

クローン家畜に関するQ & A集

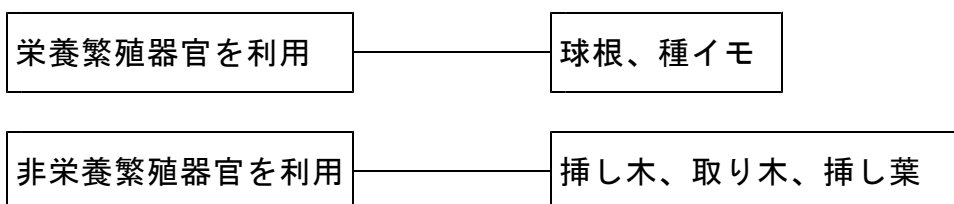
クローン技術全般について

(Q)「クローン技術」とは、どういう技術ですか。

(答)

- クローン技術とは遺伝的に同一な個体を作成する技術です。この技術は農作物（植物）については品質のそろった野菜や花を作るために古くから使われてきました。
例えば、チューリップの球根、馬鈴薯の種イモ、アジサイの挿し木による増殖などがあります。これらの植物体は、遺伝的には親とすべて同じ性質を持っているクローンです。

農業生産における植物のクローン技術の利用



- これに対して、家畜などの動物では、体の細胞や組織から直接新しい個体を作ることは現在の技術ではできません。このため、クローンを作りたい個体の細胞を、未受精卵の核を取り除いたものと融合する方法で、遺伝的に同一なクローンを作成する技術が開発されてきました。クローン家畜の作成方法については次の問で説明します。

(Q) クローン家畜はどのように作られるのですか。

(答)

- 1 家畜などの動物では、体の細胞や組織から直接新しい個体を作ることは現在の技術ではできません。このため、細胞の核を、未受精卵の核を取り除いたものに移植します。これを通常の受精卵と同じように仮親のお腹の中で育て、産ませます。具体的には次のような手順で作ります。
 - (1) クローンを作りたい個体から、細胞（ドナー（供核）細胞と呼びます）を採ります。
 - (2) これとは別に、未受精卵を用意し、核を取り除きます（核を取り除いた卵子をレシピエント卵子と呼びます）。
 - (3) ドナー細胞をレシピエント卵子の中に入れ、電気的な刺激で融合します。このようにして作成したものを、クローン胚といいます。
 - (4) クローン胚の細胞分裂を誘発させ、約1週間後に仮親の子宮へ移植、受胎させ、子を産ませます。

このクローン技術には、どこからドナー細胞を採るかによって2つの方法があります。

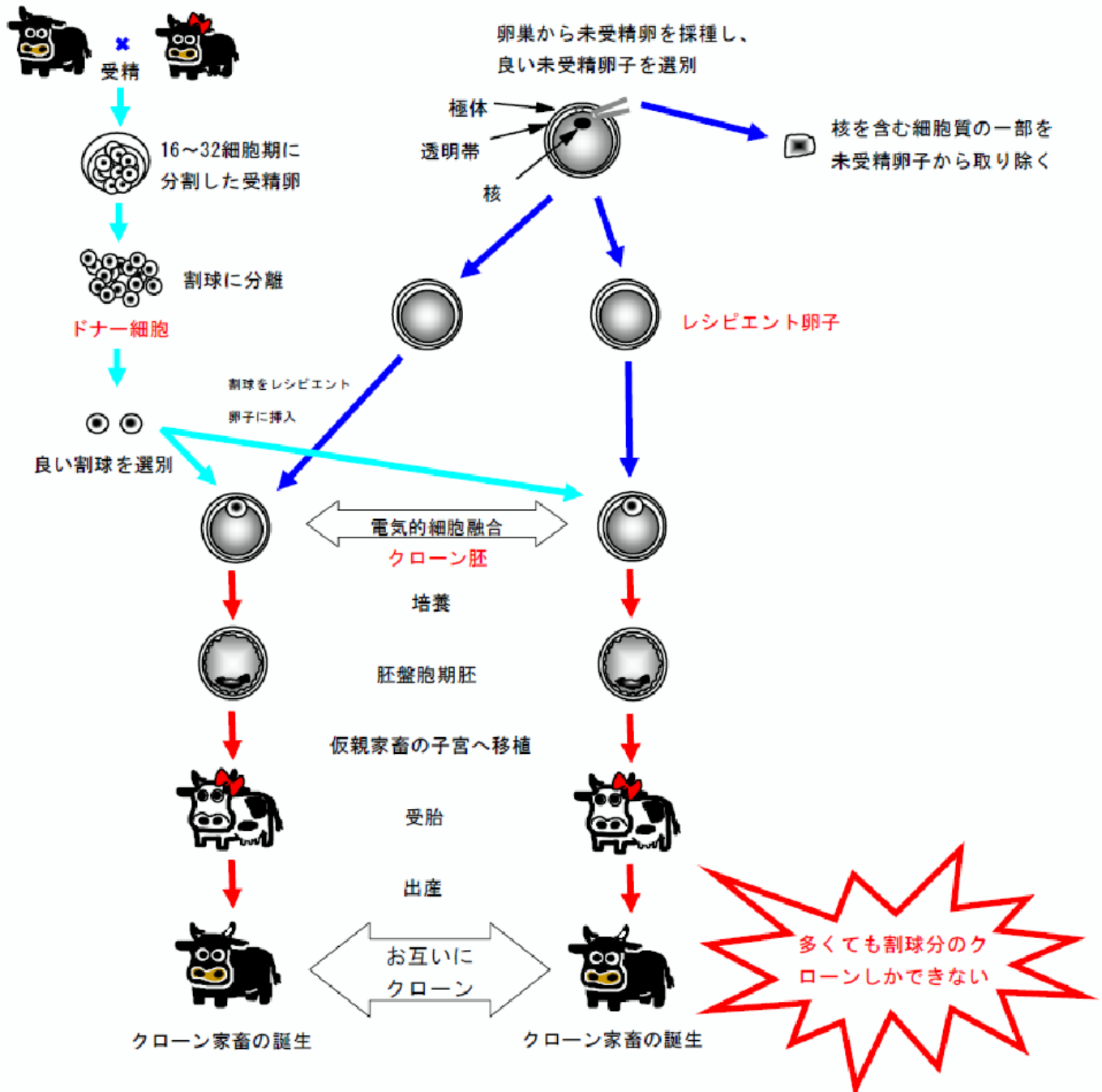
【受精卵クローン家畜】

受精後発生初期の胚（精子と卵子が受精した受精卵が、その後細胞分裂を続けていく初期の段階）をドナー細胞として用いる方法です。

16～32細胞に細胞分裂した状態の胚を一つ一つの細胞（割球）に分け、それぞれレシピエント卵子に核移植・細胞融合し、クローン胚をつくります。できたクローン胚を仮親に受胎させて生まれてきたのが受精卵クローン家畜です。

生まれてきた子同士は遺伝的に同一で、いわば、人工的に一卵性双子や三つ子を産ませる技術と言えます。

◎受精卵クローン家畜の作製の過程



◎受精卵クローン家畜の特徴

ドナー細胞の由来	ドナー細胞数	クローン家畜の性	遺伝的形質
受精卵	有限	産み分けはできない	受精卵の両親の遺伝的形質を受け継ぐ(通常の繁殖と同じ)

【体細胞クローン家畜】

クローンを作りたい個体の皮膚や筋肉などの細胞を培養してドナー細胞として用いる方法です。雄と雌との受精を経ないという点に大きな特徴があります。

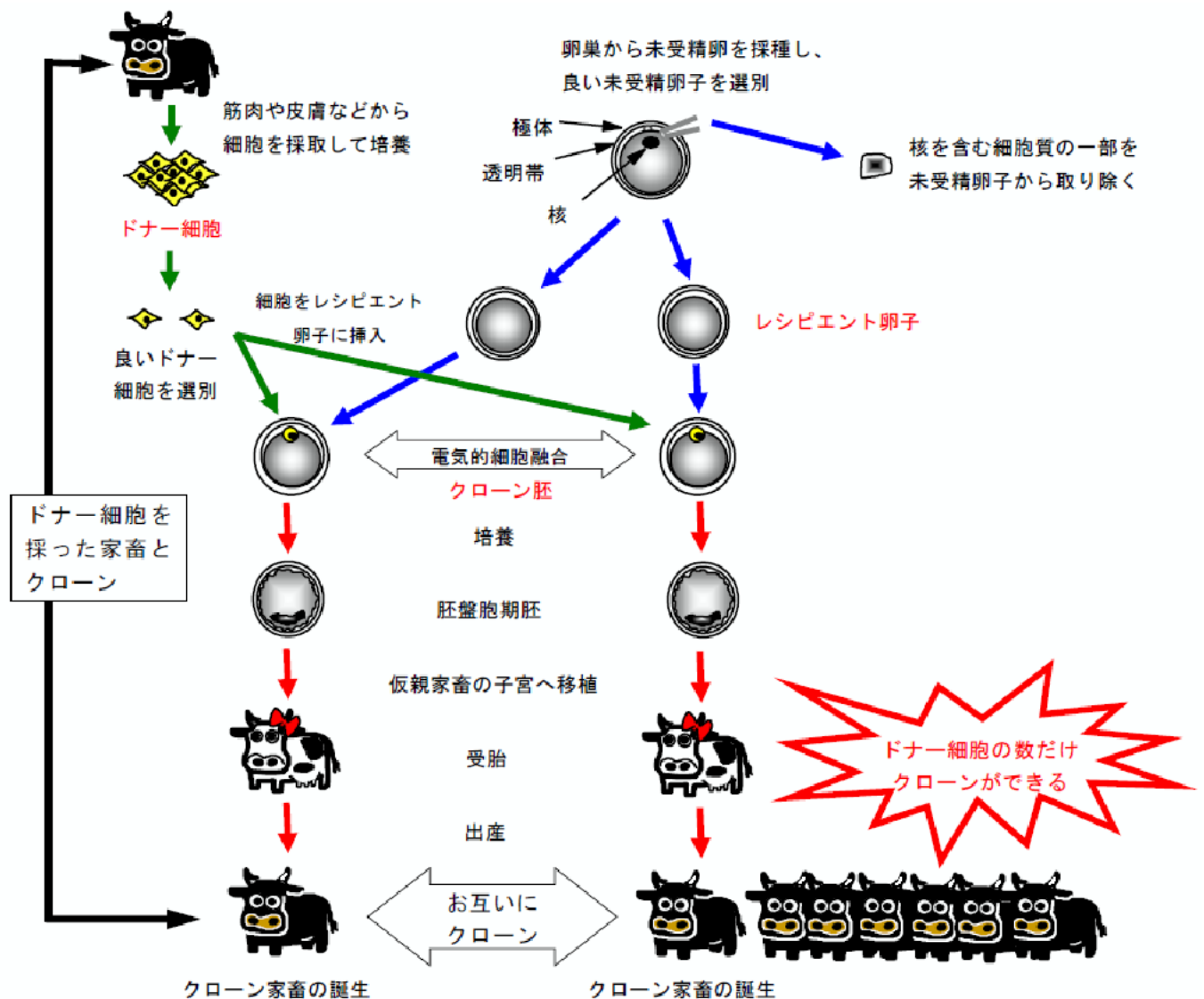
培養したドナー細胞をレシピエント卵子に核移植・細胞融合し、クローン胚を作ります。できたクローン胚を仮親に受胎させるて、生まれてきたのが体細胞クローン家畜です。

生まれてきた子同士は遺伝的に同一です。また、ドナー細胞を採った個体とも遺伝的に同一です。

体細胞クローン家畜は、体細胞を用いますので、一つの個体から、クローンを作りたいだけドナー細胞を採りクローンを作成することができます。さらに、こうしてできた体細胞クローン家畜からドナー細胞を採って、同じように体細胞クローン家畜を作成すれば、これも最初に細胞を採った個体と遺伝的に同一です。

このように体細胞クローン技術を用いると理論上は無限にクローンを作成することが可能です。

◎体細胞クローン家畜の作製の過程



◎体細胞クローン家畜の特徴

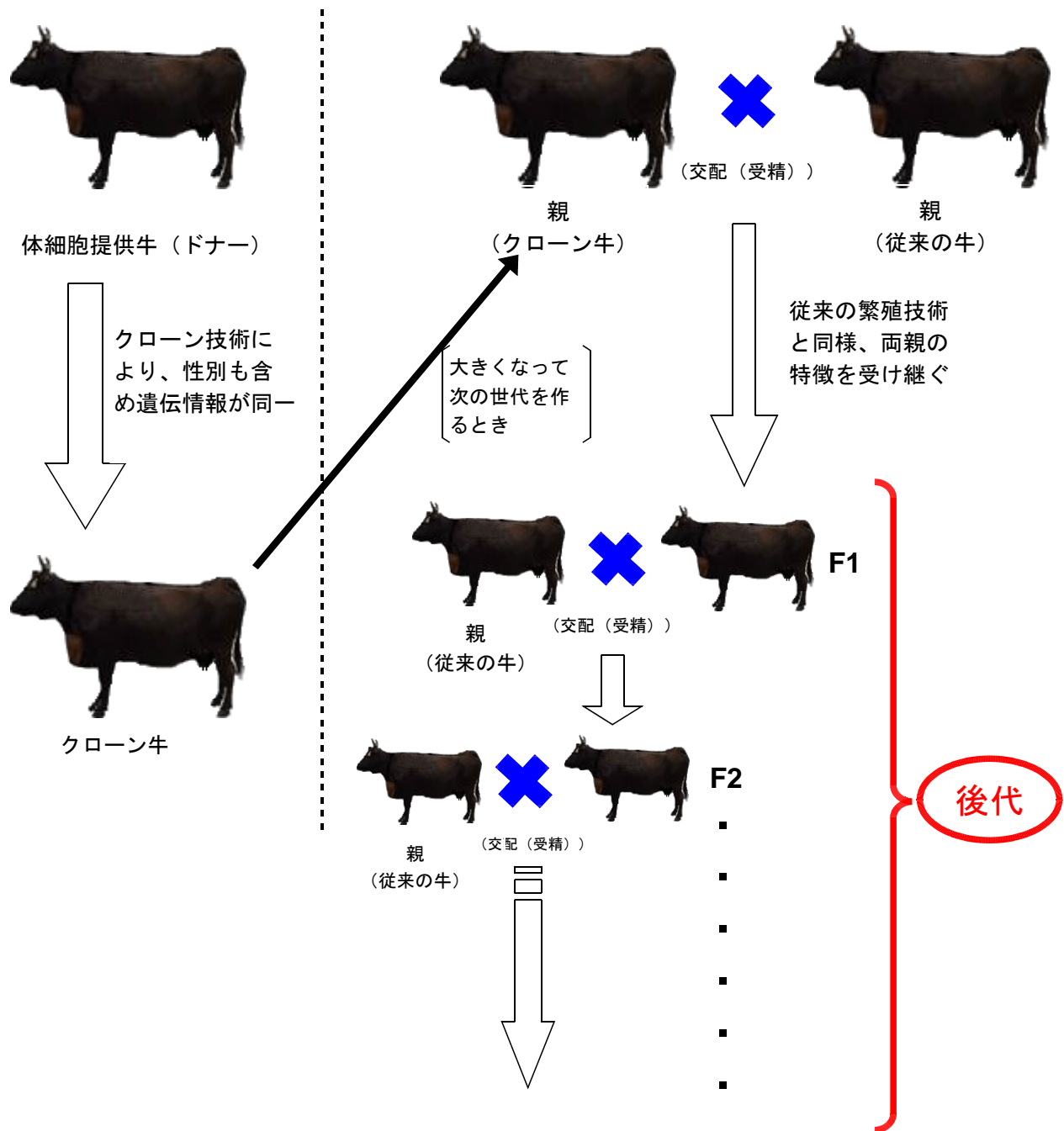
ドナー細胞の由来	ドナー細胞数	クローン家畜の性	遺伝的形質
体細胞(皮膚・筋肉等)	無限	ドナー細胞提供個体の性	細胞提供個体の遺伝的形質と同一

(Q) クローン家畜の後代とは何ですか。

(答)

- クローン家畜と従来の家畜、あるいはクローン家畜同士を親として交配することによって生まれた子孫です。後代自身はクローン家畜ではなく、両親の遺伝形質を受け継いでいます。

【後代とは】



(Q) 家畜にクローン技術を用いることに対して倫理上の問題はないのですか。

(答)

- 1 クローン技術については、内閣総理大臣の諮問機関である科学技術会議において今後の研究の進め方等について議論され、平成9年8月13日に決定された「ライフサイエンスに関する研究開発基本計画」において、「動物のクローン個体の作製は、畜産、科学研究、希少種の保護等において、大きな意義を有する一方で人間の倫理の問題等に直接触れるものではないことから、情報公開を進めつつ適宜推進する」という基本的な方針が出されました。
農林水産省としてもこの方針に基づき、適宜、プレスリリース、インターネット等で研究についての情報を公開しながら、クローン家畜の研究を行っているところです。
- 2 さらに、試験研究の推進に当たっては、「動物の愛護及び管理に関する法律」に基づき、科学的観点と動物愛護の観点を両立させ、動物実験の適正な実施を図っているところです。
- 3 なお、人のクローン胚を人又は動物の胎内に移植することは、「ヒトに関するクローン技術等の規制に関する法律（平成12年12月6日法律第146号）」によって禁止されています。

ライフサイエンスに関する研究開発基本計画（一部抜粋）

（平成9年8月13日 内閣総理大臣決定）

第五章 ライフサイエンスと人間・社会・自然との調和

2. 人間・社会・自然との接点の考察

最近のライフサイエンス研究開発の急速な進展により、ライフサイエンスと人間・社会との接点において新たに生じた人間の尊厳や倫理、個人の遺伝子情報の保護等の問題も拡大しつつある。このような問題は、人類社会全体に大きな影響を与える可能性を内包しており、ライフサイエンスの研究開発を進める上で、十分な検討が必要である。

〔中略〕

このうち、核移植等の技術を用いて生物個体等を作製する技術、いわゆるクローン技術、については、最近の技術的進展によりヒト個体の作製への適用の可能性も視野に入りつつあり、その使用について種々の観点からの議論が起こっている。

〔中略〕

同技術を用いた畜産動物、医学実験用動物、絶滅直前の希少動物等の動物のクローン個体の作製や個体を産み出さないヒト細胞の培養等については、畜産、科学研究、希少種の保護、医薬品の製造等において大きな意義を有する一方で、人間の倫理の問題等に直接触れるものでないことから適宜推進することとすべきである。ただし、その際でも、ほ乳類のクローン個体の作製については、情報の公開を進めつつ行うことが必要である。

〔以下略〕

体細胞クローン家畜について

(研究)

(Q) 我が国では体細胞クローン家畜の研究は何を目的に、どこで行われているのですか。

(答)

- 1 平成 10 年に体細胞クローン牛の作出に初めて成功されて以来、各研究機関で体細胞クローン牛の作成が行われてきました。
畜産分野では引き続き、種雄牛の能力検定等への応用を目指して、体細胞クローン牛の生産率を改善する等の研究を実施しています。
また、最近では、遺伝子組換え技術と体細胞クローン技術の組み合わせにより、免疫機能が欠損した実験用豚の生産等、医療用モデル家畜の研究が進められています。
- 2 体細胞クローン家畜の研究は、独立行政法人、都道府県などの試験研究機関で実施されていますが、(独) 農業・食品産業技術総合研究機構畜産草地研究所、(独) 家畜改良センター及び都道府県試験研究機関等はクローン牛の生産率の改善等に関する研究を、(独) 農業生物資源研究所は、主に医療用モデル家畜の研究を実施しています。

○ 体細胞クローン家畜研究を実施している試験・研究機関一覧

(牛)

試験・研究機関等名
(独立行政法人関係) 農業・食品産業技術総合研究機構 家畜改良センター
(都道府県関係) 北海道立畜産試験場 茨城県畜産センター 栃木県酪農試験場 岐阜県畜産研究所 鹿児島県肉用牛改良研究所
(大学等) 東京大学 岩手大学

(豚)

試験・研究機関等名
(独立行政法人関係) 農業生物資源研究所
(都道府県関係) 静岡県畜産技術研究所中小家畜研究センター
(大学等) 明治大学 名古屋大学 全農飼料畜産中央研究所種豚開発センター

(山羊)

試験・研究機関等名
(独立行政法人関係) 農業生物資源研究所

資料：農林水産省調べ（平成21年9月30日現在）

※体細胞クローン家畜を飼養しているだけでなく、体細胞クローン家畜に関する研究について予算措置を行っている試験・研究機関

(Q) 畜産分野での体細胞クローン技術は将来どのようなことに役立つのですか。

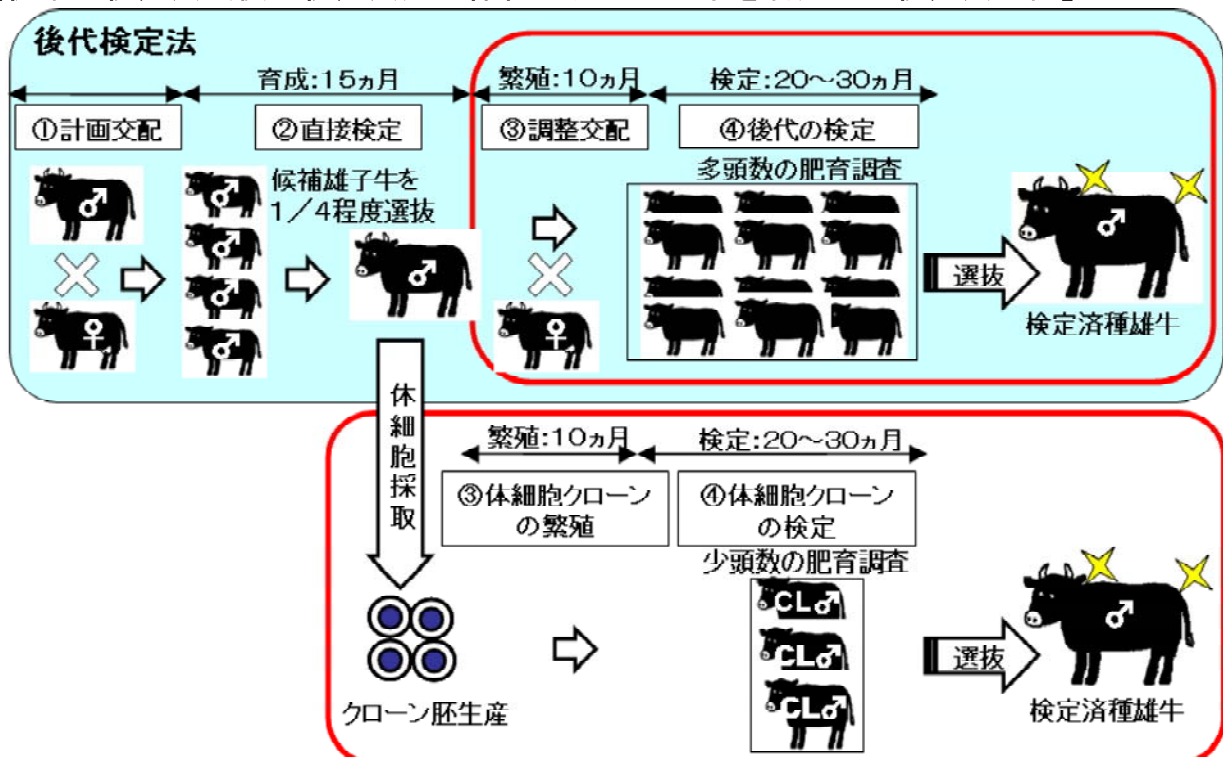
(答)

1 家畜分野での体細胞クローン技術の利用については、肉用牛改良のための種畜選抜への利用が考えられています。

従来の後代検定法は、候補種畜の後代(子)家畜を生産し、その後代家畜の成績により候補種畜を選抜する方法です。

この方法は多くの後代家畜が必要ですが、下図の例のように、体細胞クローン技術を用いれば、少数のクローン家畜で正確度の高い検定が可能となり、労力やコストの低減を図ることが期待されます。

【従来の検定法(後代検定法)と体細胞クローン牛を利用した検定法の例】



(独) 家畜改良センター作成

なお、体細胞クローン技術の畜産分野での利用法については、「家畜改良における牛体細胞クローン技術の活用のあり方について」がまとめられています。

(URL : http://www.nlbc.go.jp/g_kairyo/zousyoku/crorn.asp)

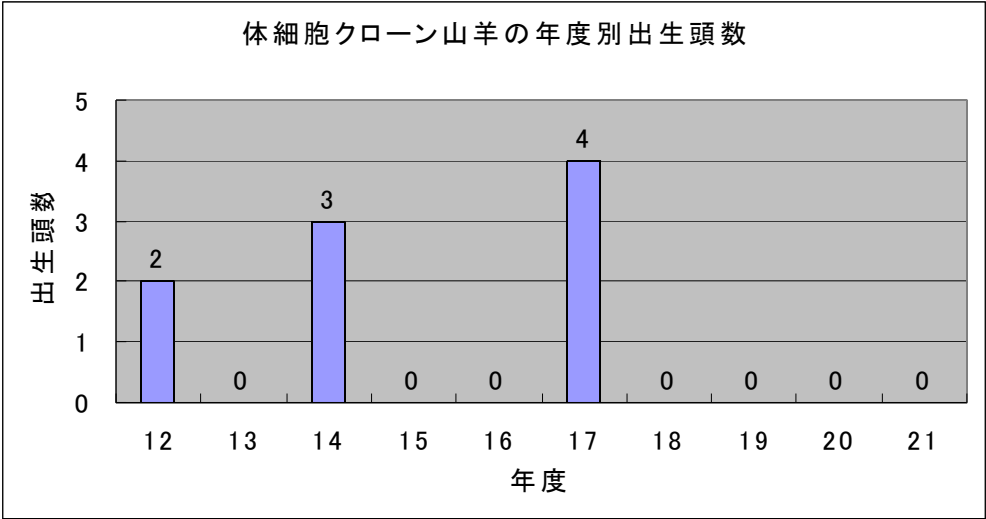
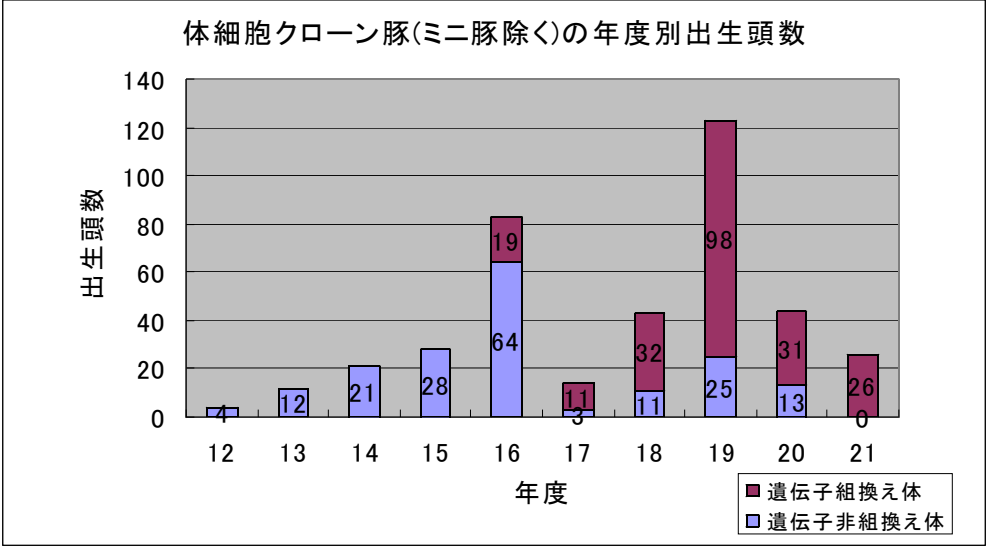
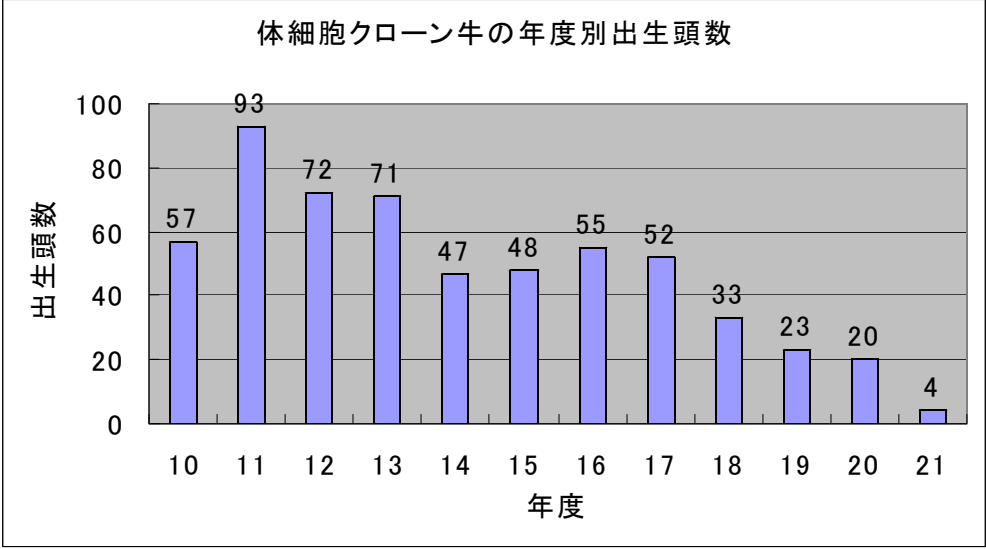
(生産・流通)

(Q) 体細胞クローン家畜は我が国でどれくらい生産されていますか。

(答)

- 1 体細胞クローン牛は、石川県畜産総合センターにおいて平成10年に世界で初めて誕生して以来、国内で575頭が誕生しましたが(平成21年9月30日現在)、いずれも試験研究を行っている機関で生まれたもので、一般の畜産農家等では生産されていません。そのうち66頭が現在、試験研究機関で飼養されています(同)。
- 2 また、体細胞クローン豚(ミニ豚は除く。)は398頭、体細胞クローン山羊は9頭誕生していますが(平成21年9月30日現在)、いずれも、試験研究機関等で研究用に生産されたもので、一般の畜産農家等では生産されていません。そのうち、豚34頭、山羊2頭が現在、試験研究機関で飼養されています(同)。

※詳細については、農林水産省HPに掲載されている「家畜クローン研究の現状について」を参照下さい。(URL : <http://www.s.affrc.go.jp/docs/clone/index.htm>)



資料：農林水産省調べ
(平成21年度は平成21年9月末現在)

(Q) なぜ体細胞クローン家畜は一般の畜産農家で飼養されていないのですか。

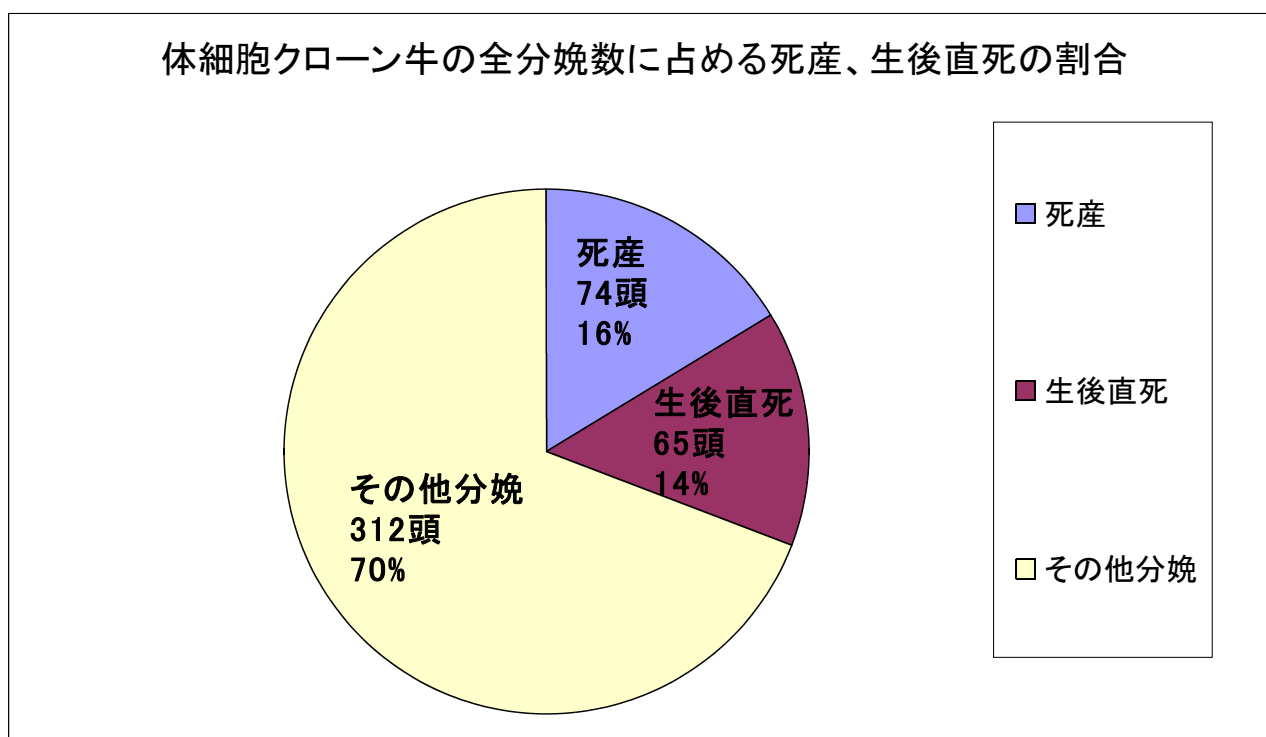
(答)

- 1 体細胞クローン技術は高度な技術であることから、取り組むことのできる機関は限られております。また、死産率や生後直死率が高いなど改善の余地が多く、研究段階にある技術であることから、一般の畜産農家では使用されていません。
- 2 なお、搾乳牛や肥育牛への利用については、受精卵移植に匹敵する水準まで生産率（クローン胚を移植した仮親の頭数に対し、その仮親から生まれ、6ヶ月以上生存した仔牛の頭数）が上がらない限り、非常に生産コストが高くなることから、想定し難いと考えられます。当面は種雄牛の能力検定への活用や各種研究への利用を目指して、生産率を改善する等の研究が行われているところです。

(Q) 体細胞クローン家畜の死産率や生後直死率はなぜ高いのですか。

(答)

- 1 例えば、体細胞クローン牛の死産率や生後直死率（分娩後、まもなく（概ね24時間以内）に死亡する割合）は、一般の繁殖牛の約5%、約2%に比べて高くなっており、約16%、約14%となっています。
- 2 この原因は、ドナー細胞とレシピエント卵子を融合して作成したクローン胚の中に、様々な組織の細胞を形成し、一つの動物個体になる能力（これを全能性といいます）を獲得できなかったものがあり、これらが流産、死産・生後直死及び若齢期の死亡につながっていると考えられています。
- 3 したがって、現在、試験研究機関において、死産率や生後直死率の改善のための研究が進められています。



資料：体細胞クローン牛、後代牛の健全性ならびに生産物性状に関する国内調査報告書（平成20年3月）

(Q) 我が国で生産された体細胞クローン家畜及びその後代の肉や生乳・乳製品は一般に流通していますか。

(答)

- 1 試験研究機関で研究に用いられた体細胞クローン家畜やその後代の肉や生乳等については、出荷が自粛されており、一般には流通されていません。
- 2 平成21年6月に公表された食品安全委員会の評価において、「体細胞クローン牛及び豚並びにそれらの後代に由来する肉や生乳・乳製品は、これまでの繁殖技術で生まれた牛及び豚に由来する肉や生乳・乳製品と同等に安全である」とされましたが、食品安全委員会が行ったパブリックコメントでは、これらの食品に慎重又は否定的な意見も多く寄せられました。
- 3 一方で、体細胞クローン技術については、現行の技術水準では、生産率が低いなど技術的に改善の余地が多く、商業生産の利用が見込める状況ではありません。このような状況の中で、試験研究に供した体細胞クローン家畜の肉や生乳・乳製品が市場に流通すると、混乱を招くものと思われます。
- 4 このため、平成21年8月に、農林水産省はクローン研究機関等に対して、体細胞クローン家畜及びその後代の生産物（肉、生乳、精液、受精卵等）について、研究目的に使用した後に、研究機関内において、焼却、埋却等適切に処分するよう通知しました。

(安全性)

(Q) 体細胞クローン家畜やその後代由来の生産物を食べても安全ですか。

(答)

- 1 厚生労働省は、平成20年4月に食品安全委員会に「体細胞クローン技術を用いて産出された牛及び豚並びにそれらの後代に由来する食品の安全性」について、食品健康影響評価を依頼しました。
- 2 この依頼を受け、食品安全委員会において審議が進められ、平成21年6月の食品安全委員会で、以下のこと等を理由として「従来の繁殖技術による牛及び豚に由来する食品と比較して、同等の安全性を有すると考えられる」との評価書を取りまとめています。
 - －体細胞クローン家畜は、ドナー動物と核内のDNAの塩基配列が理論的に同一であるため、新規の生体物質が産生されるものではない。
 - －体細胞クローン家畜に由来する食品（肉、乳）について、従来の食品と比較し、栄養成分、各種の動物試験等について安全上問題となる差異は認められなかった。
- 3 これを受けて厚生労働省は、食品の安全性の確保を通じた国民の健康の保護を目的とする食品衛生法では規制する必要はないとの判断をしています。

(Q) 海外における体細胞クローン家畜の利用や安全性の評価の状況はどうなっていますか。

(答)

【米国】

米国食品医薬品庁（FDA）は、平成 20 年 1 月に、「牛、豚、山羊の体細胞クローン動物由来の食品及び体細胞クローンの後代由来の食品は、従来の方法で繁殖された家畜に由来する食品と同様に安全である」とするリスク評価結果を公表しました。

なお、米国農務省（USDA）は、米国内で生存する体細胞クローン動物は約 600 頭であり（平成 20 年 1 月現在）、大半が繁殖用であることから、市場に流通することはほとんどないとしつつも、体細胞クローン技術の利用者に対し、食肉市場等が体細胞クローン技術を受け入れられるようになるまでは、慎重に対応することを求めています。

【豪州】

オーストラリア・ニュージーランド食品基準局（FSANZ）の報告では、国内におけるクローン動物（牛及び羊）は未だ実験段階であり、現時点ではクローン動物自体が高価な実験動物であるため、食用になるとは考えにくいとされています。

また、国内におけるクローン動物の一般流通については、クローン研究者と企業との自主合意があり、クローン動物及びその後代の流通はされていないとあります。

なお、FSANZ は、クローン動物及びその後代由来の生産物の一般流通に関しこれまで数年間にわたって国際的な動向を注視し、米国 FDA のリスク評価報告書案に盛り込まれた食品安全に関する根拠について評価を行っています。

【欧州】

欧州食品安全機関（EFSA）は、平成 20 年 7 月に、「体細胞クローンの食品安全、動物の健康及び福祉、環境に対する影響に関する科学的意見書」を公表しています。この意見書の中で、食品としての安全性に関して、情報は限られるとしつつも、牛及び豚の体細胞クローン及びその後代の肉及び乳について、従来繁殖による個体由来のものと比較して差異があることは示唆されないとされています。

また、EFSA のクローン動物の Q&A によると欧州内におけるクローン動物の商業化についてはされていないとあります。

なお、リスク管理機関である欧州委員会（EC）は、この EFSA の科学的意見書の他に、欧州科学・新技術倫理グループが作成した「食料供給のための動物クローニングの倫理的側面に関する意見書」も踏まえて、今後の措置を検討するとしています。