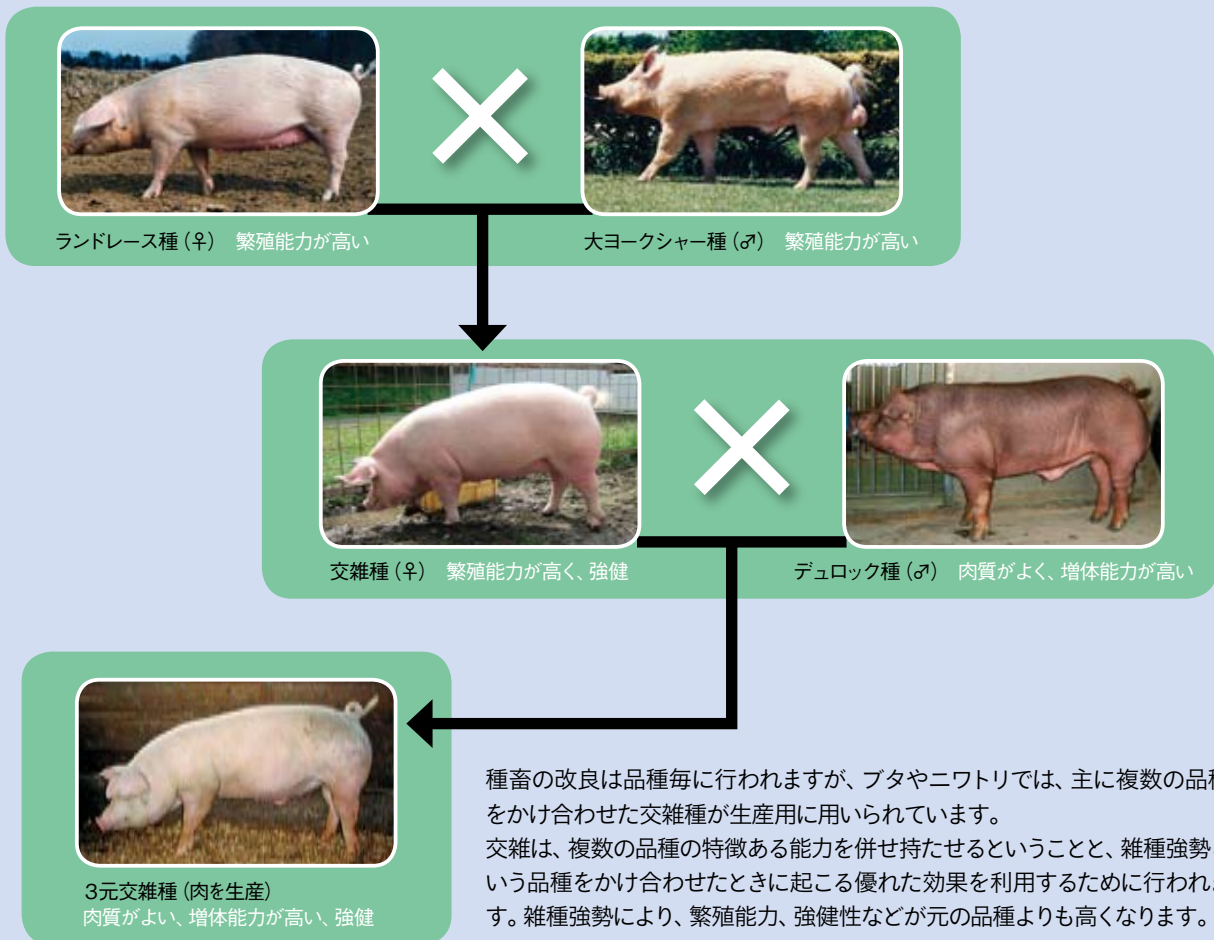
■牛乳生産量の推移 (1頭あたりの乳量)



## ■ホルスタイン種における改良の仕組み



## ■豚の交雑種利用の一例



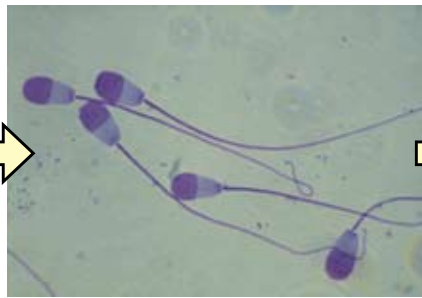
# 能力の優れた雄や雌から多くの子を生産する

## ■人工授精・精子の凍結

おいしい牛乳や肉を生産できる、すぐれた雄牛の精液をうすめ、凍結保存してから雌牛に人工授精することにより、優秀な子牛を多く生産できます。わが国の牛のほとんどが人工授精で生産されています。生涯に20万頭以上の子牛を生産した有名な雄牛もいます。



精液の採取



牛の精子(染色)



ストローに封入された凍結精液



融解した凍結精液を注入器に装着

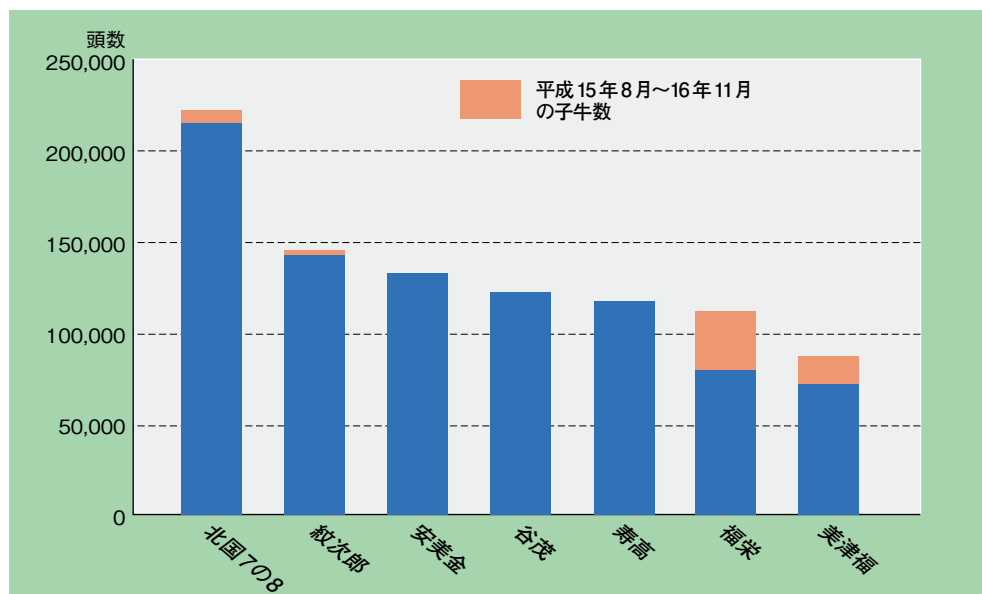


精液を雌牛に注入(人工授精)



子牛の誕生(授精後、280~285日)

## ■産子数の多い黒毛和種雄牛の例



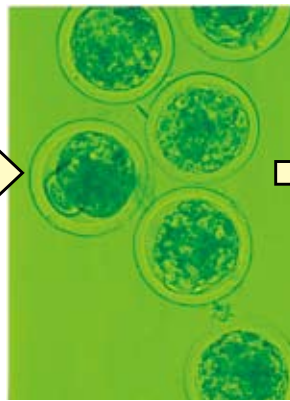


## ■受精卵移植、体外受精

優秀な雌牛の受精卵を代理母牛の子宮内に移植して、多数の能力の優れた子牛を生産する技術を受精卵移植技術といいます。1年に1頭しか生産できない雌牛から10頭以上の子牛が生産できます。日本では、受精卵移植によって、年間約1万9千頭の子牛が生産されています。



受精卵の採取



受精卵



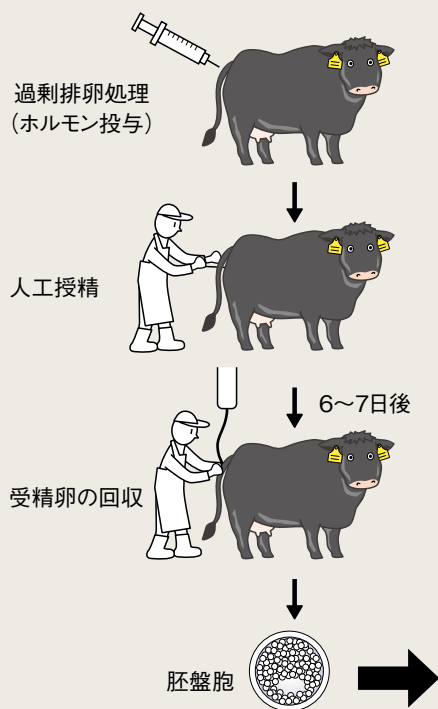
受精卵の移植



体外受精卵移植で生まれた双子牛

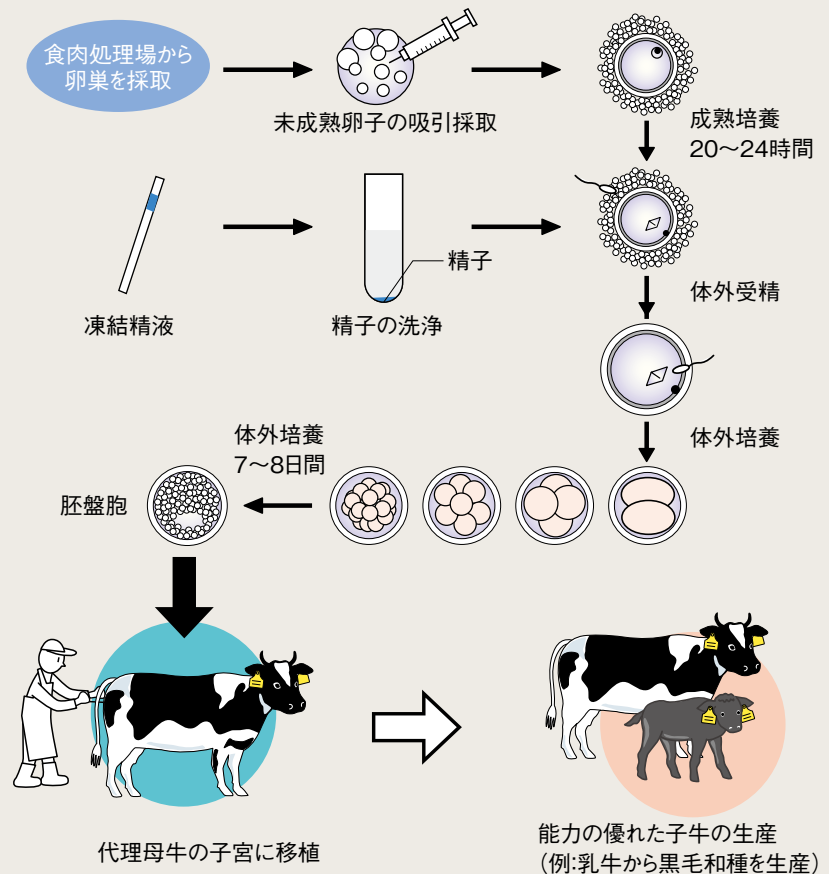
### ■生体内受精卵移植技術

「生体内受精卵移植」は、能力の優れた雌牛に過剰排卵処理後に人工授精し、その後子宮洗浄によって多数の受精卵を回収して、代理母牛の子宮内に移植するものです。



### ■体外受精卵移植技術

「体外受精卵移植」は、食肉処理場から採取した卵巣から未成熟卵子を取り出し、体外で成熟・受精・発生させた体外受精卵を代理母牛の子宮内に移植するものです。

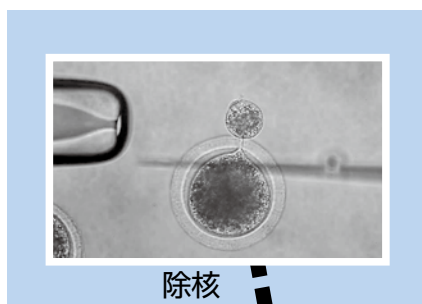


# 能力の優れた家畜のコピーを増やす(クローン技術)

畜産におけるクローン技術は、核移植により遺伝的に同一な優れた家畜を増殖することです。核移植とは、受精前の卵子から核を取り除き(除核)、その卵子に接するように核を含む別のドナー細胞を注入し、電気刺激により融合させることです。これらの操作は、全てマイクロマニピュレーターを用いて顕微鏡下で行います。

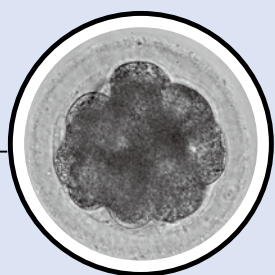
## ■受精卵クローン

移植する細胞に受精卵の割球を用いた場合を受精卵クローンと呼びます。受精卵クローンでは、同じ受精卵から作られた個体は遺伝的に同一です。

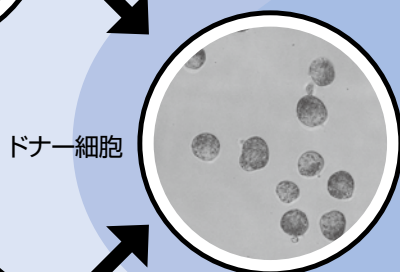


除核

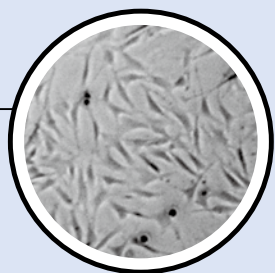
核移植



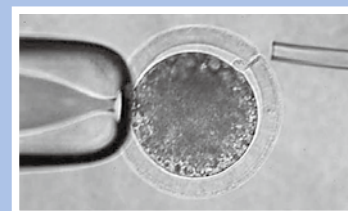
受精卵



ドナー細胞



体細胞



除核卵子にドナー細胞を注入

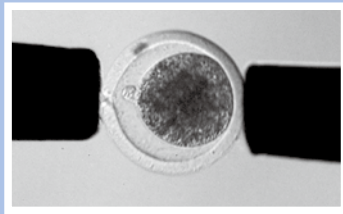
## ■体細胞クローン

皮膚や筋肉などの体細胞を用いた場合を体細胞クローンと呼びます。体細胞クローンでは、遺伝的能力のわかっている家畜のクローンを作出することが可能です。

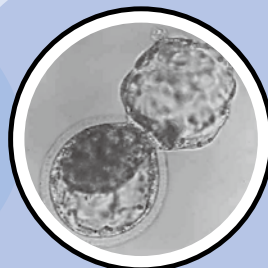
# 受精卵クローンと体細胞クローン



倒立型顕微鏡に取り付けられた  
マイクロマニピュレーター



細胞融合



核移植胚

仮親の子宮へ  
移植



1つの受精卵から作出された6つ子の受精卵クローン牛



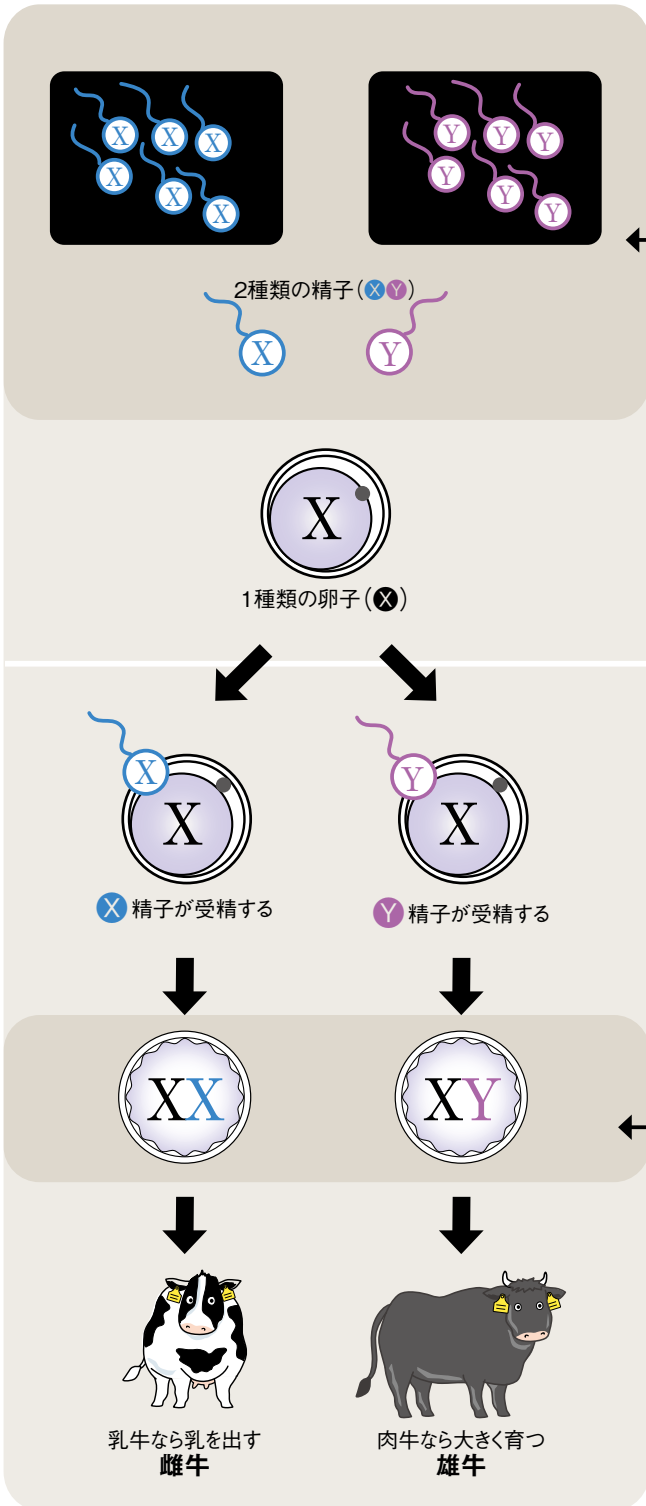
雄牛の体細胞クローン



雌牛の体細胞クローン (5つ子) と細胞提供牛

# 家畜の雄、雌を産み分ける

自然の状態では生まれてくる子牛の性の割合は、雄、雌およそ半分ずつです。受精する精子がX精子の時は雌に、Y精子の時は雄になります。畜産農家では肉牛では肥育用に雄牛が、乳牛では搾乳用に雌牛が好まれます。近年、精液をX、Y精子に分離して授精することや、DNA検査により性を判別した受精卵を移植することによって、雄、雌を産み分けることができるようになってきました。

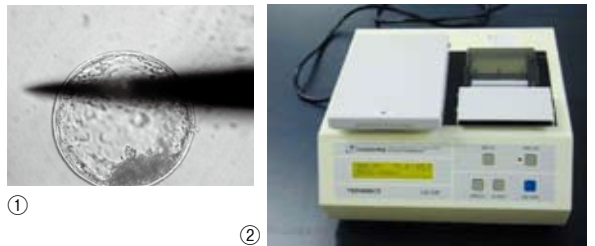


## ■精子の性判別

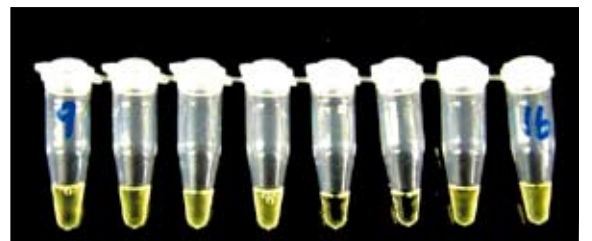
X精子とY精子のDNA量の差をもとに分別するフローサイトメーター／セルソーター



## ■受精卵の性判別



- ① 受精卵の一部の細胞を性判別用に切断する。
- ② DNA増幅装置を用いて切断した一部の細胞を薬品と共にチューブに入れ雄だけに存在するDNA配列を増幅させる。



- ③ その後、反応副産物であるピロリン酸がマグネシウムと結合して生ずる濁り具合で雌雄を判別する(LAMP法)。受精卵が雄の場合、チューブ内の液は黄白色に濁る。受精卵が雌の場合、チューブ内の液は透明な黄色のまま。



# ヒナの雌雄を見分ける

ヒナの雌雄を見分けることは何故必要なのでしょう。卵を産ませるための鶏（採卵鶏）では雄は不要です。肉を生産するための鶏（肉用鶏）では雄も雌も育てますが、発育速度が雄と雌では違うので、雄、雌別々に飼育した方が経済的です。そのため、採卵鶏でも肉用鶏でも卵からヒナになったらすぐ雄と雌を分けます。雄と雌を見分けることを初生雛雌雄鑑別と言います。鑑別の方法には3通りがあります。

## ■指頭鑑別（肛門鑑別）

ヒナの肛門の内部を見開いて判別する方法で、日本人が発明した方法です。鶏ならどのような鶏にも応用できますし、鶏に限らず、七面鳥にでもアヒルにでも応用できます。この方法でヒナの雌雄を見分ける技術を持った人を初生雛鑑別師といい、日本人の初生雛鑑別師は世界中で活躍しています。



■羽毛鑑別 伴性遺伝を利用した方法で、孵化したばかりのヒナでは、羽毛ののび方が性によって違いがあることを利用した見分け方です。しかし現在のところ、特定の品種で一代だけ応用できる段階で、どの鶏にも応用できる方法とはなっていません。



雄



雌

## ■カラー鑑別

ヒナの羽毛の色が雄と雌とでやや違うことを利用した方法です。羽毛鑑別と同様に、特定の品種で一代限り利用できる段階で、どの鶏にも応用できる方法ではありません。



雄



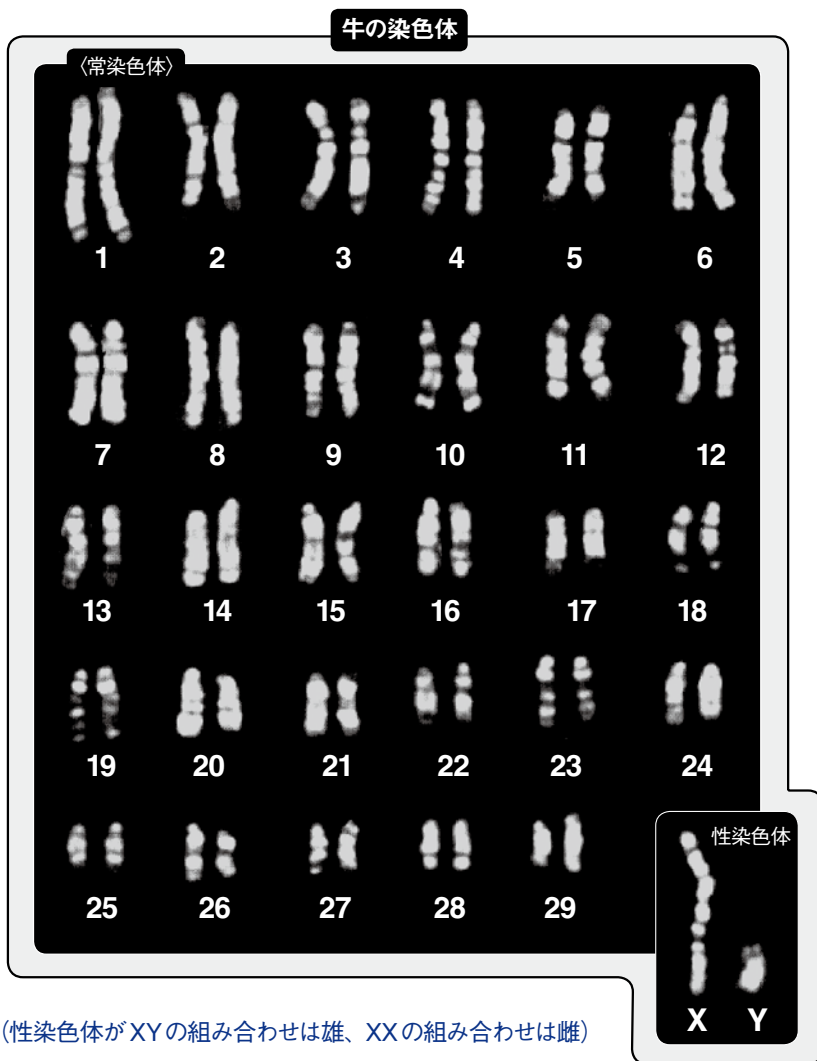
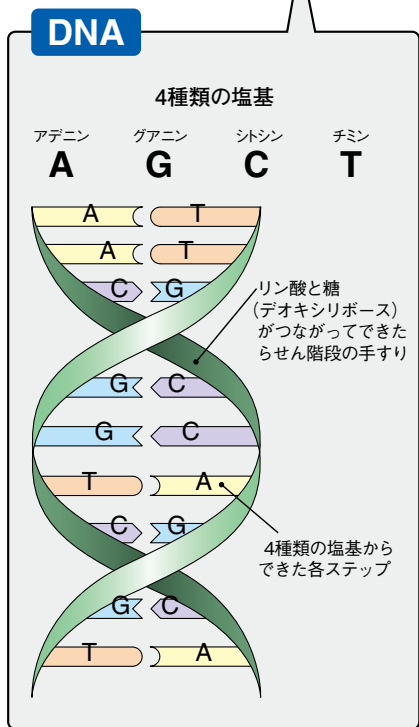
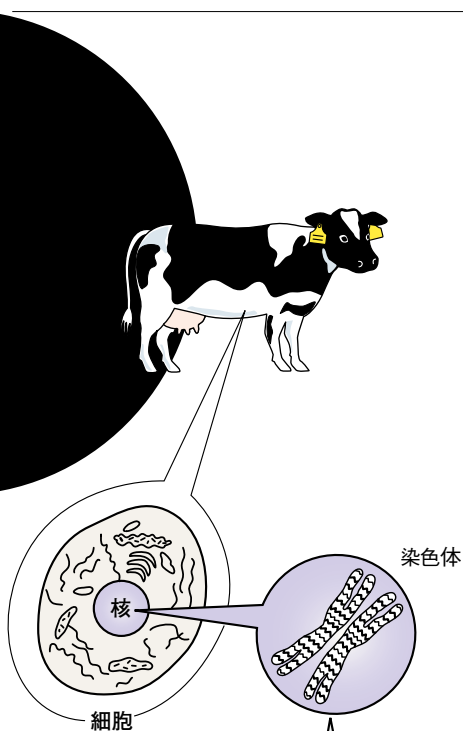
雌

# DNA 技術はこのように使われている①

DNAは生き物の遺伝情報が記録されている物質で、すべての細胞に含まれています。DNAは4種類の塩基(A, G, C, Tで表す)がいろいろな並び方でつながったとても長い物質で、染色体の中に折りたたまれて入っています。この塩基の並び方(塩基配列)が、同じ動物種、例えば牛の中でも、個体ごとに少しずつ違うところがあります。この個体ごとの違いを調べることで、親子鑑別、個体識別、遺伝性疾患の原因となる遺伝子異常があるかどうかの判定などを行います。

## ■個体識別

DNAの塩基配列は、どこの細胞からとったDNAであっても、同じ個体からのものなら全く同じです。牛肉の流通経路を管理する牛肉トレーサビリティ制度の裏付け技術はこのことを利用しています。牛一頭一頭に個体識別番号を付けて、そのDNAの塩基配列を記録しておけば、牛肉がどこで売られていても、個体識別番号を手がかりに、その牛肉が確かにその牛からのものかどうか確かめることができます。



29対の常染色体と1対の性染色体(性染色体がXYの組み合わせは雄、XXの組み合わせは雌)

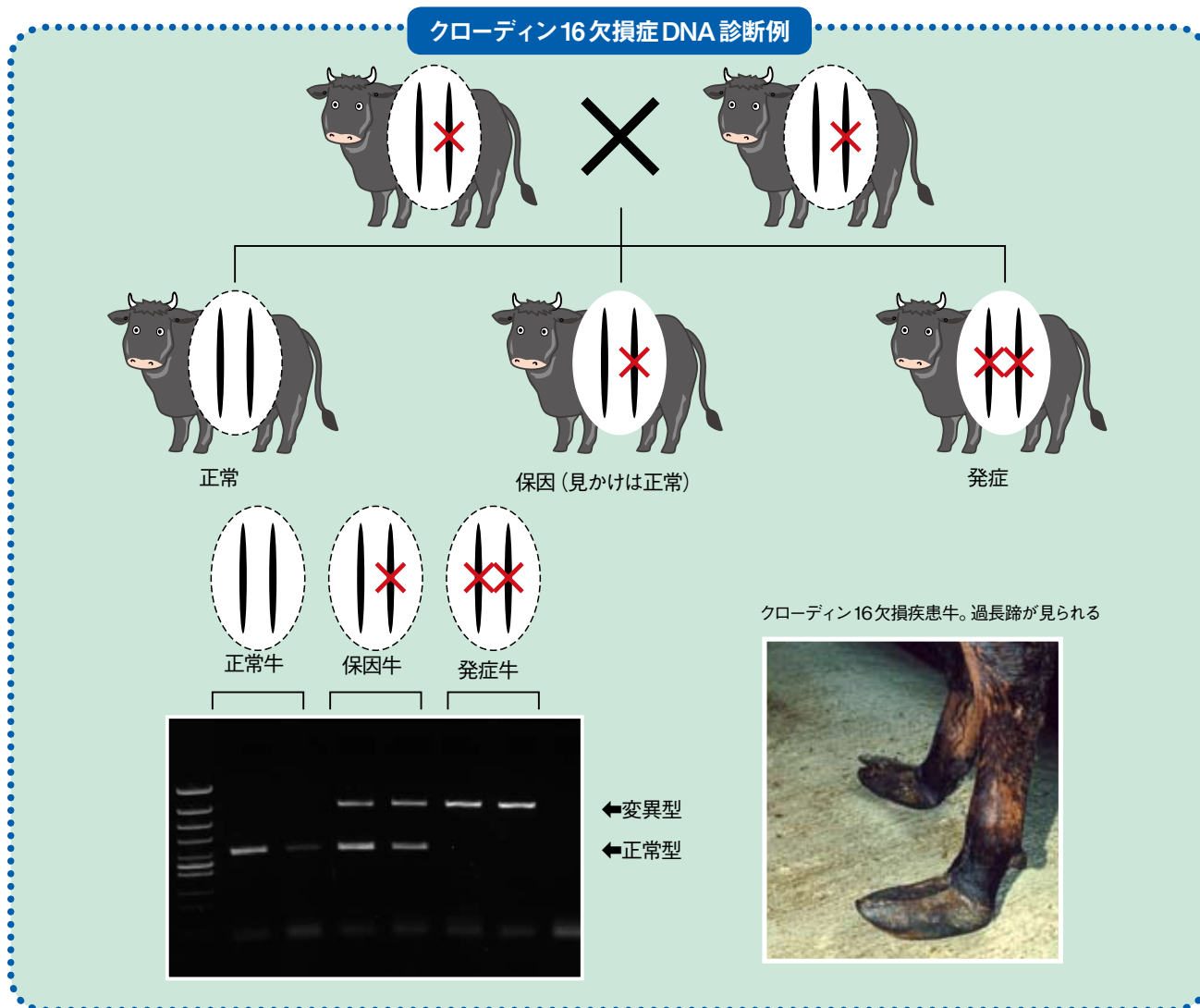
# 個体識別(トレーサビリティ)、親子鑑別、遺伝性疾患原因遺伝子の保因家畜の判定

## ■親子鑑別

牛でも人でも対になっている染色体の一本は父親から、もう一本は母親から受け継ぐのですから、それぞれの染色体中のDNAの塩基配列の特徴も片方は父親由来、もう片方は母親由来です。そこで、対になっている子のDNAの10ヵ所くらいの部分の塩基配列を調べ、そのいずれもがそれぞれ父、母から遺伝していることが確認できれば、親子と判定し、1ヵ所でも父にも母にもない塩基配列を持っていると、親子ではない、と判定されます。判定の正確さはほぼ100%です。

## ■遺伝性疾患原因遺伝子の保因畜の判定

遺伝性疾患のほとんどは劣性遺伝のため、対になっている遺伝子の片方だけが異常である家畜(保因畜)は外観は正常で、病気を発症しません。正常に見える家畜の中で、どれが異常遺伝子の保因畜か見分けるのにDNA技術が使われています。特に、牛では人工授精によって1頭の雄牛から多くの子牛が生産されるので、人工授精用の雄牛が保因畜かどうかの判定は産業上重要です。



# DNA技術はこのように使われている②

## ■感染症の迅速診断

病原体が居そうな所の材料を培養して病原体の有無や種類を調べなくても、各病原体に特徴的な遺伝子配列を酵素反応によって増幅させれば病原体の有無や種類を特定できます。現在、増幅したDNAを電気泳動という方法で検出するPCR法が最も普及していますが、リアルタイムPCR法やLAMP法も使われ始めています。



写真1：リアルタイムPCR法  
リアルタイムPCR装置。PCR法より迅速だけでなく試料中の遺伝子の量を定量的に測定できる(図1)。



写真2：LAMP法  
DNAの増幅とともに液が濁ってくる。肉眼でも結果を判定でき、測定器を使えば定量的な測定もできる。

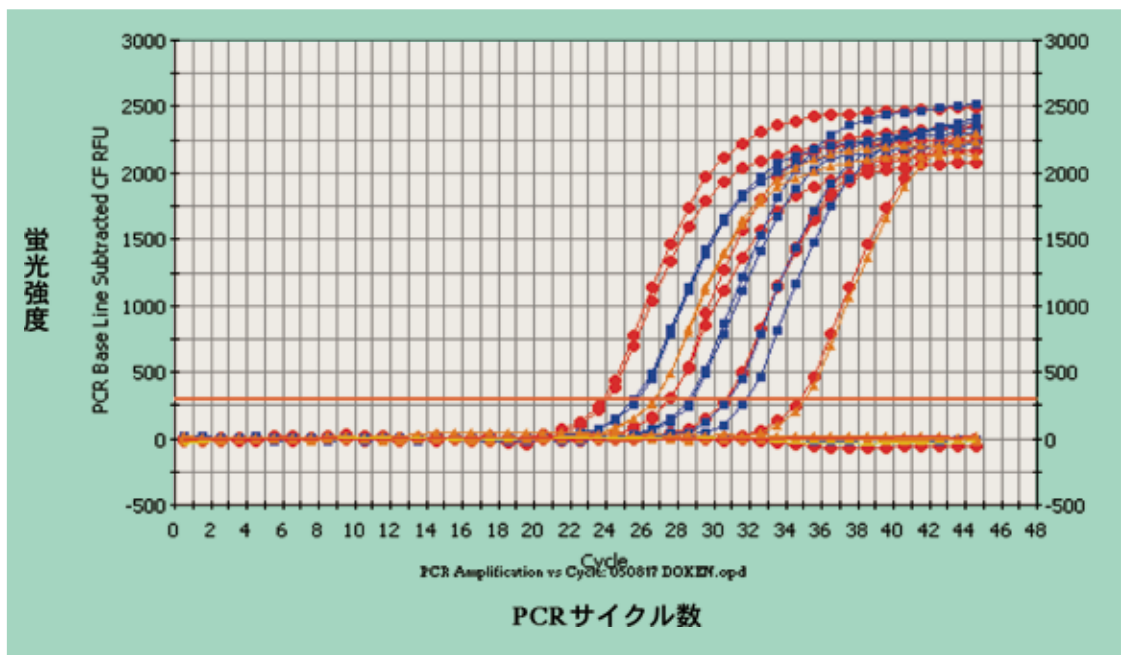
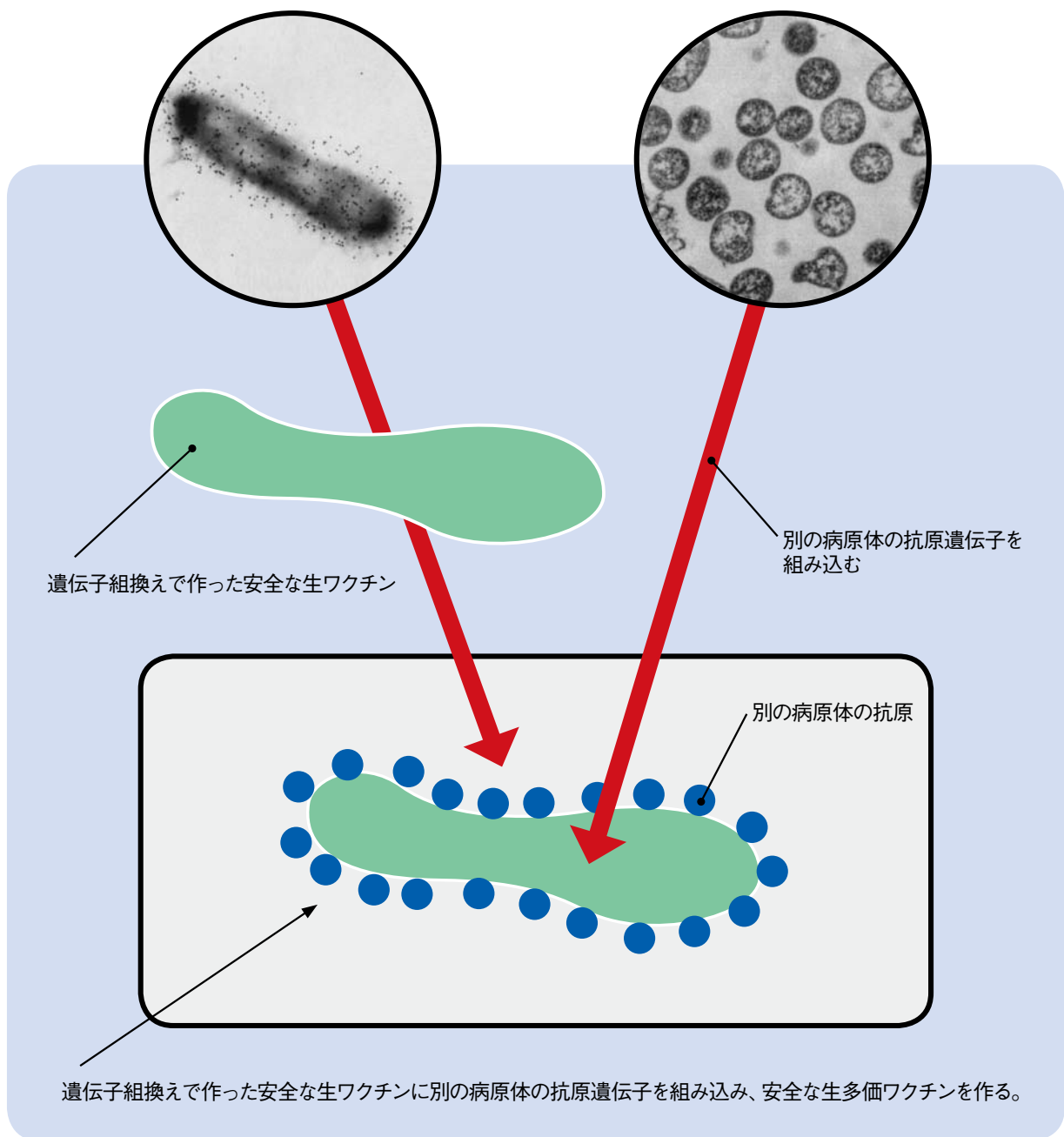


図1. 多数の試料でDNAが増幅してくる様子が、蛍光強度としてリアルタイムに表示される。



## ■遺伝子組換えワクチン

遺伝子組換えによって病気の原因となる遺伝子を働かなくしたり、安全な生ワクチン株に他の病原体の抗原遺伝子を組み込んだりすることによって、一つのワクチンでいろいろな病気を防げる安全な生ワクチンなどを開発することができます。



# 家畜の栄養管理を適切に行う

牛、豚、ニワトリなどの家畜や家禽を健康に飼育し、牛乳、肉、卵などの生産能力を最大限に引き出すためには、家畜や家禽が必要とする栄養成分を過不足なく給与することが必要です。そのため家畜や家禽が必要とする栄養成分の量を示した日本飼養標準や穀類、製造副産物、牧草など多くの種類の飼料中に含まれる栄養成分の量を示した日本標準飼料成分表が出版され、家畜や家禽の適切な栄養管理の指標として広く用いられています。



飼養標準 (乳牛)



飼養標準 (肉用牛)



飼養標準 (豚)



飼養標準 (めん羊)



飼養標準 (家禽)

日本飼養標準 (乳牛、肉用牛、豚、鶏) や日本標準飼料成分表は6から7年で改訂され、家畜や家禽の栄養管理に関する最新の情報が記載されています。



日本標準飼料成分表

## ■牛用呼吸試験装置を用いた飼養試験

飼料を家畜や家禽に適切に給与することで、飼料費の節減や糞や尿中への過剰な栄養成分の排泄量を少なくすることができ、環境負荷の軽減にも寄与できるなど、多くのメリットがあります。



牛用呼吸試験装置を用いた飼養試験

■家畜・家禽の主な飼料構成



乳牛飼料



ビートパルプ



ビール粕



牧草



肉用牛飼料



稲わらなど

主な飼料原料



トウモロコシ



大豆粕



フスマ



麦類



米ヌカ

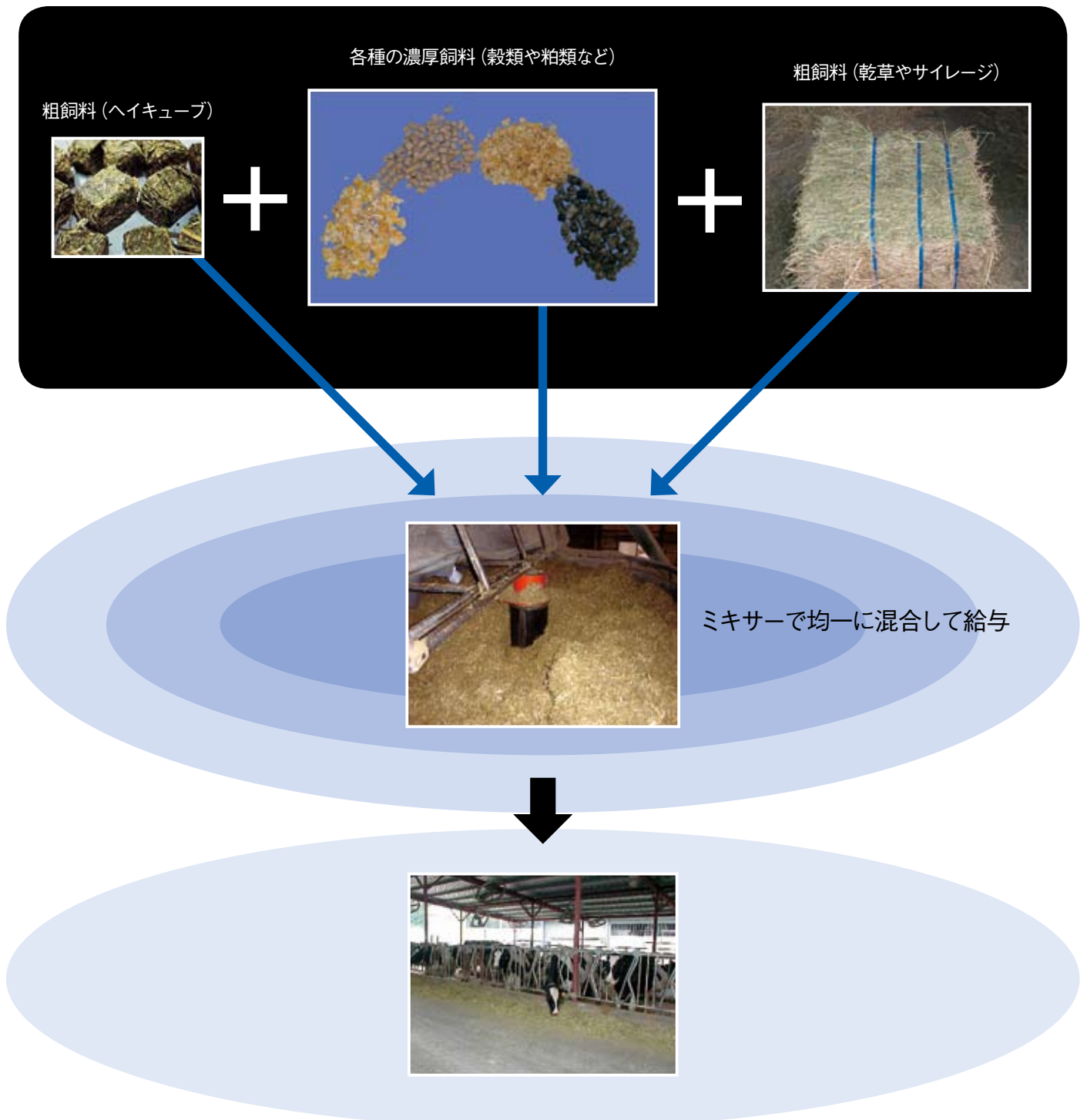
その他の飼料原料

豚・家禽飼料



# 混ぜご飯で牛を飼う

混ぜご飯のように、数種類の材料を混合して作った飼料をTMR (Total Mixed Ration) または、完全混合飼料と呼びます。TMRでは、飼料を均一に混合することで、選び喰いを防止し、乳牛が必要とするすべての栄養素をバランス良く食べさせることができます。そのため、ルーメン (第一胃) の発酵が良好に保たれ、乳成分が安定します。また、群管理に適した方法であり、給与作業の省力化が図れます。





# 牛の給食センター

個々の農家が飼料の調製を行わなくてもよいように、TMRを作って農家に配送するTMRセンターと呼ばれる方式が広まりつつあります。TMRセンターでは、一度に大量の飼料を作るので、腐りやすい食品残渣なども利用でき、低コストに飼料を作ることができます。農家では、飼料調製のための機械と労力が大幅に節約できます。



# もったいない!

食品産業から排出される食品残渣はおよそ1100万トン、そのうち再生利用されているのは35%しかなく、それ以外は廃棄物として処分され、環境に悪い影響を与えています。そこで、これらの食品残渣を飼料として活用し、畜産物に転換する技術開発が求められています。



上手に分別収集するとそれらが良質の飼料となります



調理残渣



米飯



パンくず



野菜カットくず



野菜くず



おから



あん粕



めん類

## ■乾燥飼料化

多様な食品残渣を乾燥し、保存性を高めます。これを粉末にすることで、穀類に混合して家畜に給与することができます。



食品残渣飼料化工場



乾燥処理施設



乾燥パンくず



乾燥おから



# 大量に排出される良質な食品残渣を畜産物にかえる

## 飼料化する方法

### ■サイレージ

水分の多い残渣を密封して、乳酸発酵させることで、飼料の漬け物ができます。酸っぱいですが牛は平気で食べます。



ビール粕サイレージ



ビール粕のサイレージ調製



TMRミキサー



発酵TMR

### ■リキッドフィーディング

食品残渣を液体の飼料として主に豚に給与する方法です。これまで飼料として利用できなかった液状のものも活用でき、また、豚舎内のほこりも大幅に減り、豚の健康にも良いとされています。



パンくずと牛乳の混合



リキッド飼料



リキッドフィーディングシステム

## コストの低減

畜産物のコストの中では飼料代が最も大きいのです。食品残渣を飼料化するとコストを大幅に削減することができます。

## 食品残渣を上手に利用する

食品残渣を飼料として上手に利用することで特徴的な畜産物を作ることにも可能です。たとえば、パン、麺類、米飯等、テンブン質の素材を多給して、霜降りの豚肉を生産している養豚農家もあります



霜降豚肉

# 子牛を早く丈夫に育てる

母牛の初乳をしっかり飲ませた後は、発育に必要な栄養を豊富に含んだ代用乳を与えることで成長が促進され、健康な牛となります。さらに、固形飼料（人工乳）を与えると胃の発育が促進されて離乳が順調に進み、牧草の採食量が高まります。また、カーフハッチと呼ばれる庭付き一軒家で飼うことで、ストレスや病気が少なくなると考えられています。最近では、子牛の世話に費やす時間を削減して仕事を効率良く行うために、哺乳ロボットを利用する農家が増えています。哺乳ロボットは、子牛1頭毎に必要な量の代用乳を自動的に与えるものです。



人工乳



カーフハッチ

## ■哺乳ロボット



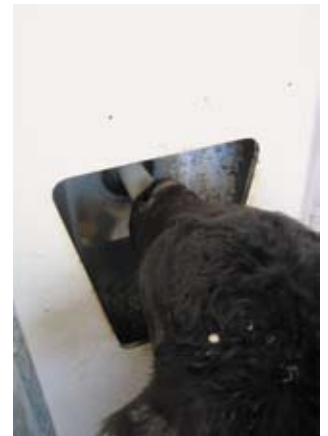
本体ミルクタンク（ホッパー）



乳首



哺乳中の子牛

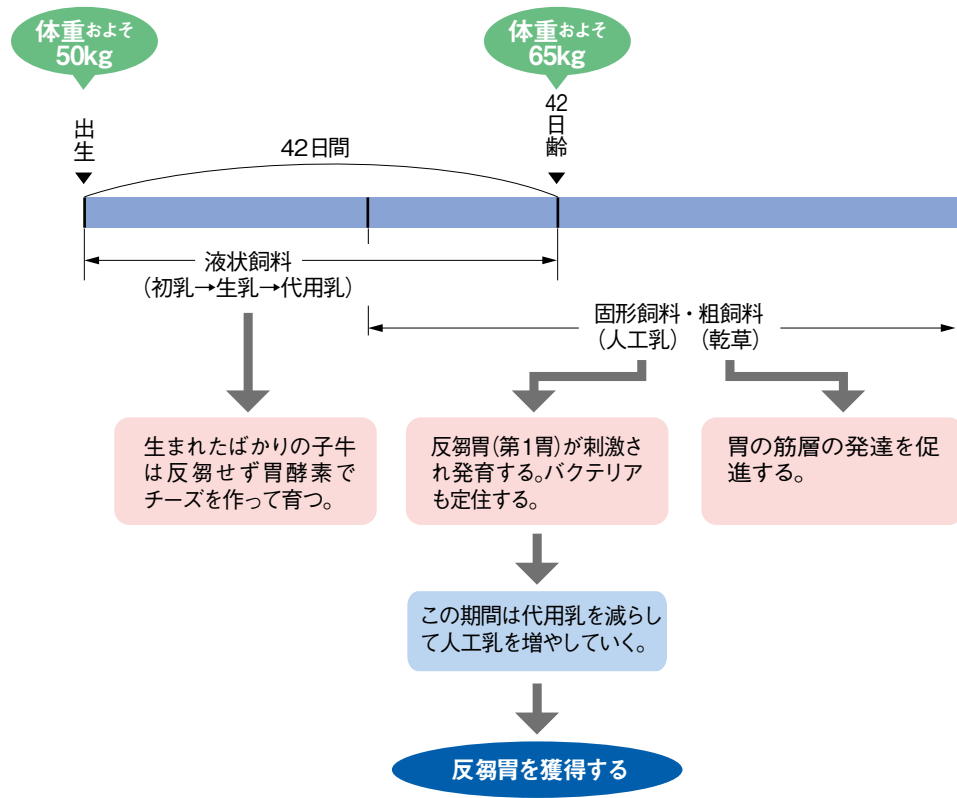


哺乳中の子牛



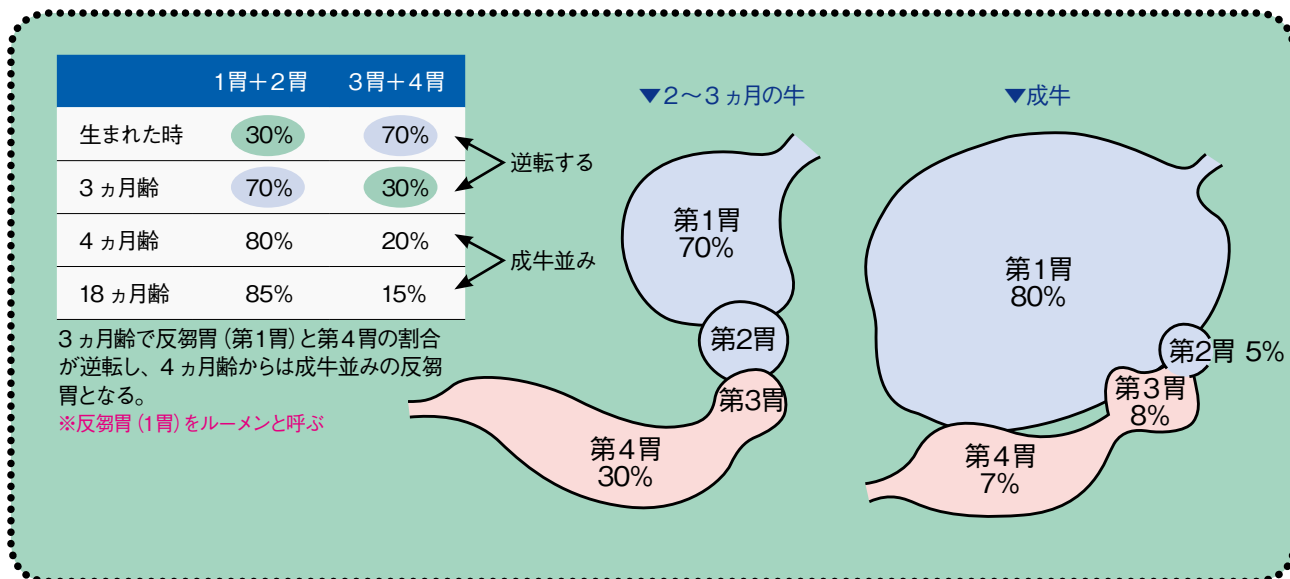
## ■生後42日での早期離乳により胃の発育を促進

健康な哺乳子牛



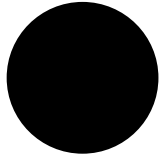
順調に育った牛

## ■牛の胃の発達



# 品種改良で飼料作物を増産

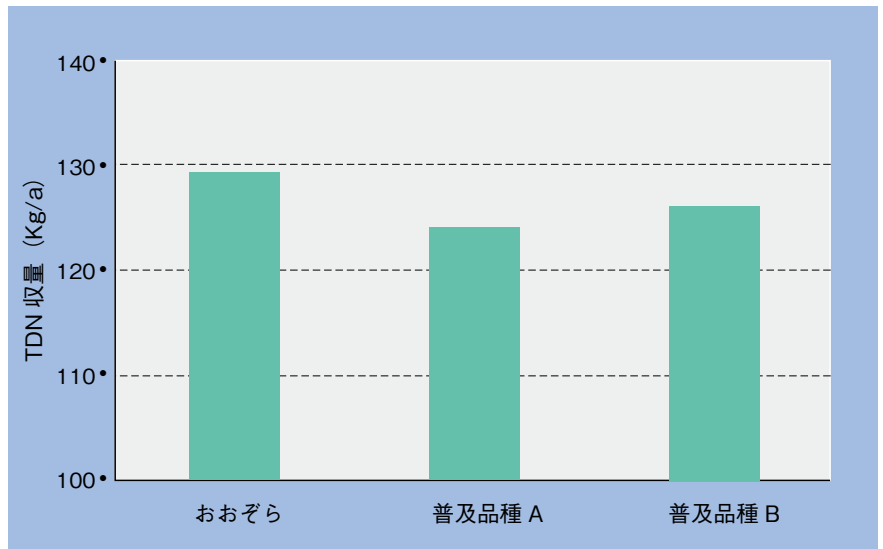
日本の国土は南北に長く、気象も地域によって違うので、それぞれの気象条件によく適応し、その地域で最大の収量が得られるよう牧草や飼料用トウモロコシなどの飼料作物の品種改良を進めています。収量の向上に加えて、風が吹いたときに倒れにくい特性（耐倒伏性）や病気に強い特性（耐病性）などの特長を改良した優良品種が次々に世に出ています。



## ■北海道に適し、耐倒伏性に優れた飼料用トウモロコシ品種「おおぞら」の育成



「おおぞら」による耐倒伏性の改良  
(左：おおぞら、右：外国導品種)

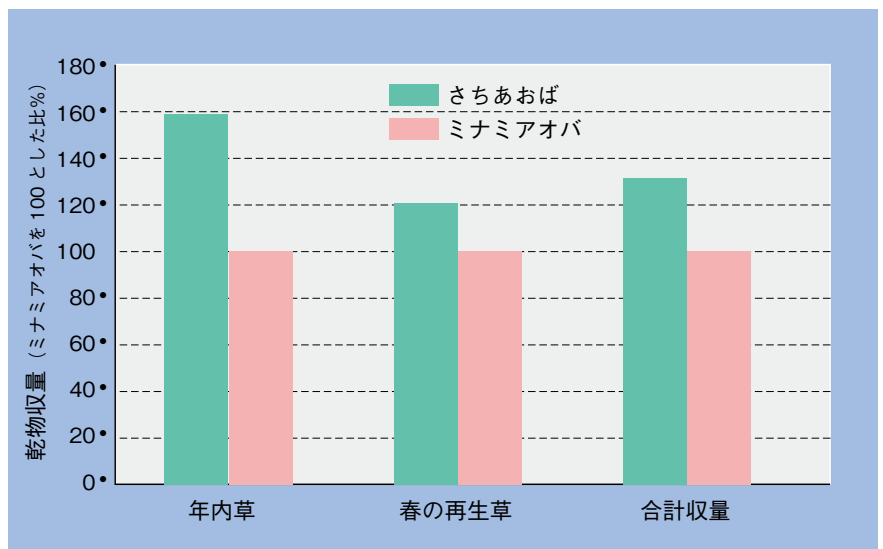


「おおぞら」による収量性の向上 (TDN収量、家畜が消化できる 収量部分を表したもの)

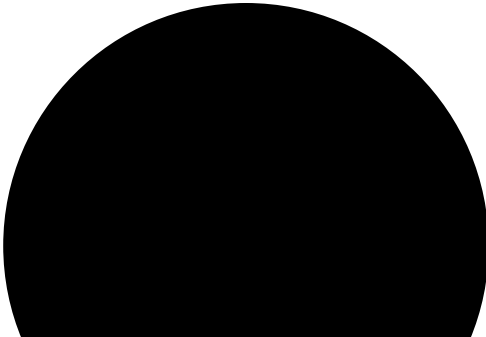
## ■暖地に適し、いもち病抵抗性に優れたイタリアンライグラス品種「さちあおば」の育成



「さちあおば」によるいもち病抵抗性の改良  
(左：ミナミアオバ、右：さちあおば)



「さちあおば」による収量性の向上



# 栽培技術で飼料作物を増産

飼料作物の増産のためにはそれぞれの地域の気象や作付け体系に適した品種を選ぶことや、雑草、特に外来雑草の防除が大切です。省力化のために不耕起栽培技術の開発も進めています。

## ■飼料用トウモロコシ

トウモロコシは播種後短い日数（90日前後）で刈り取ることができる極早生品種（写真左）から収穫まで130日前後を要する晩生品種（写真右）まで100以上の品種が市販されており、それらを組み合わせて利用します。



## ■播種作業の大幅な省力化が可能となる 不耕起播種技術

畑を耕起しなくても播種ができる省力化技術。



## ■外来雑草の防除技術の開発

主要な外来雑草の一つであるイチビがトウモロコシ圃場で蔓延している様子。



除草剤の  
散布方法の改善



通常の播種時の除草剤散布に加え、播種2～3週間後の茎葉処理剤の散布によりイチビの発生を抑制できる。



# 牧草を漬け物にして牛に食べさせる

牛には牧草やトウモロコシなどの飼料作物を毎日与える必要があります。刈り取りたてをやれば牛は喜ぶますが、一年中を通して与えることはできません。そこで腐らないように貯蔵する方法として、乾かしておく乾草と、漬け物（サイレージ）にする方法があります。漬け物は乳酸菌の力を借りたエレガントな、日本に適した方法なのです。人間にとっての「漬け物」は、ごはんのおかずですが、牛にとっては主食であり、一日20kgから30kgも食べる牛もいます。ですから日本の500万頭の牛の漬け物も、東京ドーム25杯分程が作られています。



## ■大型サイロ

空気が入ると腐敗しますので圧密して空気を抜き、新しい空気が入らないようにする必要があります。写真は、その入れ物・サイロで、「牛飼いのシンボル」的な大型タワーサイロです。

## ■バンカーサイロ

最近では写真のようなバンカーサイロが増えていきます。ブルドーザーで圧密しているところです。



## ■地下式サイロ

タワーサイロのように目立ちませんが、地下式サイロ(写真/左下)もあます。取り出し用クレーン(写真/左上)、自動給飼(写真/右)を使用し、飼料調製給与方法として利用されています。





## ■ロールペール

平成になって急速に普及したのがロールペールサイレージです。円柱状に握りしめた牧草を、薄いポリエチレンフィルムで包んだもので、北海道の観光パンフレットにも掲載されるようになり、漬け物から「牛さんのおにぎり」に進歩しています。

下の写真は、最近日本で開発した、さらに進歩したロールペールサイレージを作るようすです。トウモロコシなどを細かく切断してロールペールにしています。細切しているため、圧密が良く効いて、より美味しい漬け物になっています。



①収穫作業



④運搬車への積載



③専用ラッパ



②ロール排出



⑤解体作業



# 稲を牛に食べさせる

お米の消費量が減って使われない田んぼが増えていきます。こうした水田を使って乳牛や肉牛の飼料を作っていくために考え出されたのが、湿地でもよく育つイネを飼料にしていくことです。「飼料用イネ」は皆さんが食べるコシヒカリなどの食用イネと違って、飼料用に特別に品種改良されたものです。食用イネとの違いは背丈が高く、モミ、茎、葉を含めると10a当たり生で3,000～5,000kgとたくさん取れます。モミも茎や葉も全部を乳酸発酵(ホールクroppサイレージ)させて、肉牛や乳牛に食べさせます。飼料自給率を高める日本の取り組みは韓国、台湾でも関心が高まっています。



農業をできるだけ使わないように病気に強く、倒れにくいのが特徴です。  
(左：食用品種「ふくひびき」右：飼料イネ「夢あおば」)

湿った水田で収穫し易い飼料用イネの専用の機械  
(左：ラッパー、右：収穫機)が開発されています。



費用をかけない直播き法や堆肥を十分に使った有機栽培が行われます。



輸入牧草に引けを取らない栄養価があり、牛が喜んで食べてくれます。

■貯蔵中の肉色の变化 (ロース部) 貯蔵6日目 (4℃蛍光灯下)

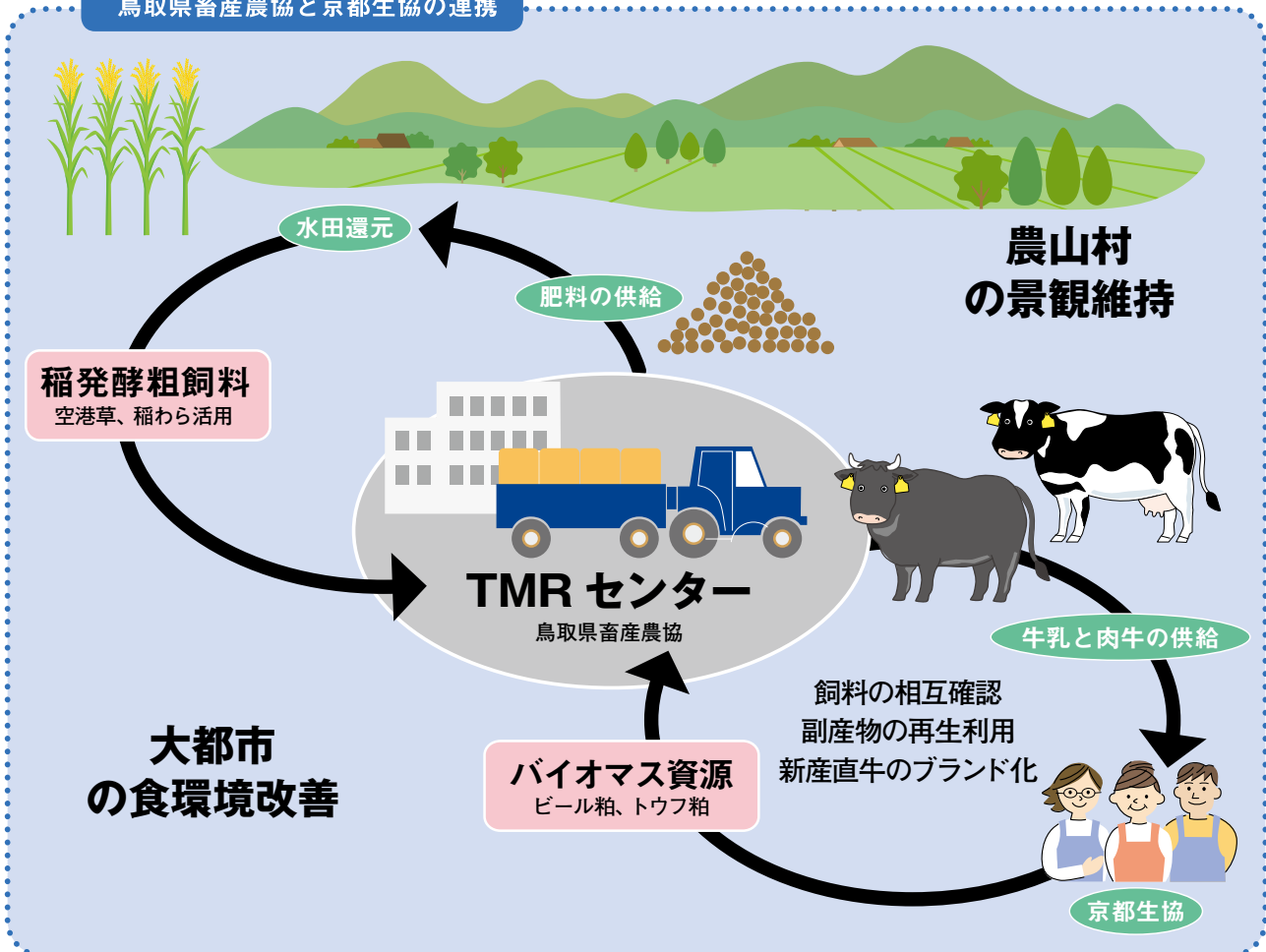


天然ビタミンEを豊富に含んだ飼料イネを食べさせると脂肪の酸化を抑え、肉色が保たれた牛肉になります (写真 飼料イネ区 (左)と対照区 (右))

鳥取県畜産農協と京都生協が協力して、飼料イネを食べたブランド牛肉「こだわり鳥取牛」を販売しています。



鳥取県畜産農協と京都生協の連携

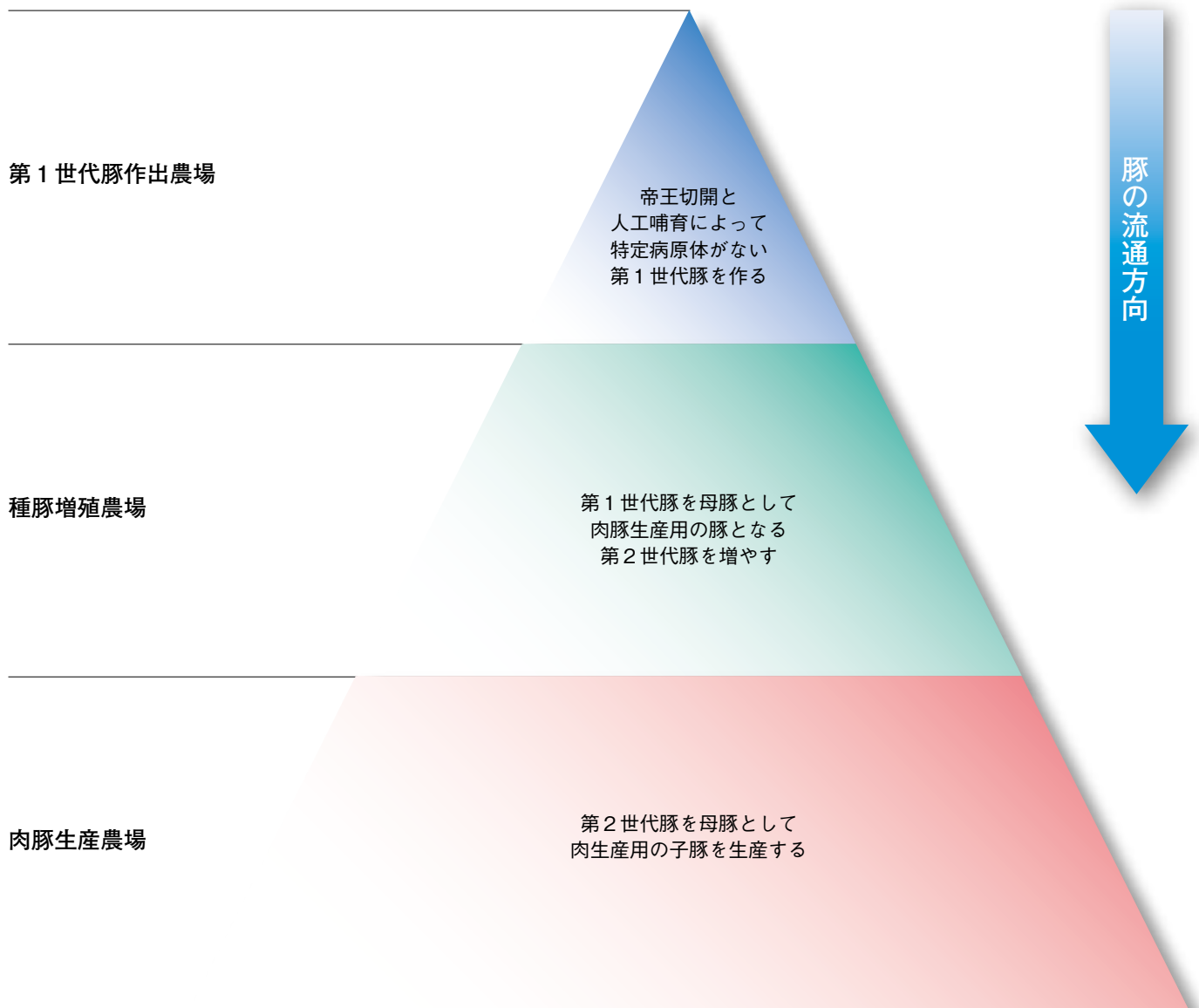




# 特定の病原体を排除して豚の生産効率をよくする

SPF豚は、発育を遅らせる特定の病気（オーエスキー病、豚赤痢、トキソプラズマ病、萎縮性鼻炎、マイコプラズマ肺炎）の病原体がない健康な豚です。SPF豚農場では、健康な豚を生産することに加えて、農場にこれらの病気を侵入させないことが必要です。そのために、農場の立地条件に厳しい基準を設けると共に、農場外周にフェンスを設置し、また人が農場へ入る場合には全身洗浄するなどの厳しい衛生管理が実施されています。それによって、特定疾病以外の病気も減少して、発育が約15%早くなり、また、抗菌性物質などの使用の低減にもなっています。さらに、良好な腸内細菌の生育により臭みのない豚肉生産にもつながっています。

## ■ SPF豚生産の仕組み







農場は周辺に他の養豚場や人家、公道がない場所に設置され、外周はフェンスなどで外部から遮断されており、人や車両の立入が制限されています。



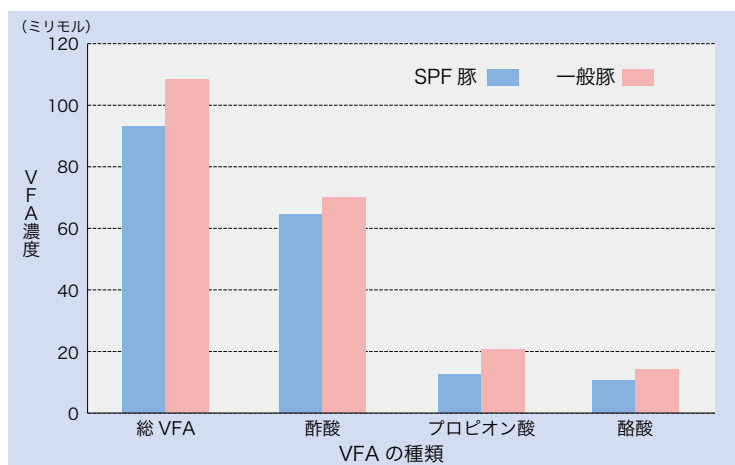
場内に入る車両は消毒薬が噴霧されます。また、人は、シャワーなどにより全身をしっかりと洗浄したあと、専用の衣服を着用して、作業をします。



種豚はSPF豚専用の車両を使って輸送されます。

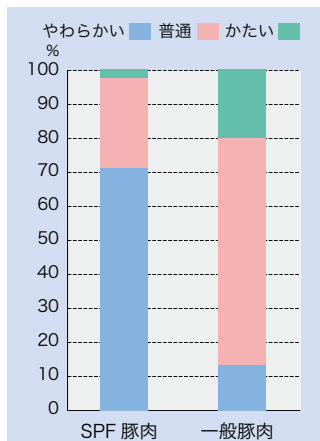
## SPF豚肉の特性

良好な腸内細菌が多いSPF豚では臭みの原因と考えられるVFA濃度が一般豚よりも低いことが示されています。(日本SPF豚協会HPより一部改変し転載)

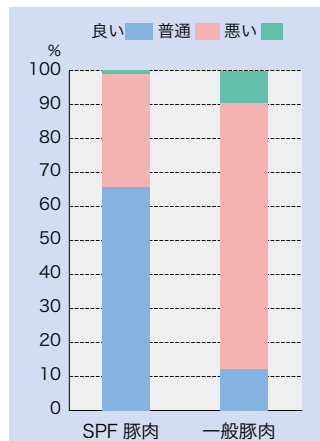


## 一般消費者150名の肉のおいしさに関するアンケート結果

### ●肉のやわらかさ



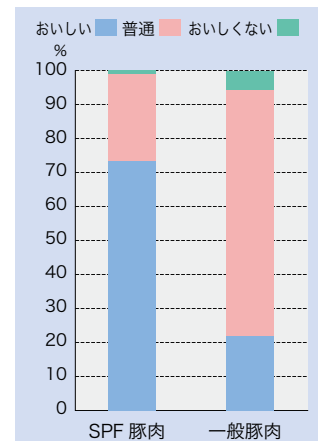
### ●肉の舌ざわり



### ●脂っこさ



### ●肉のおいしさ

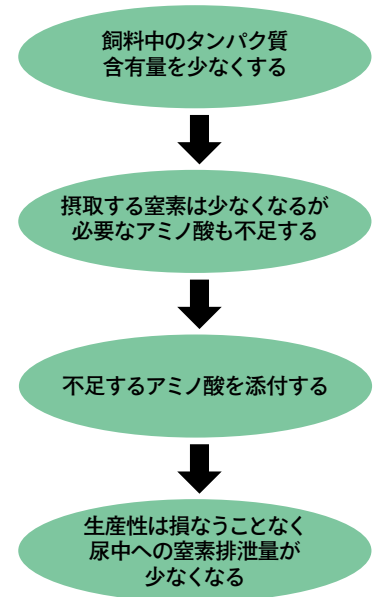
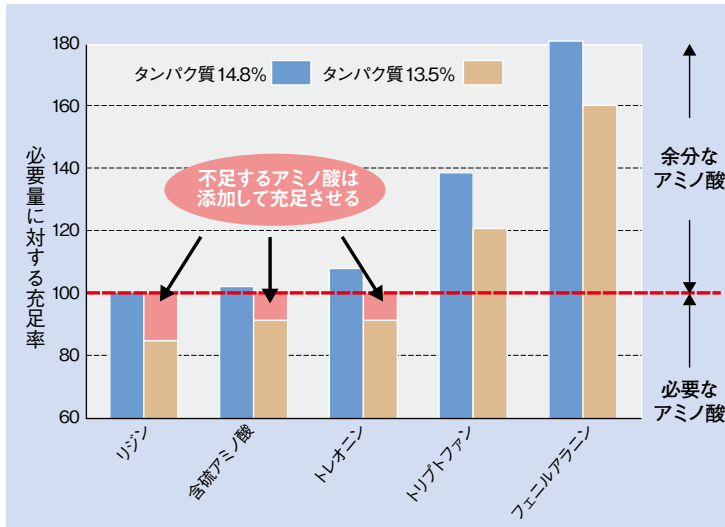


このアンケートの結果では、SPF豚肉は、柔らかくさっぱりしておいしいという評価が出ています。(日本SPF豚協会HPより一部改変し転載)

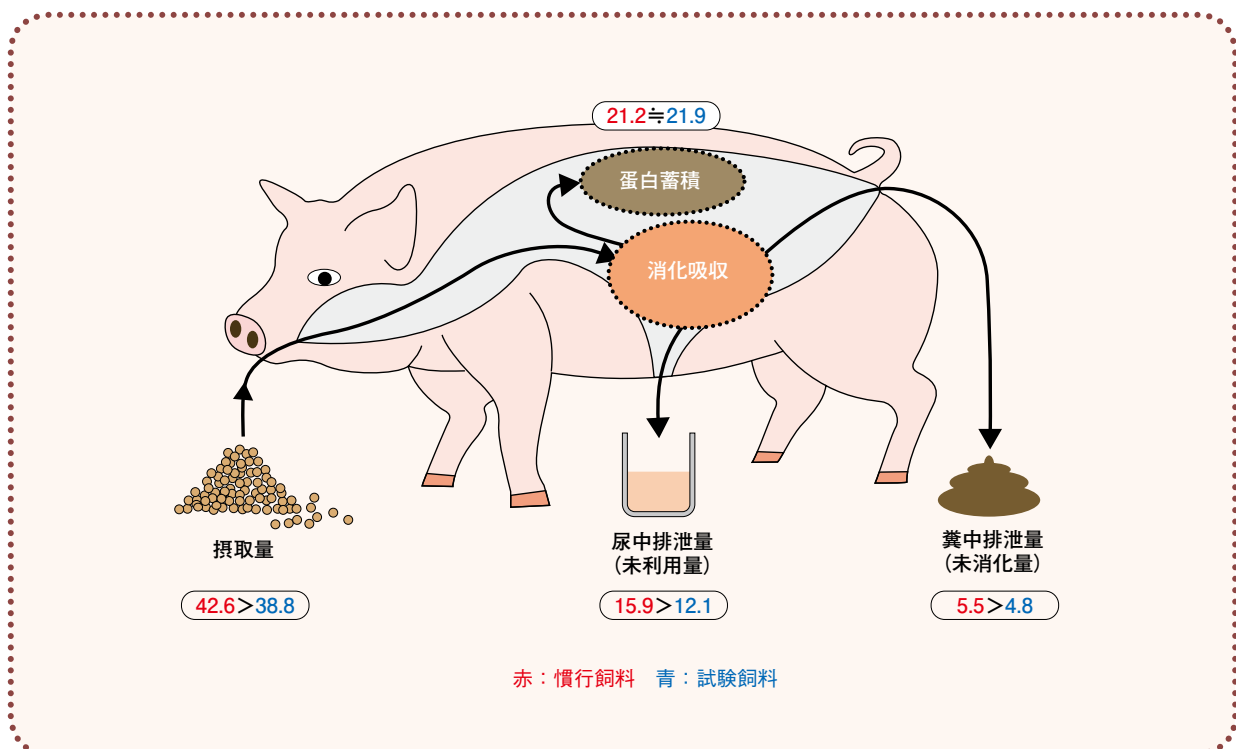
# 家畜の糞尿中の窒素・リン排泄量を少なくする

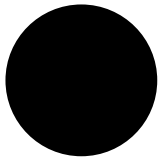
家畜から糞尿として排泄される窒素やリンは環境汚染物質となります。そこで、環境への負荷を少なくするため、生産性（肉生産）を損なうことなく窒素やリンの家畜からの排泄量を少なくする努力をしています。

## 1 窒素排泄量を少なくする（低蛋白質アミノ酸添加飼料）



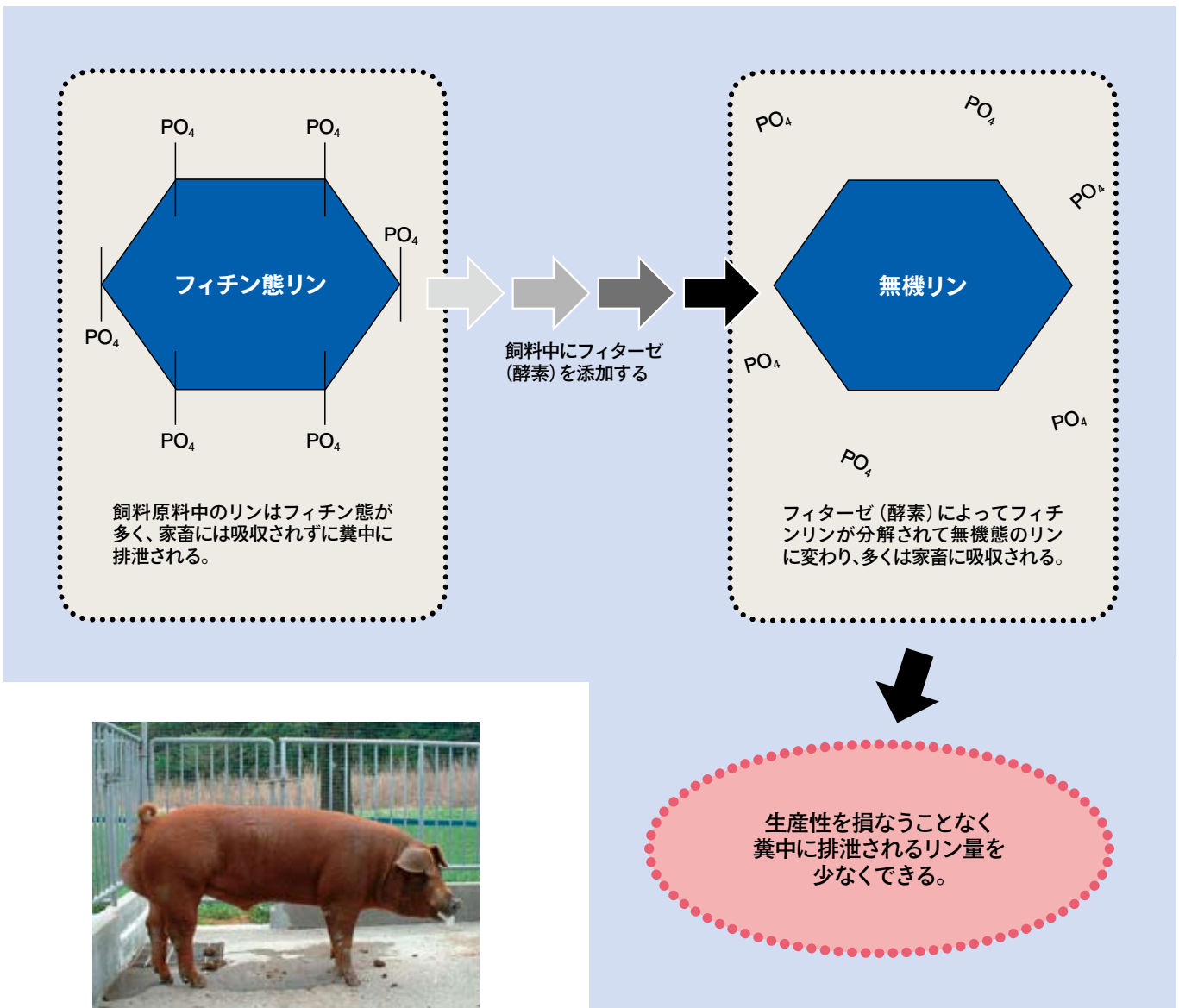
## 2 1日当たりの窒素摂取量と窒素排泄量 (g)





### 3 リン排泄量を少なくする(フィターゼ添加飼料)

飼料中にフィターゼを約1000単位/kg  
添加すると糞中へのリン排泄量を40%程度  
少なくすることができる。



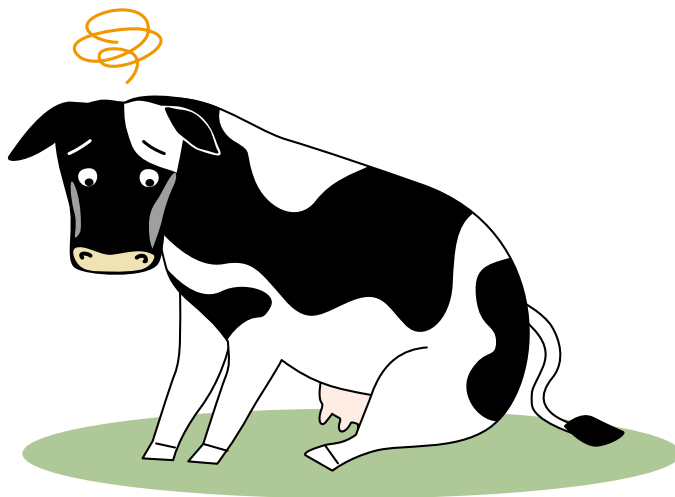


# 家畜の夏バテを防止する

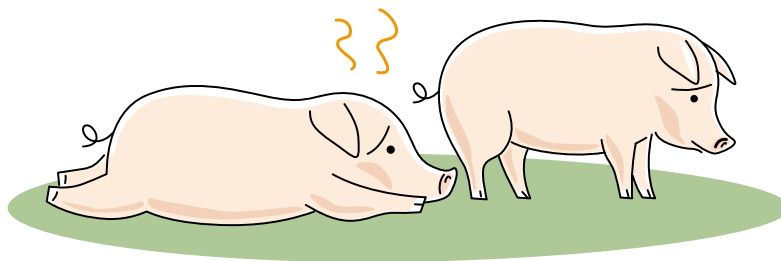
家畜も人と同じように夏バテします。人のように汗をかけないので暑さに弱いのです。湿度の影響を受けやすく、人より低い温度で暑さを感じます。夏バテになると乳の出る量が減ったり、卵を産まなくなったり、ひどいときは死んでしまいます。

## ■家畜が暑さを感じ始める温度

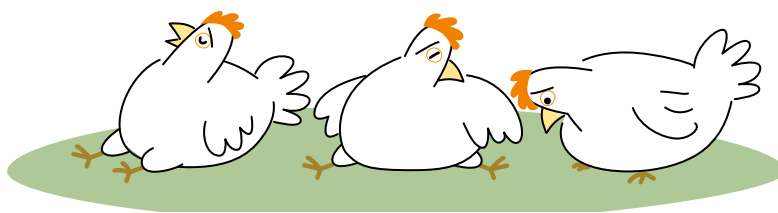
牛が  
暑さを感じ始める温度は  
約  
19°C



豚が  
暑さを感じ始める温度は  
約  
22°C



鶏が  
暑さを感じ始める温度は  
約  
26°C

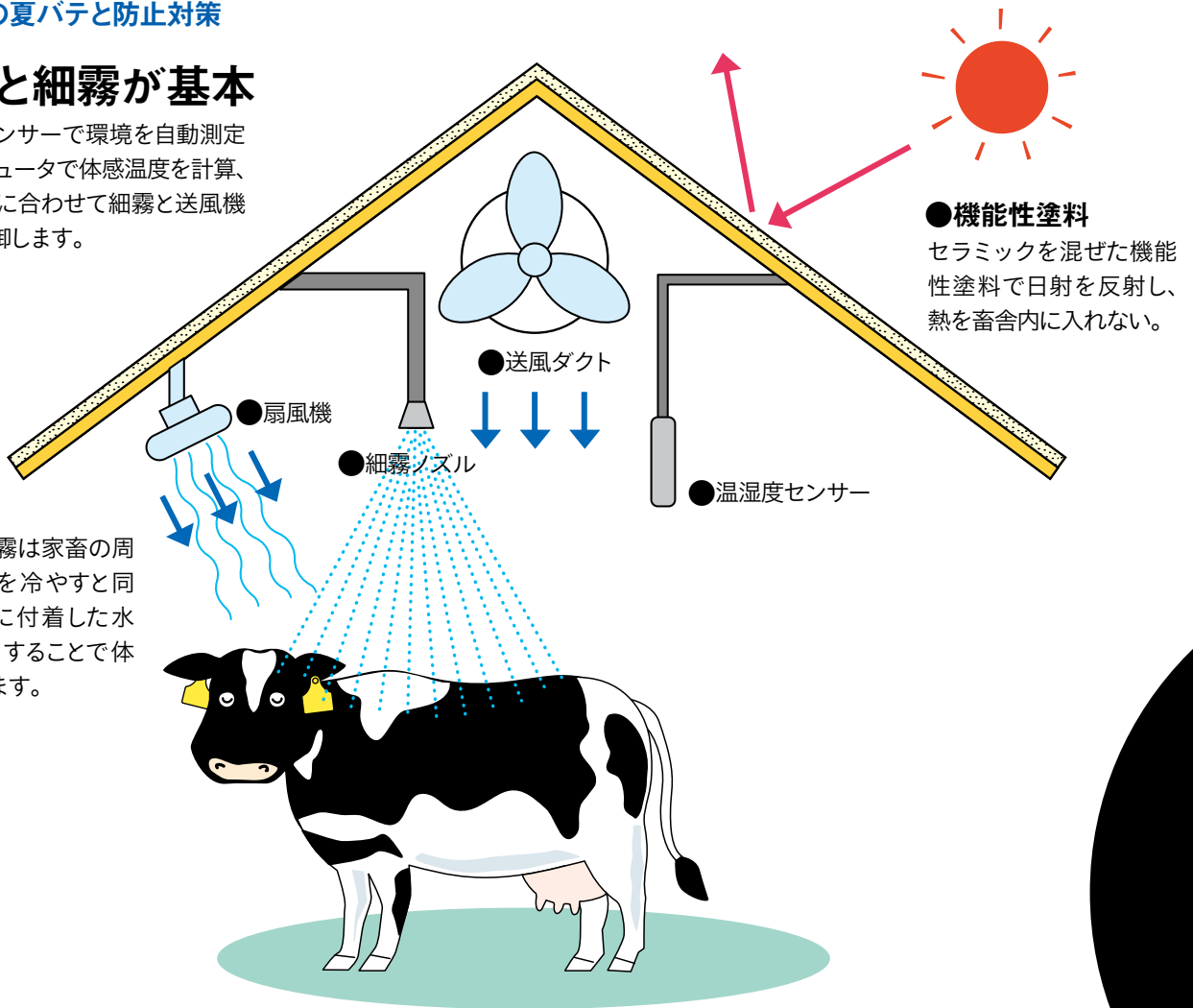


## ■家畜の夏バテと防止対策

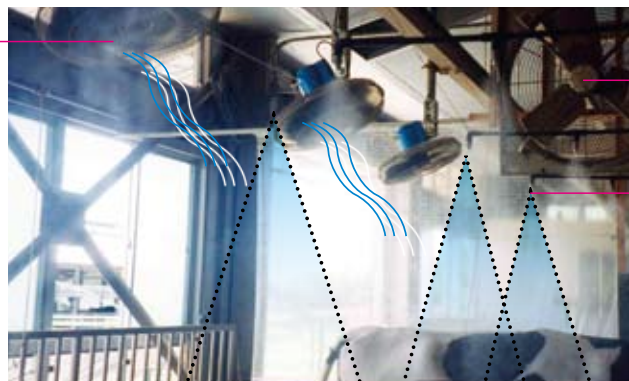
### 送風と細霧が基本

温湿度センサーで環境を自動測定し、コンピュータで体感温度を計算、体感温度に合わせて細霧と送風機を自動制御します。

送風と細霧は家畜の周りの空気を冷やすと同時に、体に付着した水滴が蒸発することで体を冷やします。



● 扇風機



● 送風ダクト

● 細霧ノズル

# 乳搾りは機械に任せる(未来の酪農場に向かって)

乳牛は乳を子牛に与えることに心地よさを感じており、搾乳はこの授乳本能を利用させてもらっている作業です。沢山の乳牛を飼う酪農家の労働を軽減し、乳牛が心地よく搾られ、さらに高品質の牛乳を効率的に生産できるように、搾乳機械の技術革新が進められています。その成果は生産の現場に取り入れられてきています。

## ■搾乳ユニット自動搬送装置

牛舎天井にレールを配置し、重い搾乳ユニットを牛のところまで自動的に運んでくれる装置です。これにより、1人の作業員で1時間に50頭を搾乳できるようになりました。



## ■ミルクングパーラ

多くの牛を同時に搾乳することの出来る搾乳専用の施設です。搾乳前に牛群を集める必要がありますが、作業員は腰をかがめる必要がなく、衛生的な環境で多頭数を能率的に搾乳することが出来ます。



## ■搾乳ロボット

乳牛が自発的に乳を搾られに来ることを利用した装置です。搾乳ボックスにやって来た乳牛に搾乳機を取り付ける作業を1日中行うことができます。乳牛が訪問し易い飼養方法やストレスの少ない搾り方の研究が進められています。





# 牛舎の中でも牛をのびのびさせる

フリーストール・ミルクパーラ方式では、搾乳牛を牛舎内につなぐことはありません。牛舎内には、1頭ずつ分かれて休息することができる清潔なストール（ベッド）が準備されています。また、エサは、24時間食べたい時間食べただけ食べられるように給与されます。ですから、牛は牛舎内を自由に歩き回りながら、エサを好きな時間に好きなだけ食べて、好きな時間に好きなだけストールで休むことができます。毎日、朝と夕方には牛乳を搾ってもらうために、牛たちがミルクパーラへ集まってきます。

## ■フリーストール式牛舎

中央部分が牛が自由に休息するベッド



## ■のんびり休憩中



## ■ミルクパーラでの搾乳風景

ミルクを搾る場所まで牛が自分で歩いてきます



## ■フリーストールでの採食風景

おいしいエサがいつもいっぱい



# 放牧は人にも牛にも優しい！

牛を牧草地に放ち、エサである牧草を好きなだけ食べさせることを放牧と言います。乳牛を牛舎の中で飼う場合には、飼料の収穫、貯蔵、給与、牛舎の清掃、排泄物の処理などの作業が必要ですが放牧ではこれらの作業が省かれますので人は楽ができます。また、新鮮な草を野外で食べることで、牛の健康にとっても良い効果が期待できます。

## ■いろいろな乳牛の放牧



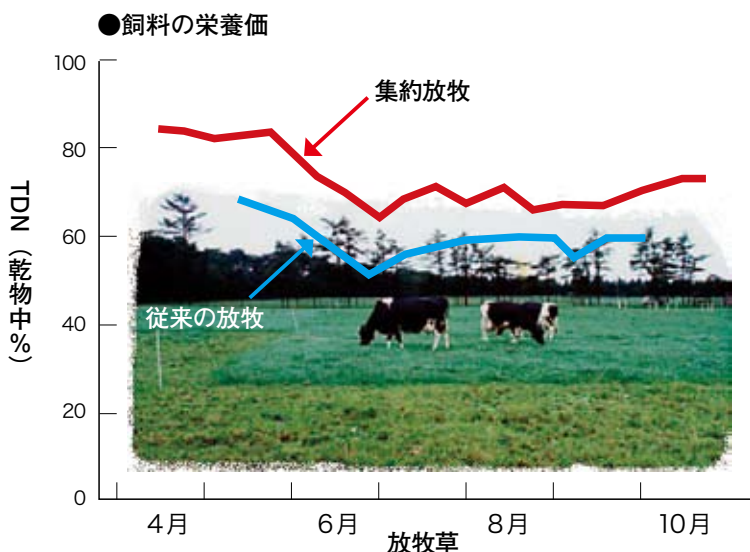
山地で、シバなどを利用して肥料を使わず行う放牧



栄養価の高い若い草を食べさせ、高い乳生産を期待する放牧

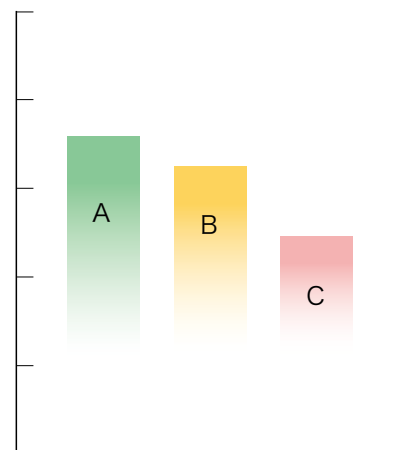
## ■栄養価の高い草を食べさせる放牧

代表的な牛の飼料であるトウモロコシや牧草は、その栄養価と収量を勘案して一時に収穫し、サイレージや乾草として貯蔵します（自給飼料）。放牧では、牧草が生長している間、新たに伸びた部分を採食させるので、貯蔵飼料よりも栄養価は高くなります。栄養価の高い若い草を食べさせるために、草地を電気牧柵で区切って1～2日単位で新しい場所に入れます。春は牧草の成長が早いために短い若い草を維持することが難しいので、刈り取って貯蔵します。このような放牧を集約放牧といいます。



TDNとは、家畜が利用できるエネルギーの単位で値が大きいほど栄養価が高い。

## ●主要な自給飼料



A：牧草のサイレージ  
B：トウモロコシのサイレージ  
C：飼料イネのサイレージ





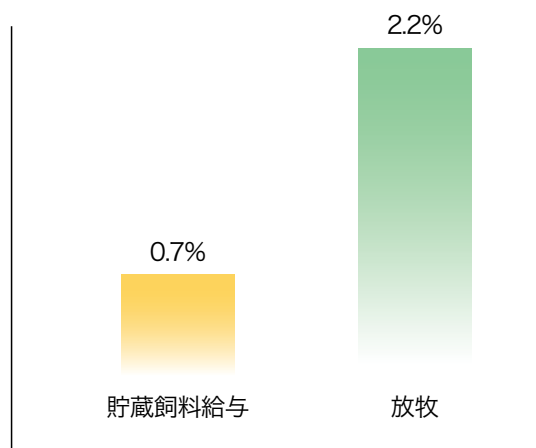
### ■ふれあい牧場

乳牛が放牧されている風景は、安らぎを与えるものです。動物に触れたり、直接エサを与えたりすることで、セラピー効果も期待されています。各地域には、「ふれあい牧場」といわれる牧場が山あいに作られていて、白黒毛色のホルスタイン種だけではなく、ジャージー種などが飼われています。



### ■放牧牛乳の特徴

放牧で生産された牛乳は、貯蔵飼料を与えた場合に比べて、ビタミンや無機質、さらに抗ガン作用があるといわれる共役リノール酸の濃度が高くなります。



牛乳脂肪酸に含まれる  
共役リノール酸の割合 (%)



# 放牧によって農村環境を守る

全国の中山間地域では、過疎化や農家の高齢化などにより、耕作されなくなった荒れ放題の畑や水田（耕作放棄地）が増えています。このような耕作放棄地は、農村景観を悪くするだけでなく、田畑を荒らす野生動物のすみ処になるなど、そこで生活する人々の生産活動や生活環境に悪影響を及ぼしています。

このような耕作放棄地を電気牧柵で囲い牛を放牧することにより、雑草や灌木がなくなり、元の農地に戻すことができ、景観も維持できるようになります。また、隠れる場所を失った野生動物は、田畑に出にくくなります。

## ■耕作放棄地放牧に必要なもの

電気牧柵と水と塩があれば、耕作放棄地放牧を始めることができます。

## ■電気牧柵について

電気牧柵の柵線には3千～7千ボルトの電気が断続的に流れていて、牛がこれに触ると感電します。牛は、この柵線に触ると感電することを学習し、柵線に近寄らなくなるので、柵の外に出ようとしなくなります。



牧柵線と支柱



水タンクと水槽、給塩台



放牧牛

出入口



太陽電池利用の電気牧柵器



耕作放棄地放牧は、その地域の状況に応じて工夫されています。  
また、その呼び名も小規模移動放牧、棚田放牧、水田放牧など様々です。

### ■小規模移動放牧

耕作放棄地が点在する場合、それぞれを電気牧柵で囲い、その間を移動しながら放牧します。

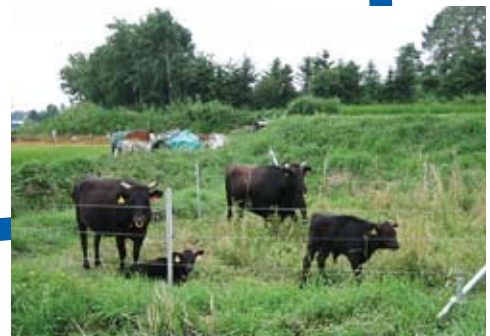
牛運搬用トレーラー



放牧地A



放牧地C



放牧地B

### ■棚田放牧、水田放牧

棚田に放牧（写真左）することや  
水田の真ん中で放牧（写真右）  
することもできます。



### ■放牧でよみがえった景観

放牧により雑草や灌木がなくなり、  
きれいな草地になりました。



雑草が生い茂っていた放牧開始時



きれいな草地に変身



# 家畜ふん尿を有機質資源としてリサイクルさせる

牛や豚や鶏の家畜ふん尿には、たくさんの肥料成分と有機物が含まれています。しかし、生のふん尿は臭気が強く、不潔で、作物に対して良い効果を及ぼすとはいえません。そこで、生ふん尿を堆肥に変える必要があります。生ふん尿を発酵させ堆肥（有機質肥料）を作り、作物に施します。堆肥を利用することによって豊かな実りがあり、家畜ふん尿を有機質資源としてリサイクルすることができ、資源循環型社会を実現することができるのです。

①

家畜のふん尿には、たくさんの肥料成分と、有機物が含まれています。



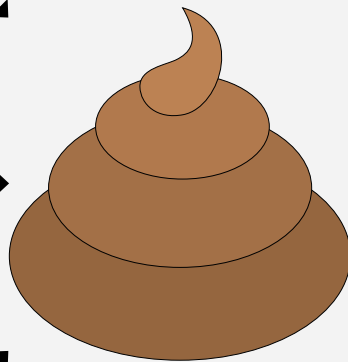
牛



豚



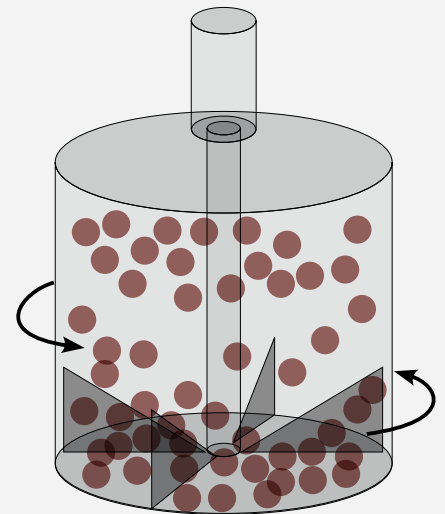
鶏



家畜ふん尿

②

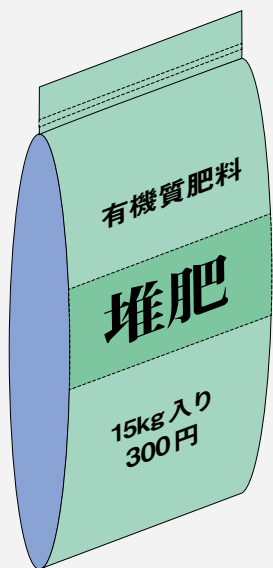
堆肥化装置を利用して、有機質肥料を作ります。



堆肥化装置

③

有機質肥料として循環  
利用しよう。



窒素として、年間約42万トンの量があります。

④

豊かな実りがあります。資  
源循環型社会の実現です。



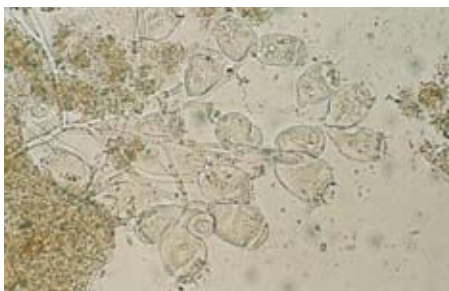
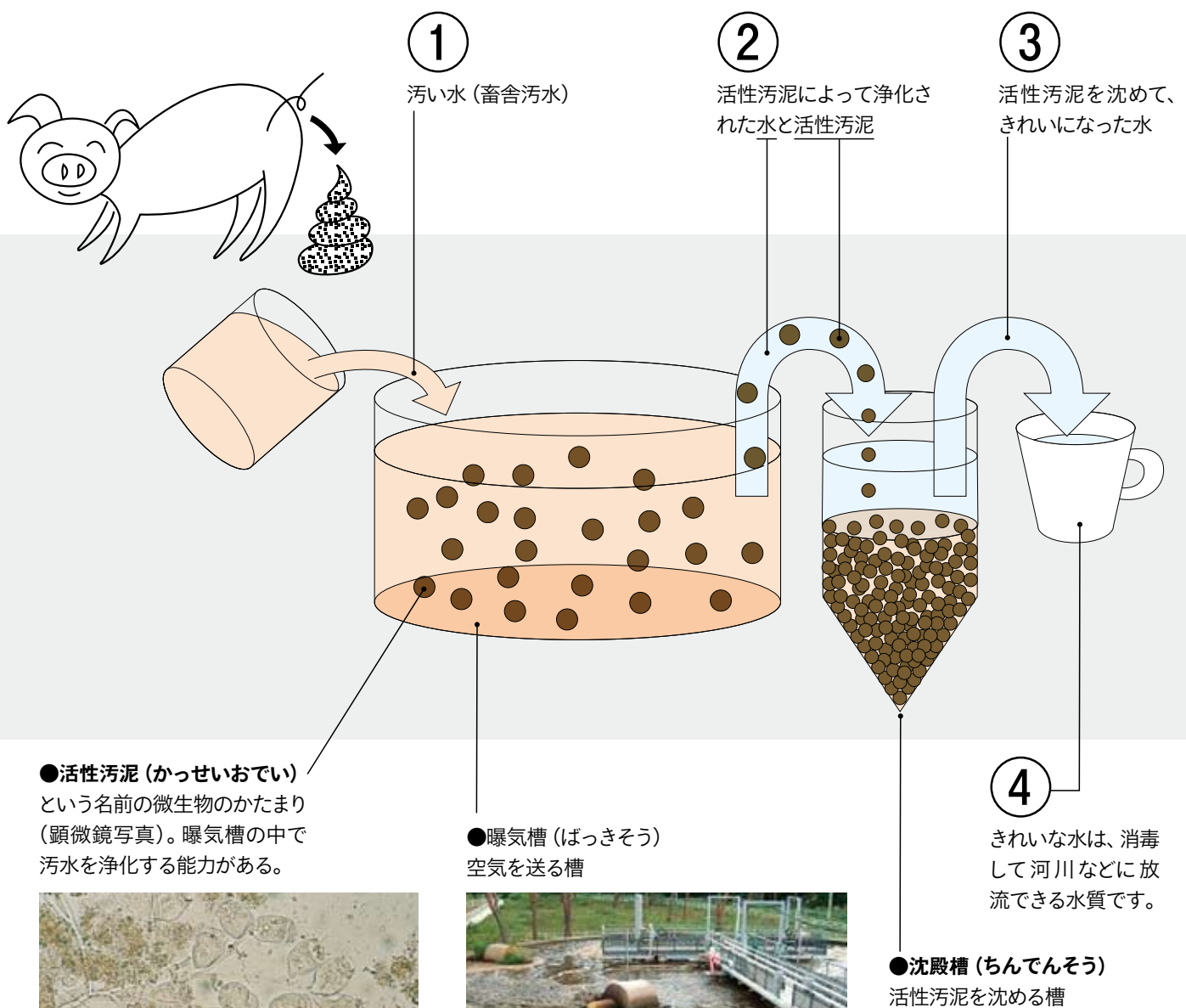


# 畜舎から出る汚水を浄化し、きれいな水にもどします

汚水を浄化するしくみは、人間の下水やし尿の浄化方法とほぼ同じです。豚から出た汚水は、曝気槽（ばっきそう）の中で、活性汚泥（かっせいおでい）という名前の微生物によって浄化されます。沈殿槽（ちんでんそう）の中で、活性汚泥は沈められ、上にきれいな水がとれます。この水は河川に放流でき、環境を汚染することはありません。

## ■汚水を浄化するしくみ

活性汚泥という微生物によって汚水を浄化する。



# 畜舎や鶏舎から出る臭気を抑える

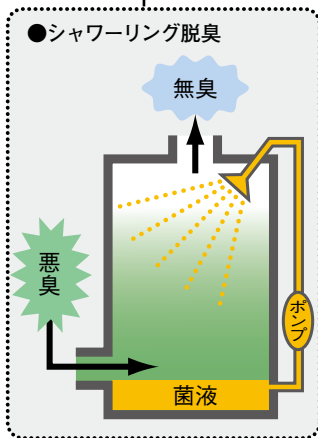
畜舎で臭気を抑えるにはこまめに清掃し、ふん尿や残飼をすみやかに舎外へ搬出します。換気を良くして空気がよどまないようにし、舎内を乾燥させます。排水を良くし、ふんと尿がなるべく混ざり合わないにします。おがくずなどの敷料も有効ですが、衛生上の注意が必要です。

舎外では搬出したふん尿等は、すみやか、かつ適正に処理を開始します。そのうえで必要に応じて、以下のような脱臭技術を導入します。

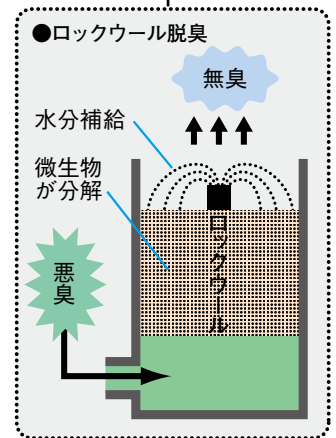
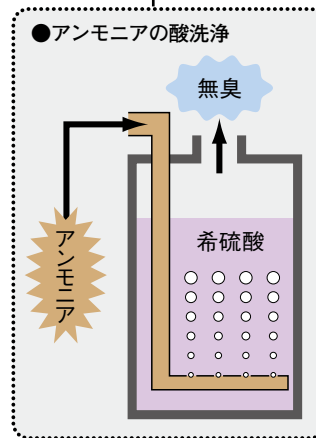
## ■まずは、こまめな掃除から



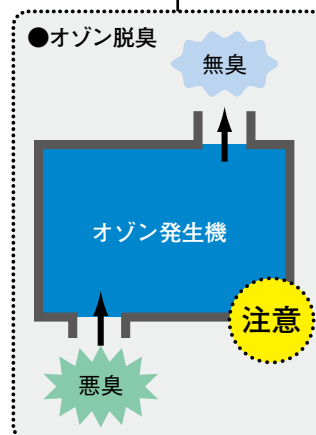
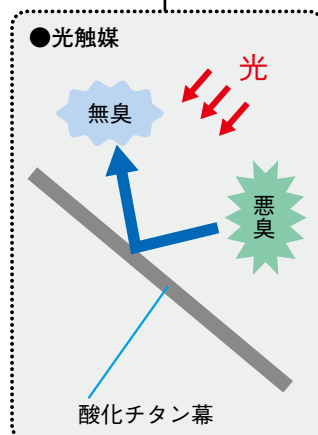
## ■密閉型畜舎では



## ■堆肥化施設では



## ■新しい技術も開発中

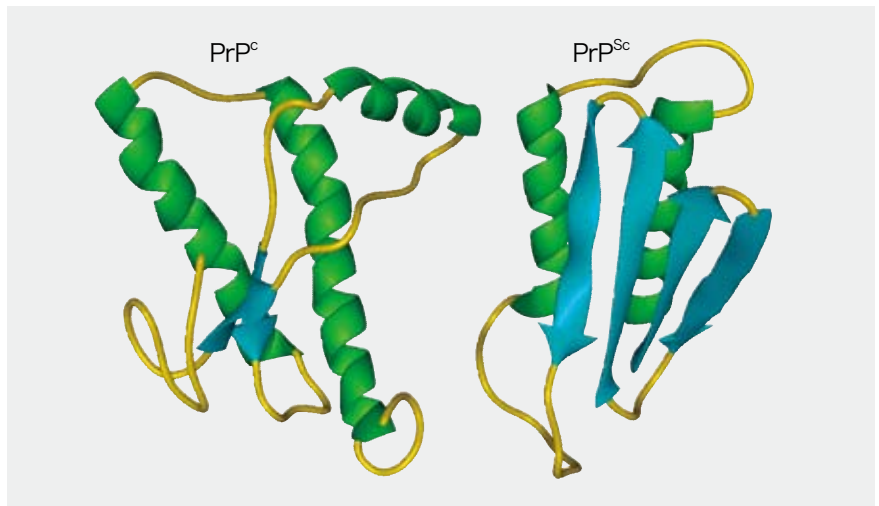


# 畜産物の安全性を確保する

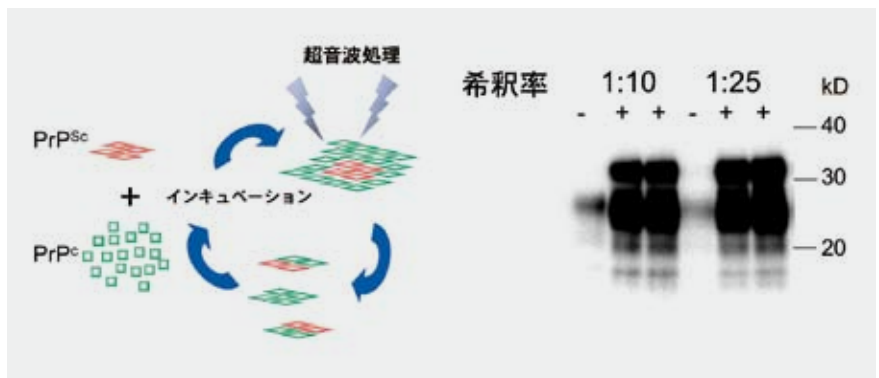
牛乳、肉、鶏卵などは、私たち人間に必要な栄養素を豊富に含む重要な食品です。これらの畜産物に、人間の健康を害する有害な化学物質や、感染症を引き起こす微生物、異常プリオンなどが含まれないようにするため、さまざまな技術が開発されています。

## ■異常プリオンの高感度検出法

牛海綿状脳症 (BSE) の診断や、肉骨粉などへの異常プリオン蛋白質混入を検査するためには、異常プリオン蛋白質を高感度で検出する方法が必要です。PMCA法という方法で異常プリオン蛋白質を増幅すると、微量な異常プリオン蛋白質でも検出できるようになります。そこで、微量な異常プリオン蛋白質を効率よく増幅するための自動増幅装置を開発しました。



正常プリオン (PrP<sup>C</sup>)、異常プリオンの模式図 (PrP<sup>Sc</sup>)



PCMA法の模式図

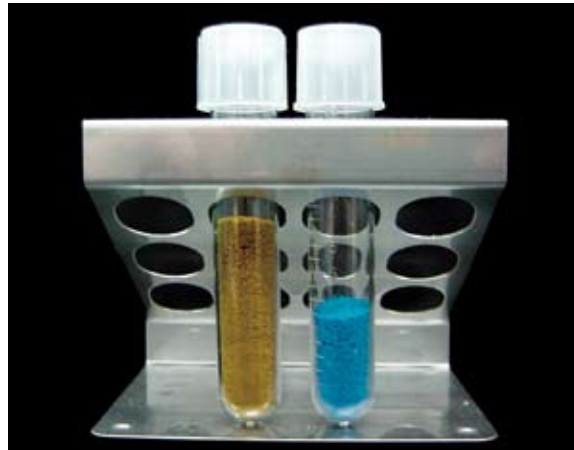


自動増幅装置



### ■異常プリオン蛋白質を無毒化する酵素

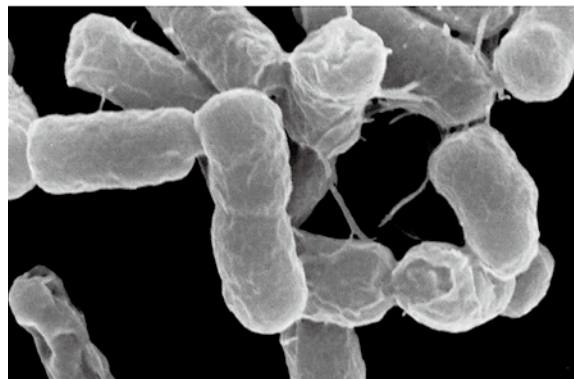
異常プリオン蛋白質は、通常の消毒処理では無毒化できず、蛋白質分解酵素でも分解できません。最近、異常プリオン蛋白質を無毒化できる酵素を見つけ出すことに成功しました。この酵素を応用すると、異常プリオン蛋白質で汚染したと畜場の器具などを効率よく消毒できるようになります。



酵素

### ■食中毒の発生を減らす

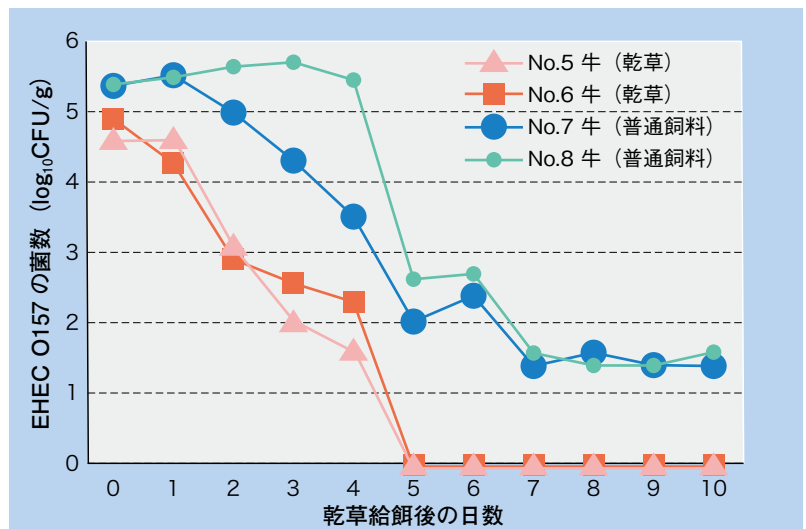
食中毒の原因となる腸管出血性大腸菌O157は、牛の腸内に生息しています。牛の腸内にいる大腸菌O157をうまく取り除ければ、牛肉の大腸菌O157汚染を防げるので、食中毒の発生を減らすことができます。



大腸菌 (O157)

### ■牛肉の汚染を防ぐ

牛に粗飼料 (乾草) だけを給与すると、牛の腸の中にある大腸菌O157が糞に出てこなくなることが分かりました。したがって、と畜場に出荷する数日前から牛に乾草だけを給与すれば、大腸菌O157の糞への排泄が減少し、牛肉の汚染を防ぐことが出来ます。



糞への大腸菌 (O157) の排泄量の推移

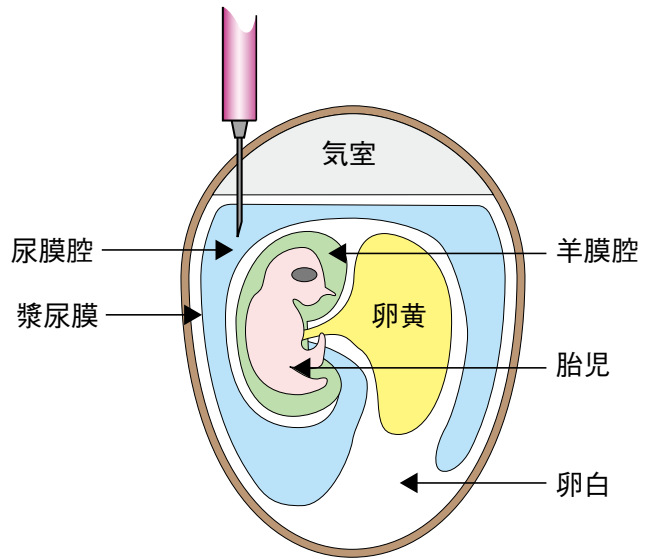
# 家畜伝染病の国内蔓延を防止する

高病原性鳥インフルエンザのような清浄国を維持すべき重要家畜伝染病に対しては、国は発生国からの感受性家畜および畜産物の輸入禁止等の侵入防止策をとると共に、通常から伝染病が侵入していないかどうかの監視を行っています。もし侵入した場合には、早期に発見し、感染家畜を殺処分するなどの防疫措置により発生農場から病原体を消滅させ、伝染病の国内蔓延を防止することが大切です。伝染病の監視や発見には、精度の高い病原体検出技術と抗体検出技術が開発・応用されています。

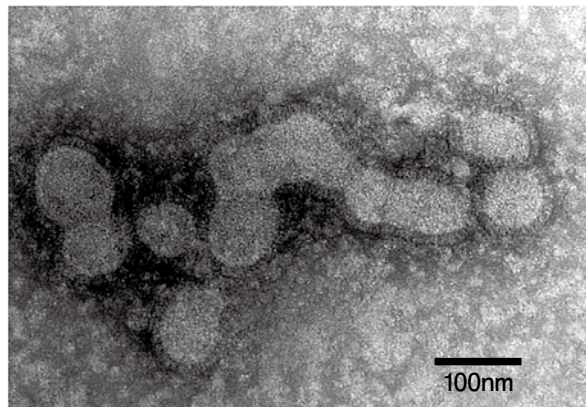
重要家畜伝染病の発生に備えて、国は「特定家畜伝染病防疫指針」を発行し、その中で伝染病の診断法、蔓延を防止するための措置法等を定めています。



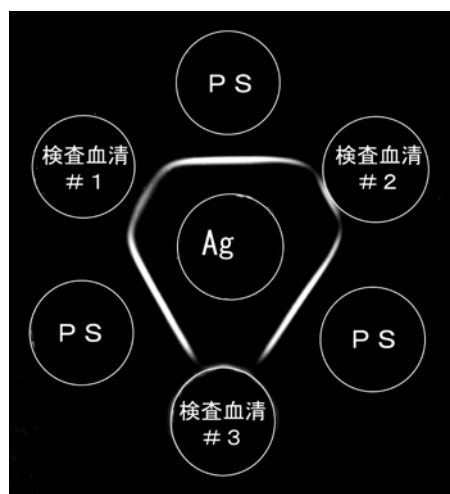
鳥インフルエンザウイルスの分離は発育鶏卵に検査試料を接種して行います。



鳥インフルエンザウイルス電子顕微鏡写真です。ウイルス粒子はエンベロープという膜で被われ、消毒薬や熱に比較的弱く、70℃の加熱で完全に死滅します。



鳥インフルエンザの抗体検査には、寒天ゲル内沈降反応が用いられています。陽性血清(PS)と検査血清の沈降線がつながった場合(#1および#2)を抗体陽性、沈降線がない場合(#3)を陰性と判定します。



鳥インフルエンザ抗体検査には、赤血球凝集抑制試験も用いられています。本法は特定の流行株の感染状況を調査する場合に使用されます。



高病原性鳥インフルエンザの発生が発見された場合は、いち早く農場から病原体を消滅させるため、農場内全ての感受性家きんを殺処分し、埋却、焼却または発酵消毒します。さらに動物舎の消毒を徹底します。





---

## やさしい畜産技術の話

発行日 ————— 2005年3月31日

編集・発行 ————— 社団法人 畜産技術協会  
〒113-0034 東京都文京区湯島3丁目20-9 緬羊会館内  
TEL : 03-3836-2301 (代) FAX : 03-3836-2302  
ホームページ <http://jlta.lin.go.jp/>  
E-mail : [info@jlta.lin.go.jp/](mailto:info@jlta.lin.go.jp/)

制作 ————— 社団法人 日本農村情報システム協会  
東京都豊島区東池袋3-1-1 サンシャイン60ビル56階  
TEL : 03-5985-5582 FAX : 03-5992-2263

デザイン ————— T-room.inc

イラストレーション ——— 藤山秀子

印刷所 ————— 株式会社 東京印書館

---

---

●執筆者

赤木悟史 高橋博人  
池口厚男 手島茂樹  
池田哲也 野寺 厚  
市戸万丈 榎村恭子  
犬丸茂樹 羽賀清典  
岩村祥吉 長谷川三喜  
永西 修 平野 真  
川島知之 松尾守展  
菅野 勉 水野和彦  
柳引史郎 宮崎 茂  
下司雅也 山口成夫  
佐々木修 山田明央  
塩谷 繁 吉田宣夫  
重田一人 代永道裕  
進藤和政 渡邊伸也  
高田良三 渡邊敏夫  
高橋繁男

●編集委員

小川増弘  
小野寺聖  
柏崎 守  
塩谷康生  
島田和宏  
高橋博人  
寺田文典  
羽賀清典  
針生程吉  
松川 正

●写真提供

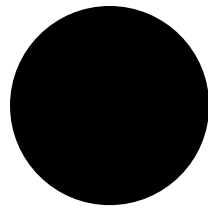
北海道立畜産試験場  
岩手県農業研究センター畜産研究所  
千葉県畜産総合研究センター  
長野県畜産試験場  
岐阜県畜産研究所  
熊本県農業研究センター畜産研究所  
(独) 農業・生物系特定産業技術研究機構  
(畜産草地研究所、動物衛生研究所、  
東北農業研究センター)  
(独) 家畜改良センター  
(社) 家畜改良事業団  
(社) 日本ホルスタイン登録協会  
(社) 畜産技術協会附属動物遺伝研究所  
(社) 日本種鶏孵卵協会  
(社) 日本養豚協会  
(株) 全農畜産サービス  
(株) ミック  
(有) アニテック

---









## 社団法人 畜産技術協会

〒113-0034 東京都文京区湯島3丁目20-9 緬羊会館内  
TEL:03-3836-2301(代) FAX:03-3836-2302  
ホームページ <http://jita.lin.go.jp/>  
E-mail [info@jita.lin.go.jp/](mailto:info@jita.lin.go.jp/)

