

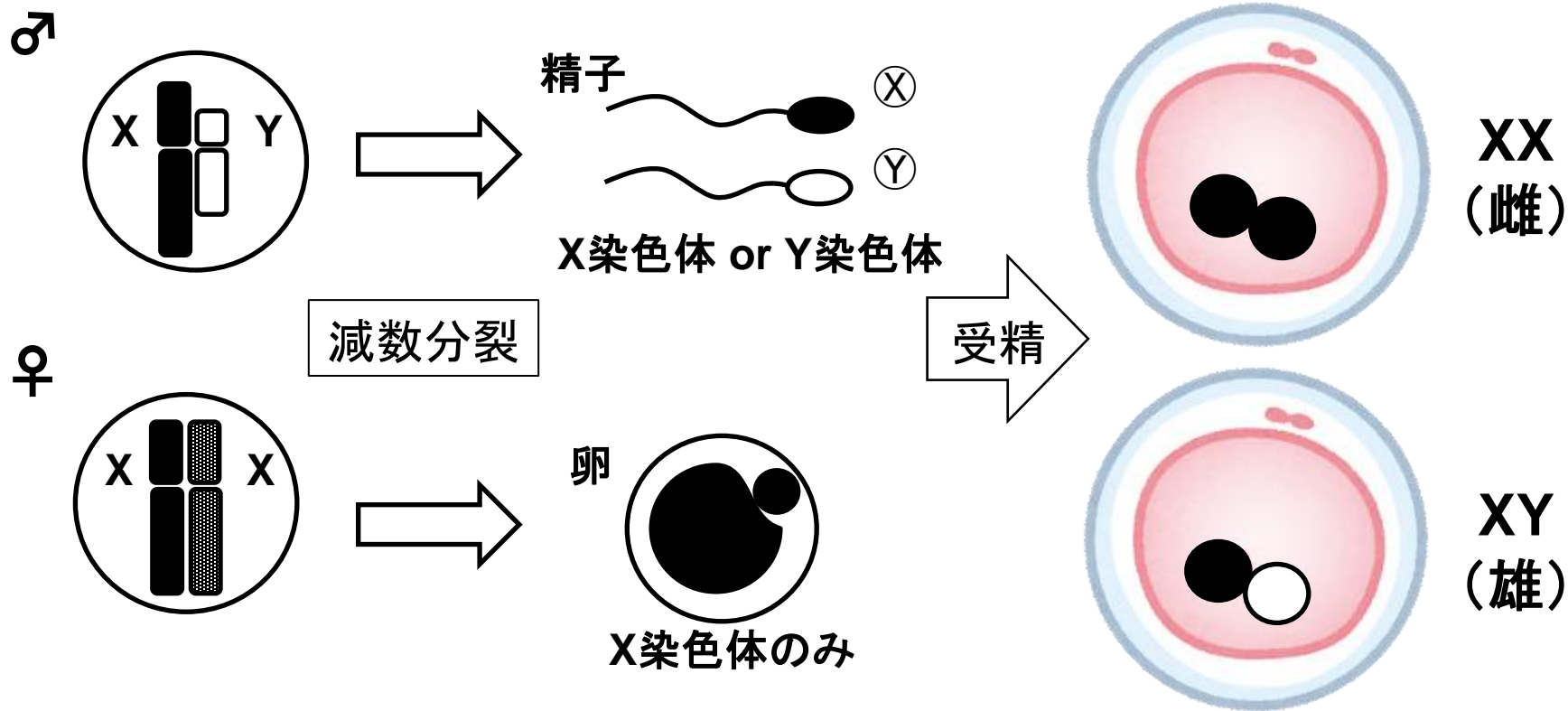
令和3年JRA畜産振興事業に関する調査研究等発表会 2021年12月1日(水)

XY精子分離技術による雌雄産み分け
～ 牛・豚の効率的な繁殖の実現 ～
(精子発現遺伝子による雌雄産み分け法開発事業)

広島大学・大学院統合生命科学研究科・生殖生物学

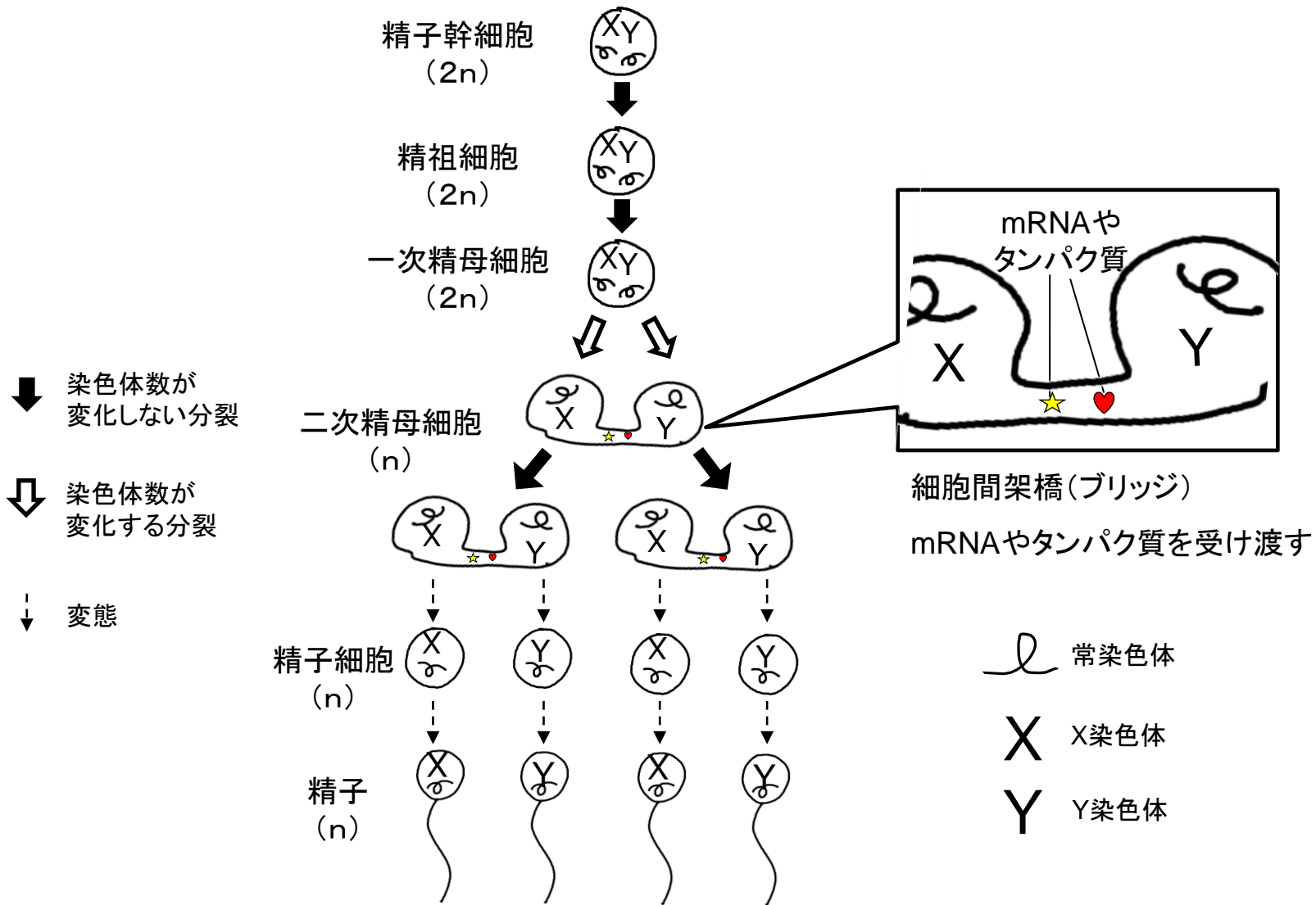
島田 昌之

哺乳類の受精システムと性別決定

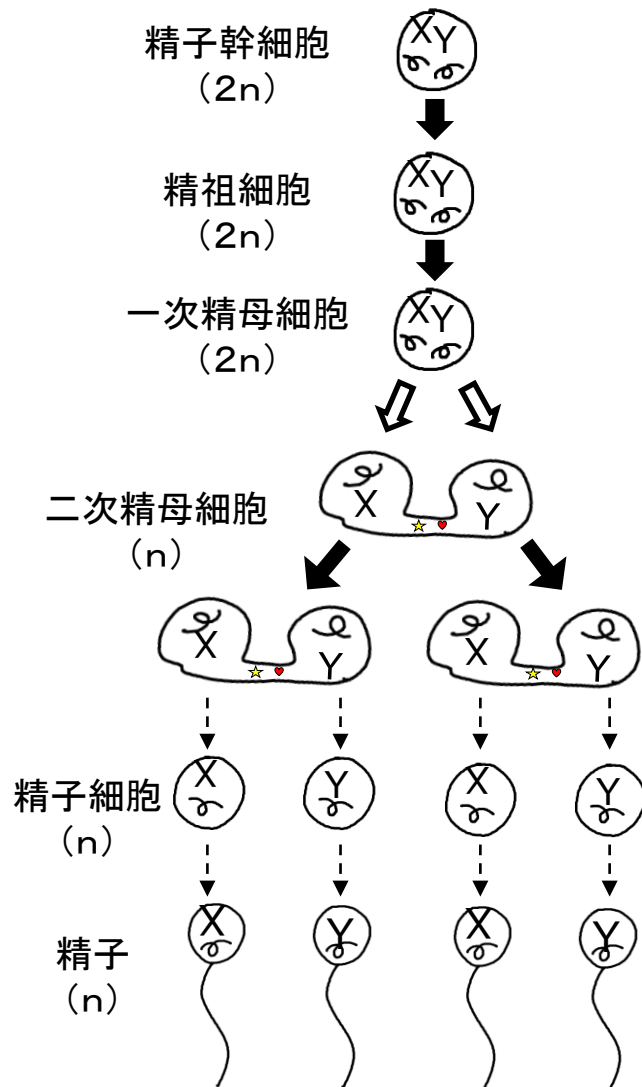


雄の生殖細胞である精子が有する性染色体によって、
受精卵の雌雄は決定される。

哺乳類の精子形成機構と性染色体



哺乳類の精子形成機構と性染色体



これまでの定説
多くの哺乳類において、雌雄比が1:1となる。

X精子細胞とY精子細胞の細胞間に、**細胞間架橋 (ブリッジ)** が形成



両細胞で**タンパク質が共有**される
= X染色体の有無が影響しない



X精子とY精子は**同数作られ**、
両者は、**同じ受精力**を有する

仮説

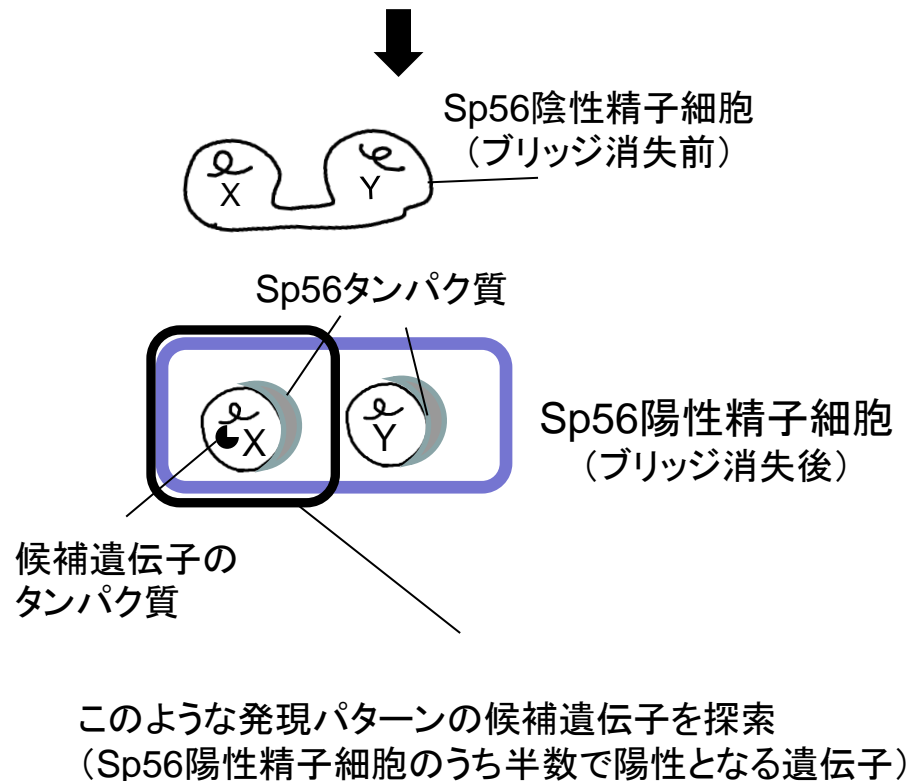
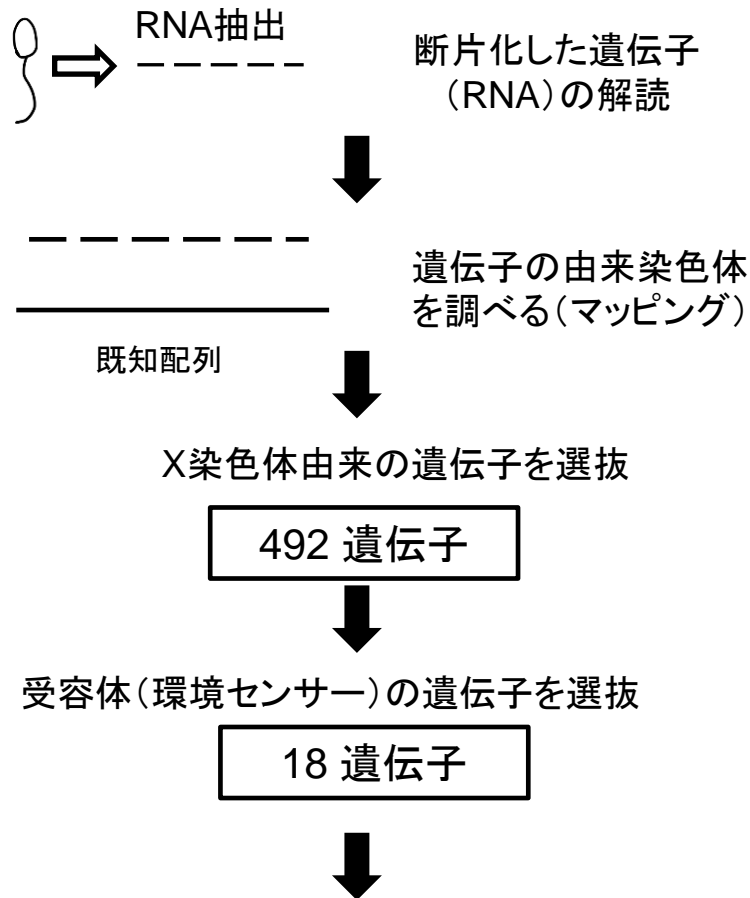
学術的問い

特殊な環境（条件）下において，X染色体の有無に依存したX精子とY精子間の機能差が生まれるのではないか？

技術開発の可能性

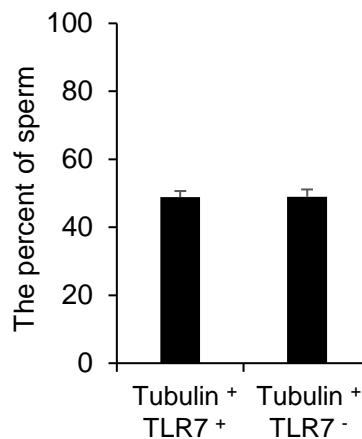
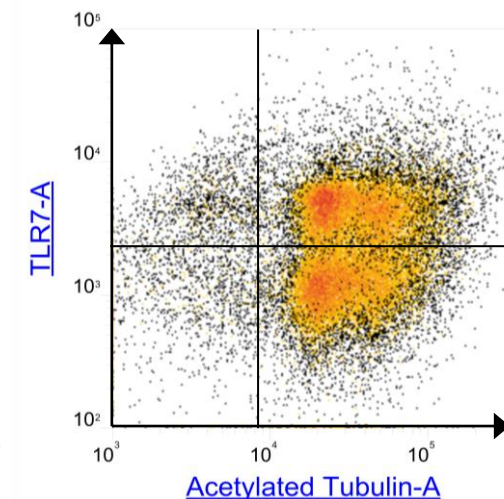
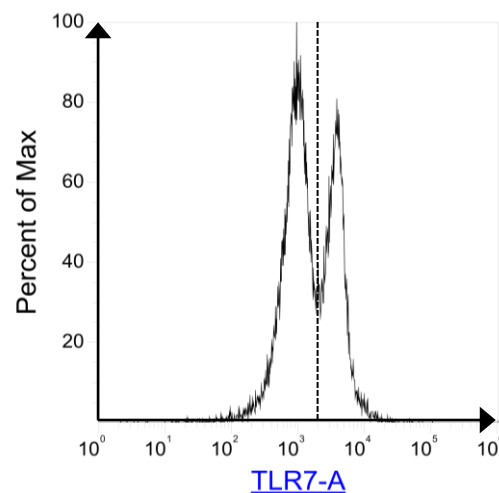
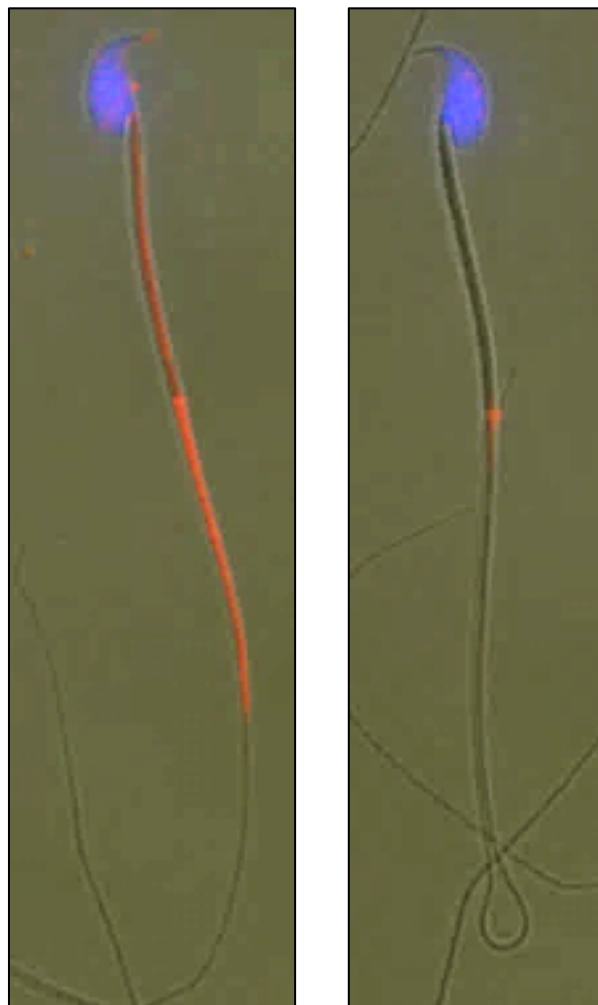
特殊環境下で，簡易的に効率よくX/Y精子を分離でき，それによる雌雄産み分けが可能ではないか？

本研究のストラテジー



精子におけるX染色体由来 TLR7の局在

精子におけるTLR7の局在

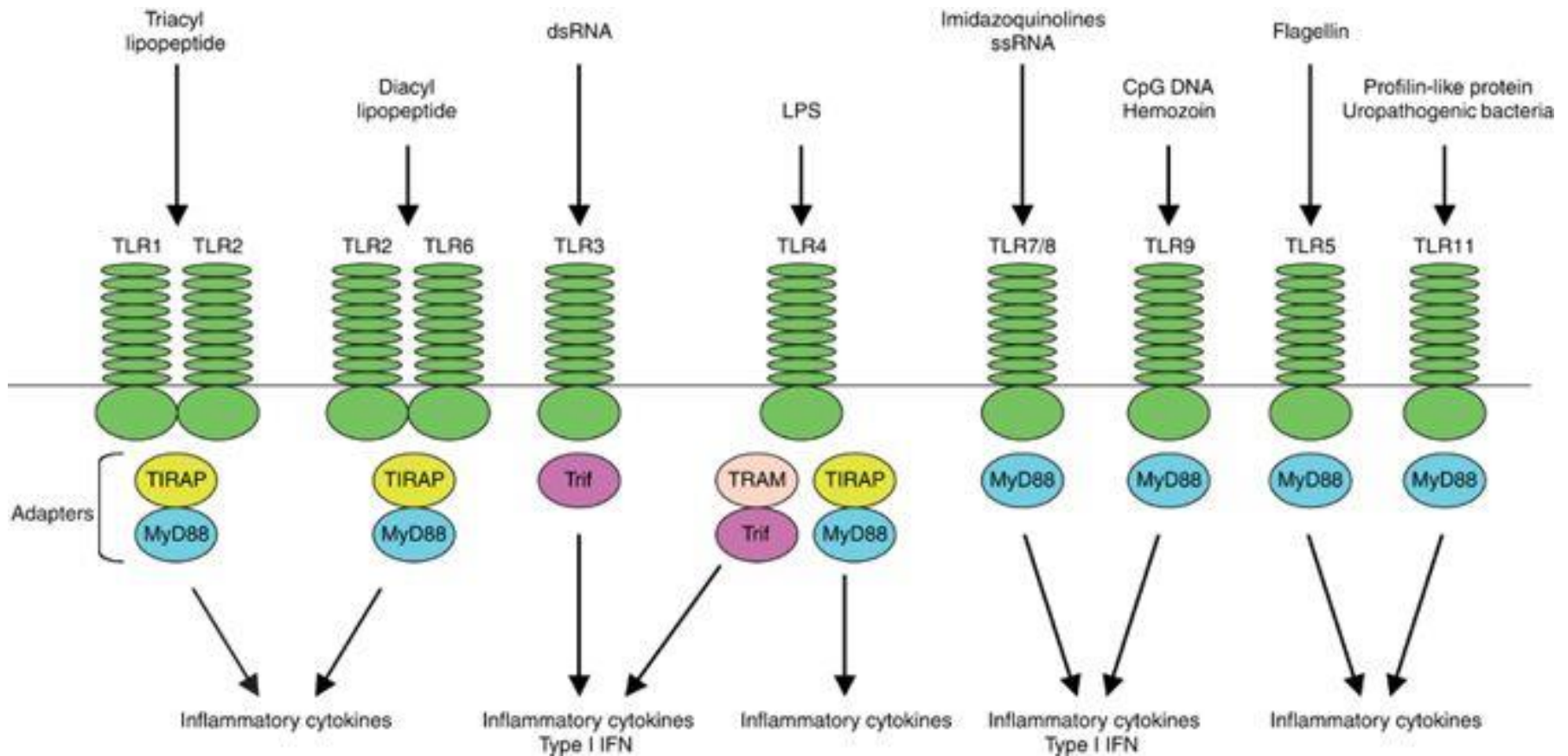


半数の精子にTLR7が発現する

||

X精子とY精子で異なる
タンパク質を同定

TLR7とTLR8とは



Kawai and Akira, Cell Death & Differentiation volume 13, pages816–825(2006)

TLR7とTLR8は、細胞内部(小胞体上)に局在し、RNAウイルスを認識する受容体

TLR7/8を活性化する薬剤の効果

仮説

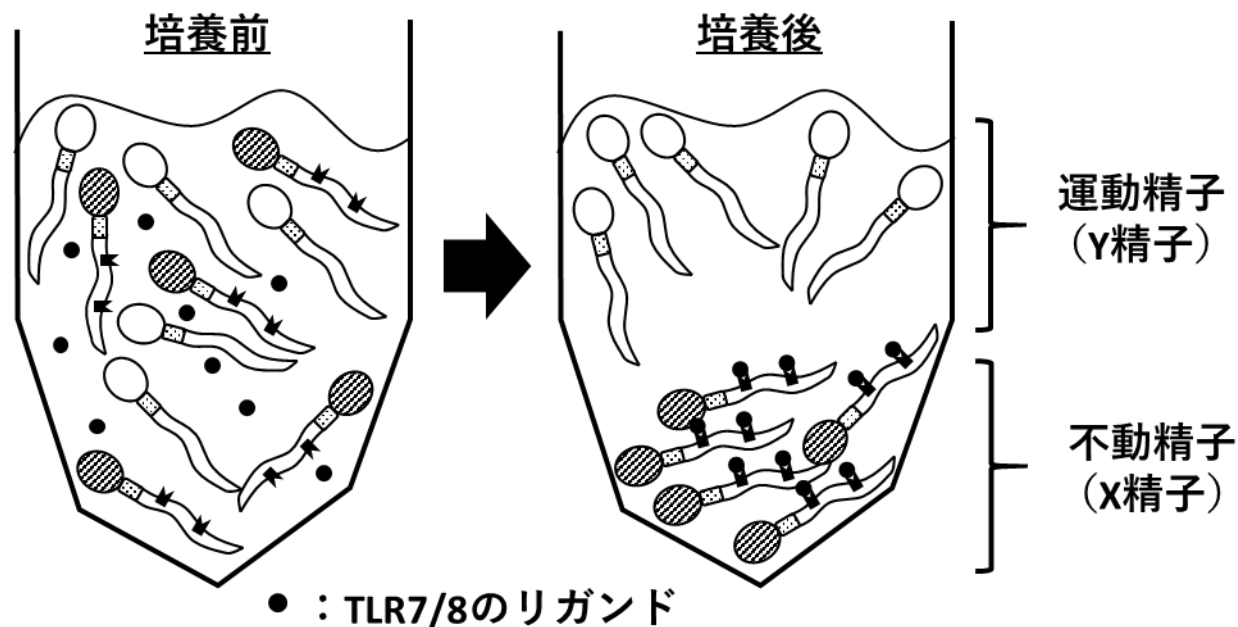
X精子にTLR7とTLR8が存在することを発見

+既知情報

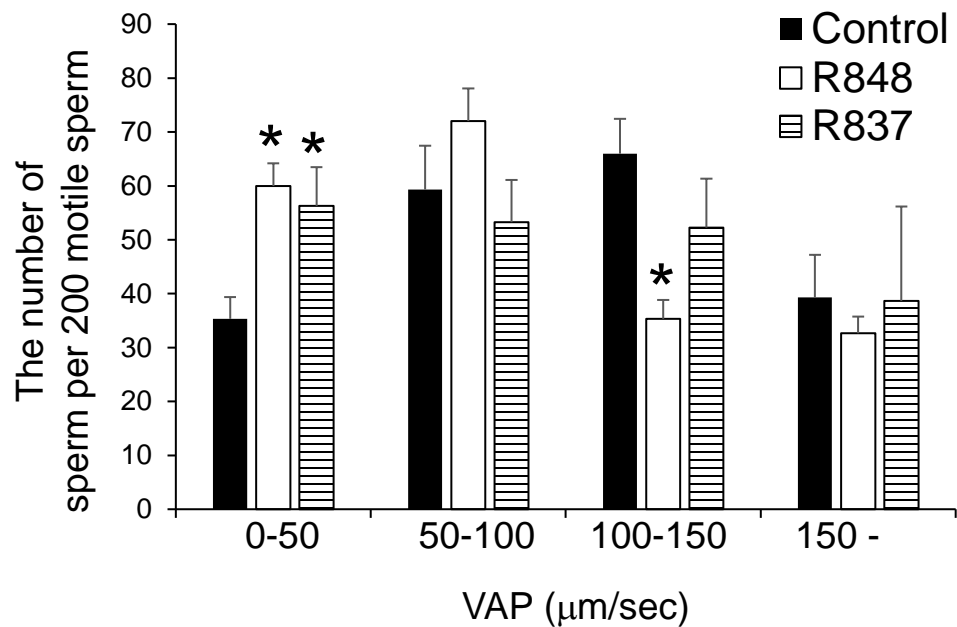
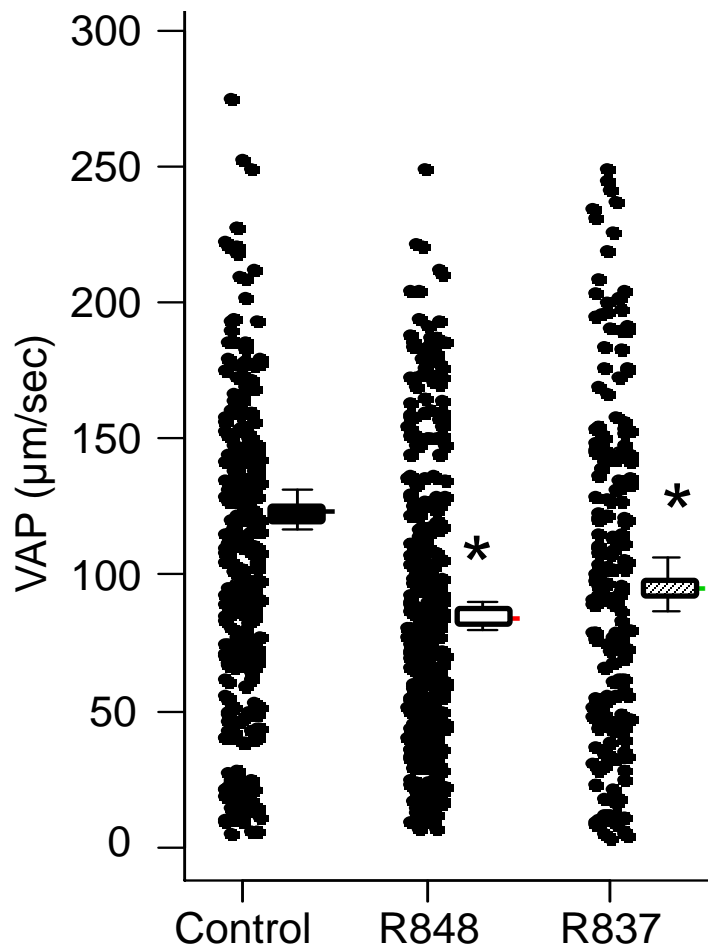
- ①TLR7とTLR8は、ATP産生を抑制する
- ②精子の運動は、ATP依存的
- ③精子は、重力に逆らって上向する



TLR7とTLR8を刺激する薬剤
(リガンド)により、X精子
は不動化し、沈殿する？

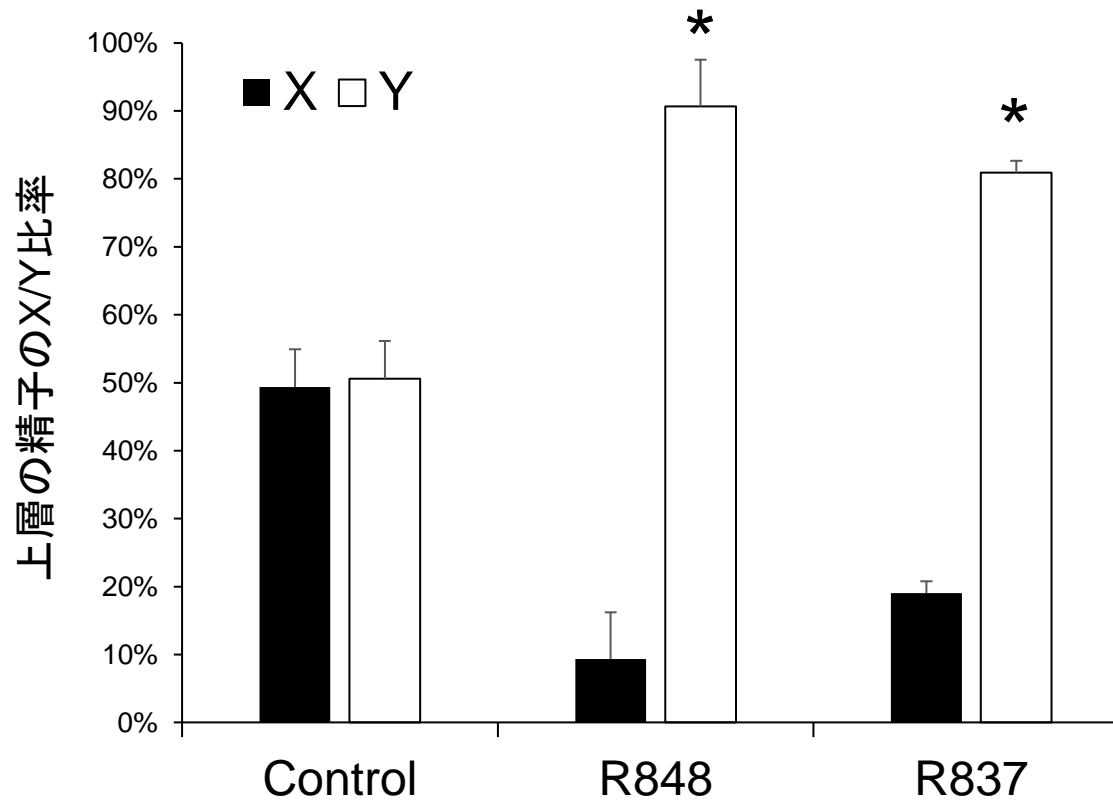


リガンド添加による精子運動速度への影響

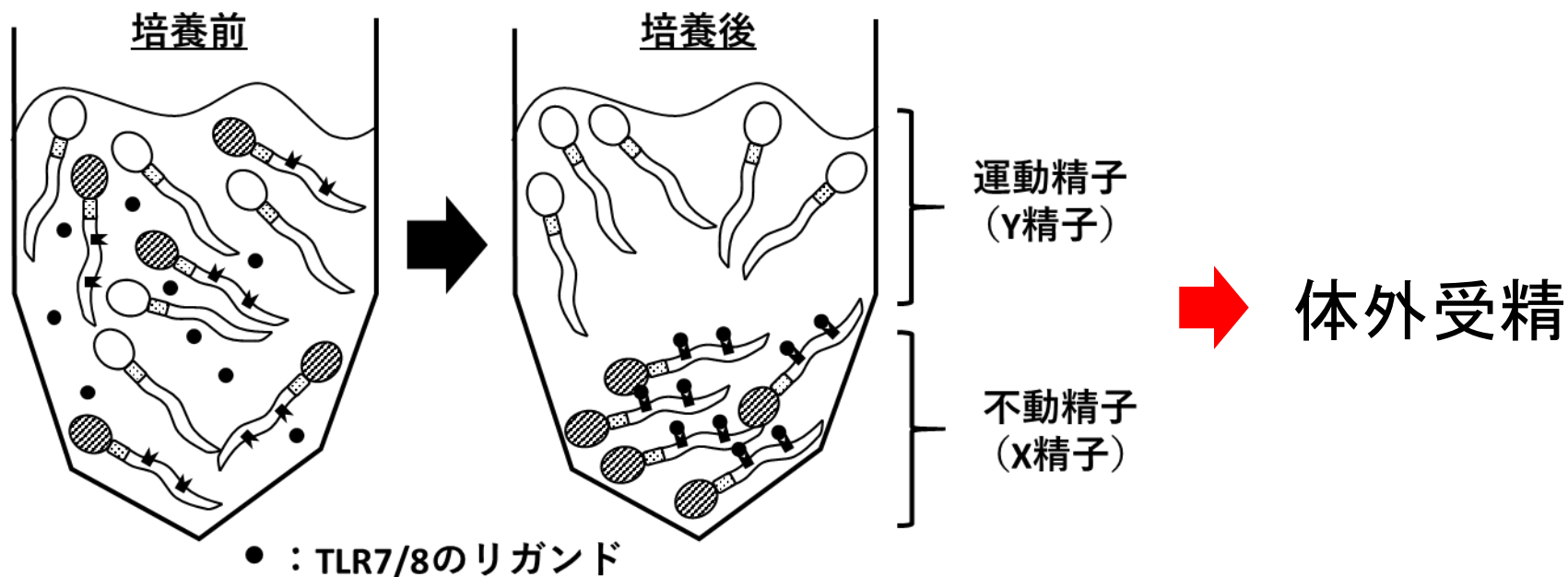


TLR7とTLR8を刺激すると約半数の精子で、
運動速度が低下し、それらが沈降する

TLR7とTLR8を刺激すると上層にY精子，下層にX精子に分離される



雌雄産み分け法の開発

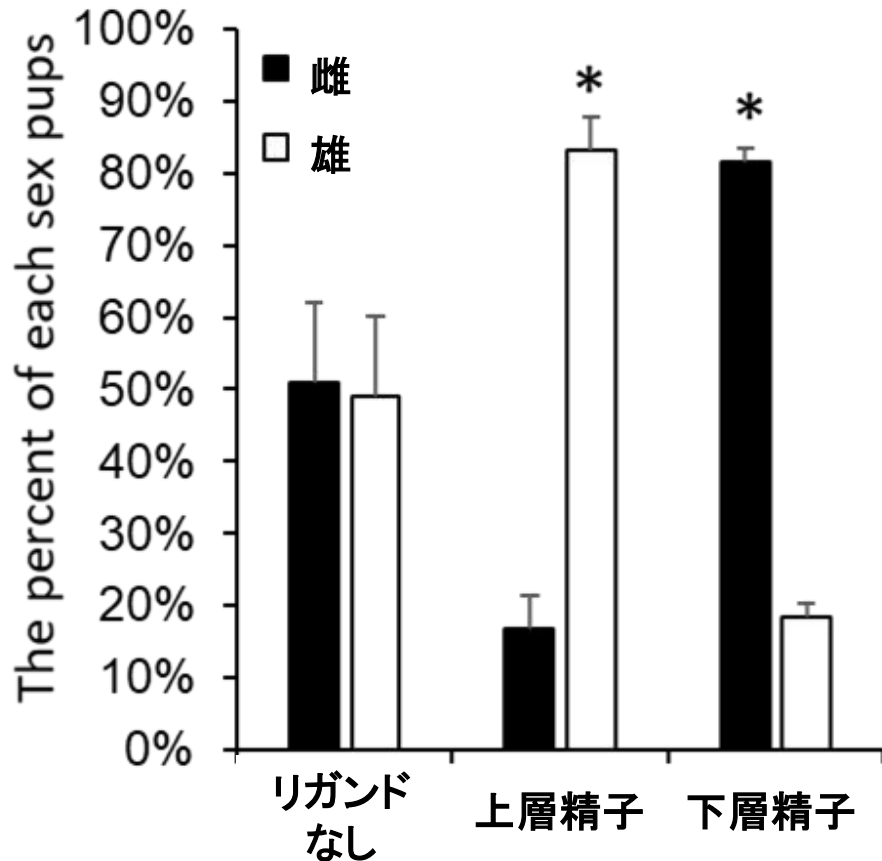


X精子とY精子の機能差を世界で初めて科学的に証明

簡易的雌雄見分け法の開発

TLR7/8処理精子を用いたマウス体外受精

体外受精胚の雌雄比率



体外受精-胚移植によって生まれた産仔



簡便かつ安価に雌雄を産み分ける手法を開発した。



August 13, 2019

Choosing Offspring Sex: Easier with Two-Speed Sperm

Takashi Umehara, Natsumi Tsujita and Masayuki Shimada show that Toll-like receptors TLR7 and TLR8 are encoded by the mouse X chromosome and expressed in X-containing sperm but not Y-containing sperm. TLR7/8 ligands suppress the motility of X-containing sperm, allowing >80% enrichment for male or female offspring.

Image credit: Flickr user Zappys Technology Solutions

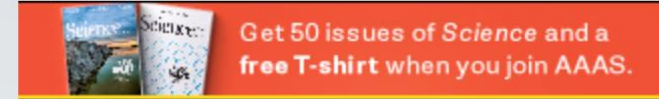
簡便かつ安価な 雌雄産み分け方法の開発に成功！

～哺乳類のX精子とY精子に機能差があることを初めて実証～

Scientists unlock secrets of gender within sperm for first time in major breakthrough



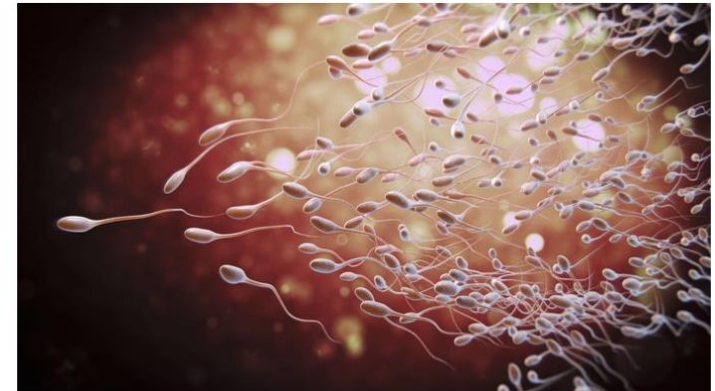
Advertisement



24



2



SCIENCE PICTURE CO/SCIENCE SOURCE

Changing sperm speed can influence offspring's sex, mouse study suggests

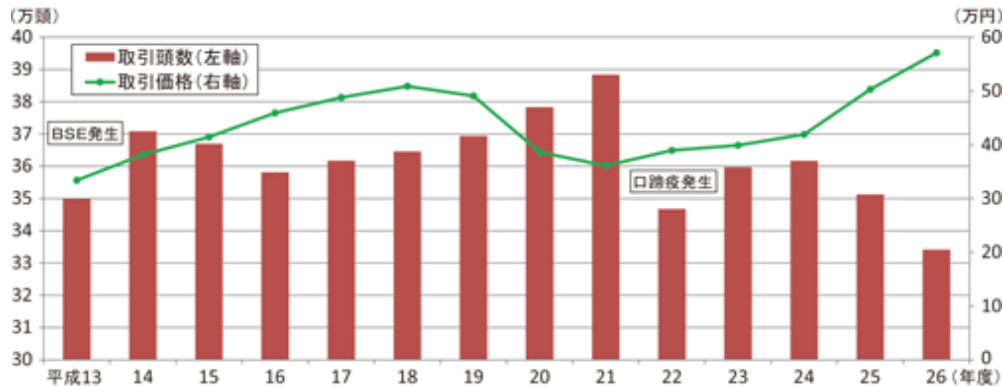
By [Eva Frederick](#) | Aug. 13, 2019, 2:00 PM

NHK, 朝日新聞, 毎日新聞, 日経新聞, 他国内新聞, INDEPENDENT, Newsweekなど海外50新聞以上に掲載

酪農，和牛生産における雌雄産み分けニーズ

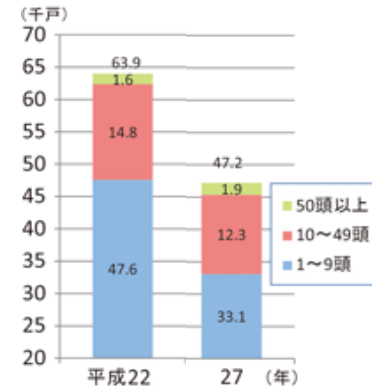
1. 黒毛和種子牛の安定供給体制の構築による酪農経営の改善

図1 黒毛和種子牛の取引頭数と取引価格の推移



資料：農畜産業振興機構「肉用子牛取引情報」

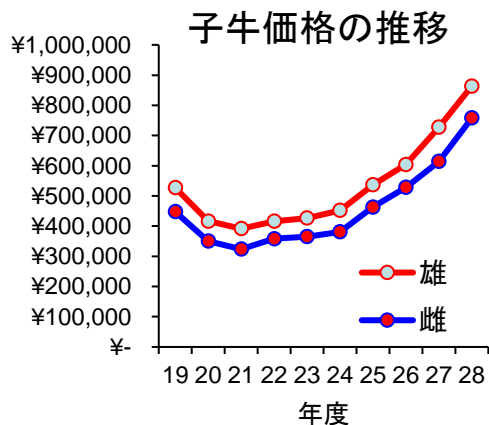
図2 子取り用雌牛の飼養規模別飼養戸数の推移



資料：農林水産省「畜産統計」
注1：黒毛和種以外の肉用牛を含む。
注2：数値は各年2月1日現在。

黒毛和牛繁殖農家が減少し，黒毛和種子牛の生産頭数の減少と取引価格の高騰が起きている

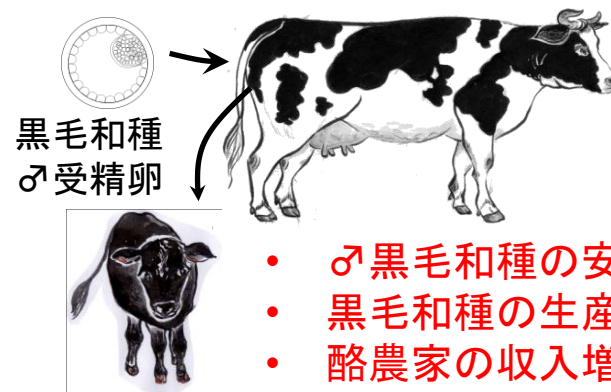
X/Y精子分離による体外受精技術の確立



価格の高い♂子牛
の選択的生産



ホルスタイン種への
受精卵移植

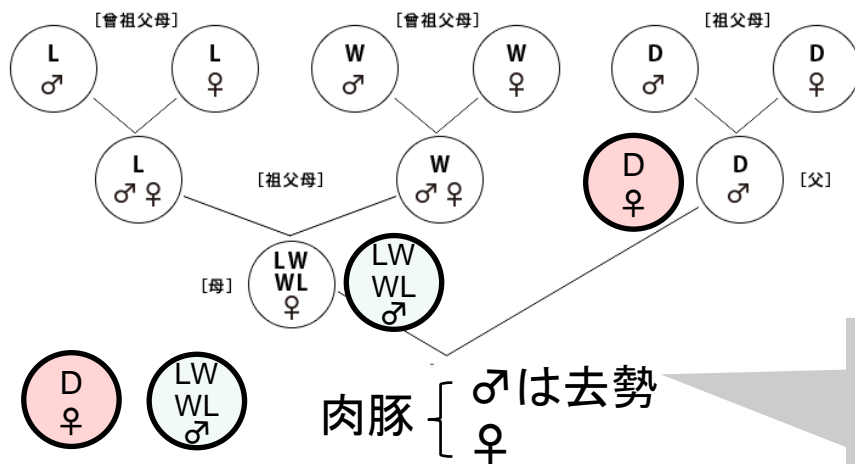


- ♂黒毛和種の安定供給
- 黒毛和種の生産増
- 酪農家の収入増

養豚業における雌雄産み分けのニーズ

2. 種豚の高効率生産と養豚業の家畜福祉への対応

3品種の雑種強制により、
生産頭数が多い+成長が早い+肉質が良い
=生産効率が良いおいしい豚肉



種雌/種雄生産で半数誕生するD♀とLW/WL♂は、
生産に利用されない。種豚生産の生産効率は50%
となる。

東京五輪 アニマルウェルフェアに関する報道

2018年01月11日 Japan Times Olympic athletes unlikely to eat free-range eggs in 2020, if Japan's farmers have their way

2017年12月8日 朝日新聞 畜産、日本も「動物福祉」 五輪の食材条件に明記され広がる

2017年4月8日 時事通信 家畜の「飼育環境」重視=欧米で関心、東京五輪の食材基準に

各国のブタの去勢に関する規制

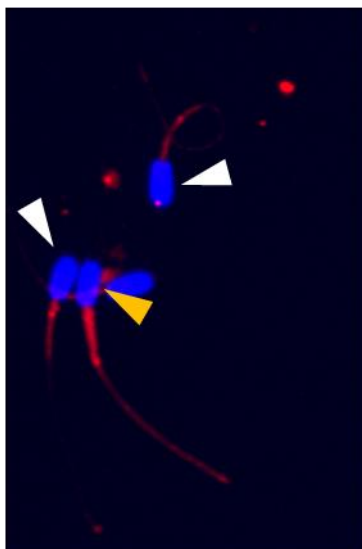
| | 日本 | 欧州 | 米国 | その他 |
|----------|------|---------------|------|-----------------|
| 豚の麻酔無し去勢 | 規制なし | EU 2018年までに終了 | 規制なし | カナダ 2016年7月以降禁止 |
| | | スイス禁止 | | |
| | | ノルウェー禁止 | | |

X/Y精子分離による人工授精技術の確立

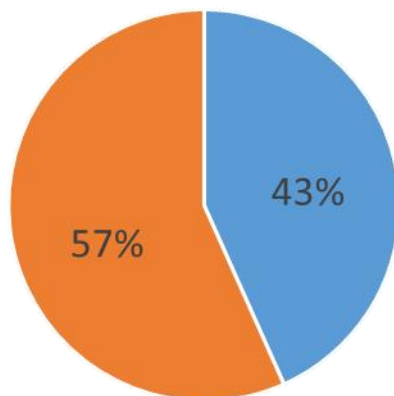
- 種豚の目的別生産で、種豚業者や一貫生産者の生産効率改善
- 肉豚は、♀の選択的生産により、アニマルウェルフェアに対応し、かつ肉質の維持が可能

ウシ・ブタにおけるTLR7の局在

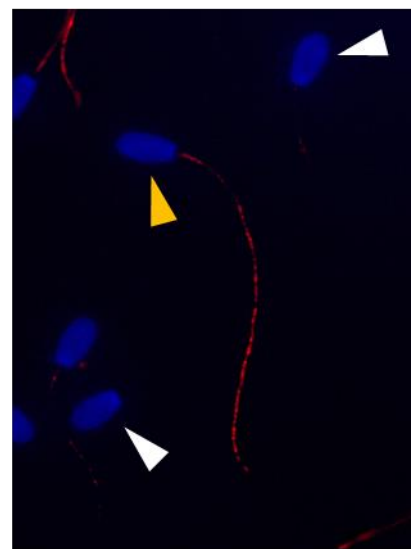
ブタ



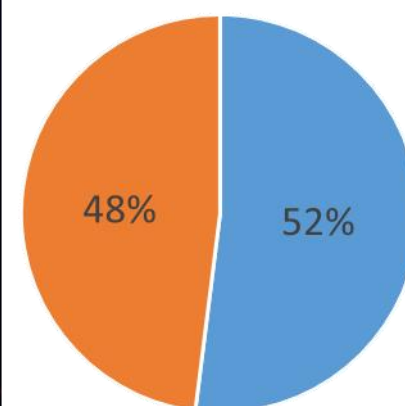
TLR7陽性率



ウシ



TLR 7 陽性率



TLR7 / nucleu

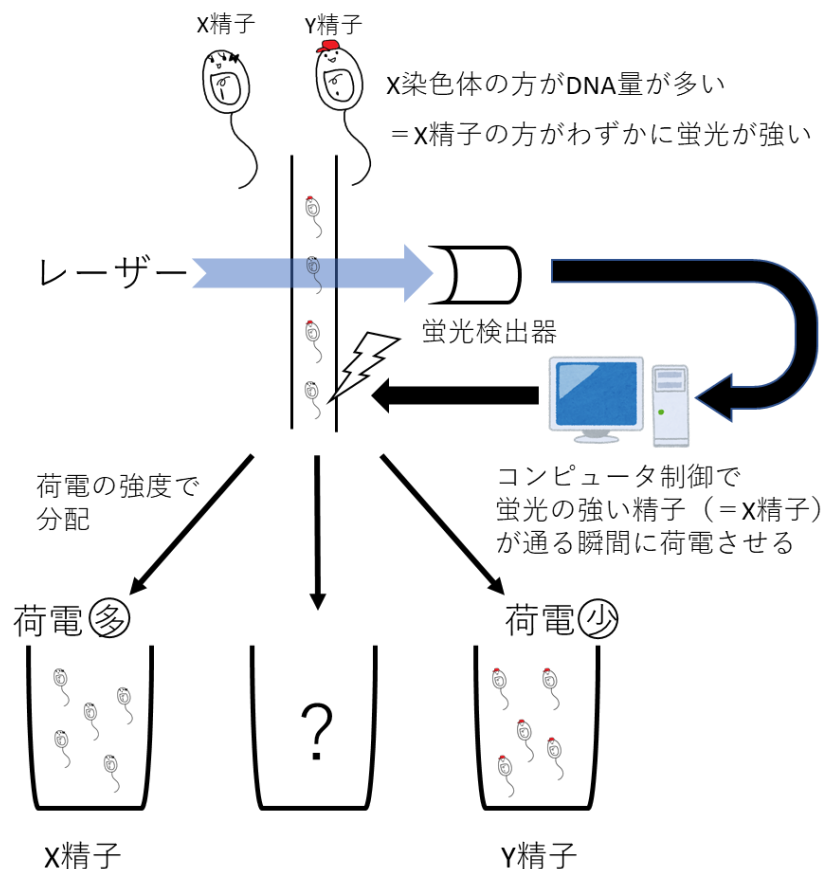
ブタとウシの精子においても半数でTLR7が発現している



ブタとウシで雌雄産み分けが可能になる

本技術の有効性：現在行われている雌雄産み分け法との比較

セルソーターを用いたX/Y精子分離法



既存技術の問題点

- **高額な機器(セルソーター)が必要.**
- 分離技術の利用には、海外とのライセンス契約が必要で、ライセンス料の支払いが発生.
- X/Y分離過程の精子へのストレスが、**精子の運動性や受精能を減退.**
- 射出精子数が500億以上、人工授精の必要精子数が30~50億の**ブタ人工授精では、処理時間が長時間となり、実用化不可.**
- 体外受精への利用では、受精卵移植技術が全く普及していないブタにおいては、実用化は難しい

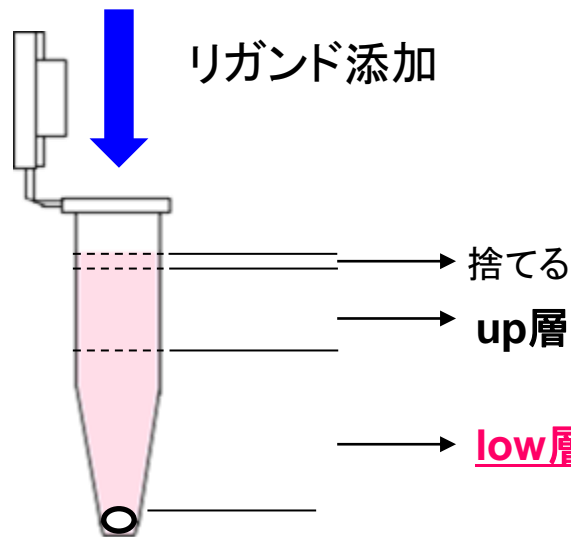
本基礎知見を、産業家畜へと実用化することで、
簡便かつ安価な新たな雌雄選別が可能となるのでは？

ウシの体外受精技術による産み分け

表3 雄胚割合

| 試験区 | 供試胚数 | 雄胚割合 (数) | | |
|-----|------|----------|------|----|
| 1区 | 21 | 85.7 | (18) | ab |
| 2区 | 61 | 93.4 | (57) | ab |
| 3区 | 49 | 83.7 | (41) | b |
| 4区 | 62 | 96.8 | (60) | a |
| 5区 | 57 | 94.7 | (54) | ab |

注1) 統計処理：異符号間 $p < 0.05$ (χ^2 二乗検定)

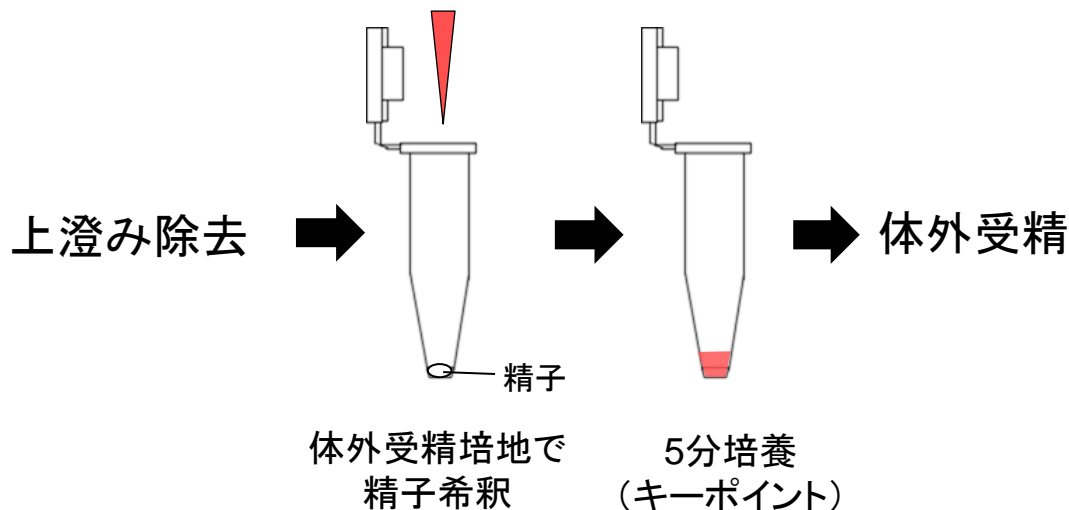


捨てる

up層 不動化していない精子(Y精子)を多く含む → XY胚作出に利用

low層 不動化している精子(X精子)を多く含む？

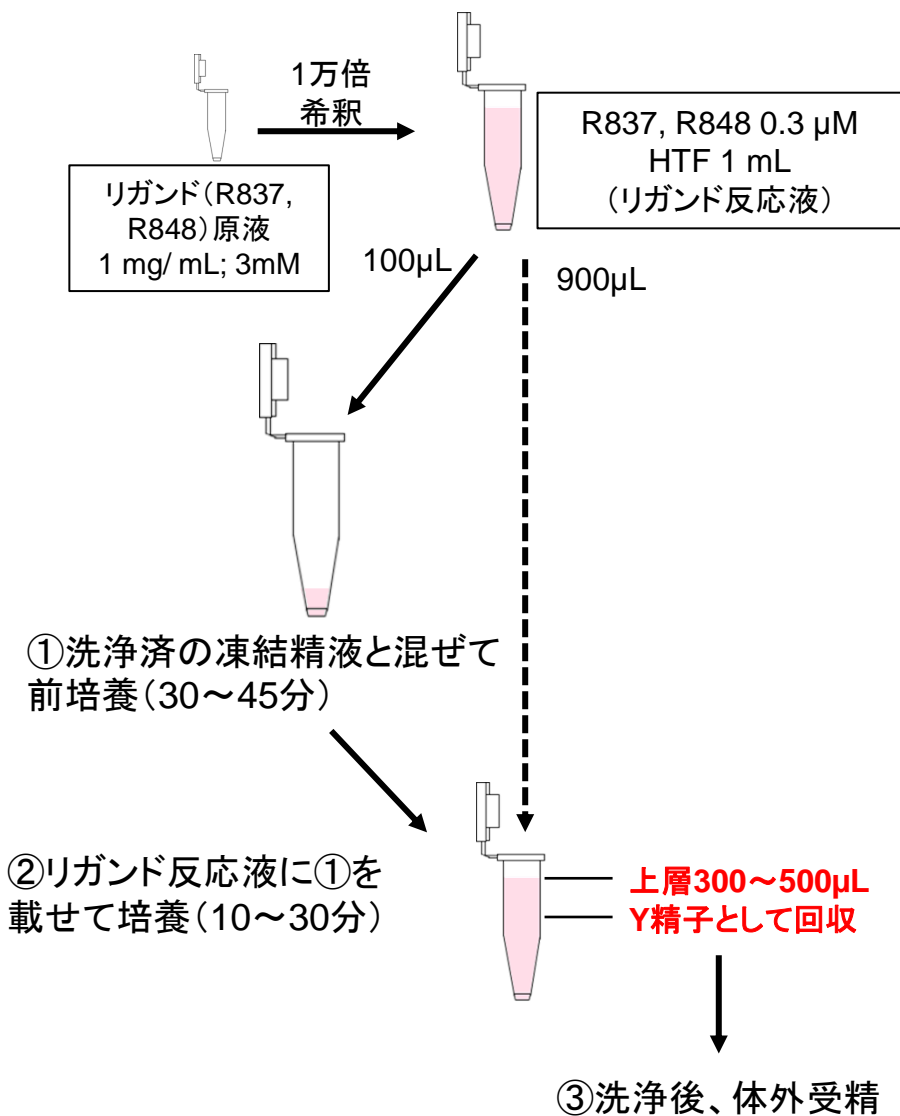
→ XX胚作出を目指す



| XX | XY | XX (%) |
|----|----|--------|
| 17 | 2 | 89.5 |
| 21 | 3 | 87.5 |
| 19 | 2 | 90.5 |

他(多)施設での実証へ

多施設実証試験により明らかとなった課題



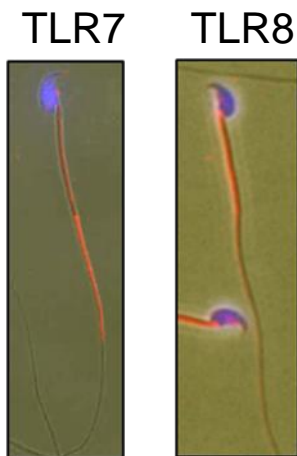
結果

| 試験場所 | XY胚 | XX胚 | XY率 (%) |
|------|-----|-----|---------|
| A | 205 | 47 | 81.3% |
| B | 162 | 6 | 96.4% |

| 試験場所 | XY胚 | XX胚 | XY率 (%) |
|------|-----|-----|---------|
| A | 126 | 109 | 53.7% |
| B | 67 | 31 | 68.5% |

初期にはうまくいっていたXY胚の生産が、半年後に成績が急激に低下。

多施設実証試験により明らかとなった課題 ～リガンドの安定性～



マウスX精子において、
 TLR7・・・尾部
 TLR8・・・中片部のみに局在する
 (Umehara et al., *PLoS Biol.* 2019)

R848・・・TLR7/8のアゴニスト
 R837・・・TLR7の特異的アゴニスト

結果

広島大学で実施

| | XY胚 | XX胚 | XY率 (%) |
|--------------------|-----|-----|---------|
| R837 (0.3 μ M) | 5 | 7 | 41.7% |
| R848 (0.3 μ M) | 6 | 4 | 60.0% |
| R837 (0.3 μ M) | 12 | 1 | 92.3% |
| R848 (3 nM) | 19 | 2 | 90.4% |

しかし・・・

R837 (Enzo社、Novus社、Sigma社製)

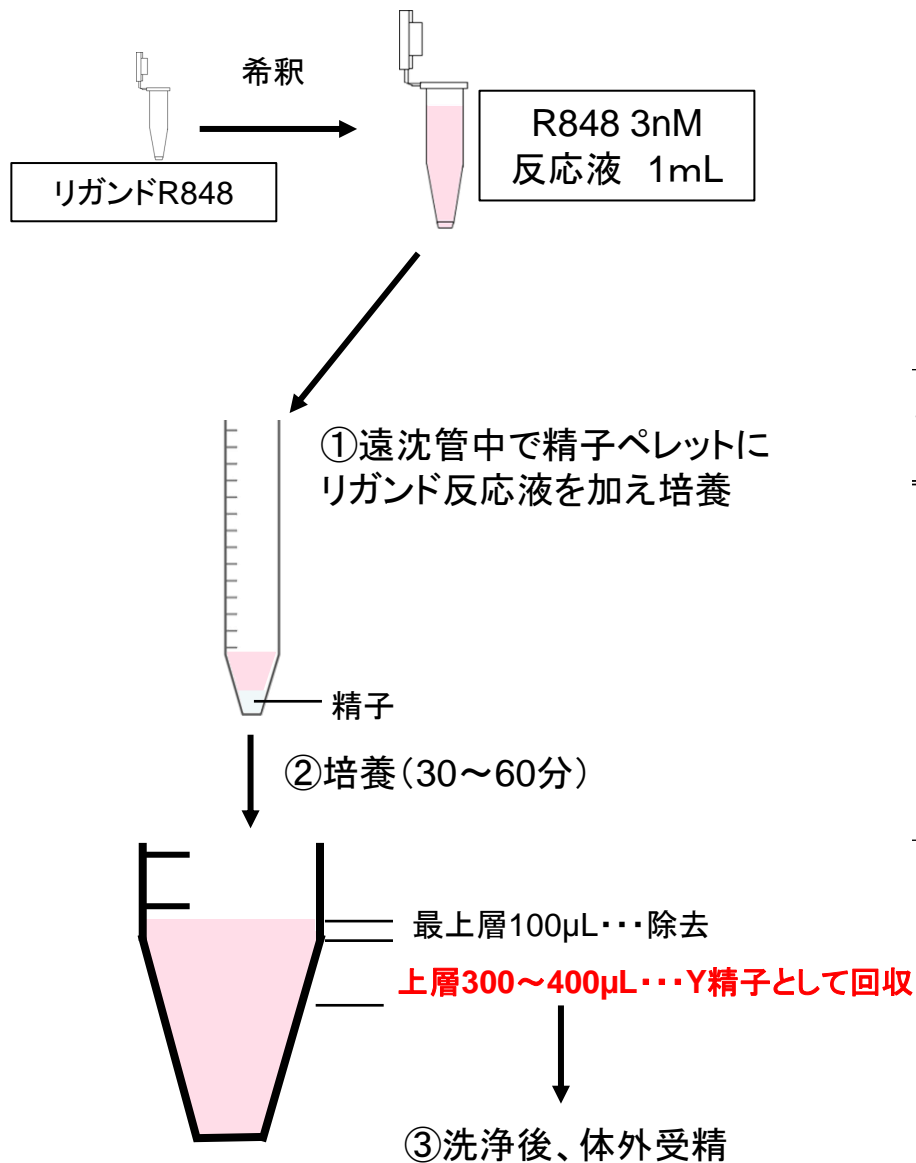
いずれも

- ・DMSOへの溶解度が不安定(溶け残る、析出する)
- ・安定性×(冷凍保存でも2～3週間で活性低下)

R848 (Novus社、Sigma社製)

- ・新調すると高活性(至適濃度 300 nM→3 nM)に
- ・Novus社製は数ヶ月で活性が下がる
- ・使用期限の厳守と使用毎のチューブ廃棄で活性安定的に
⇒以後、R848(Sigma社)のものを使用することに

多施設実証試験により明らかとなった課題 ～実施者による成績差～

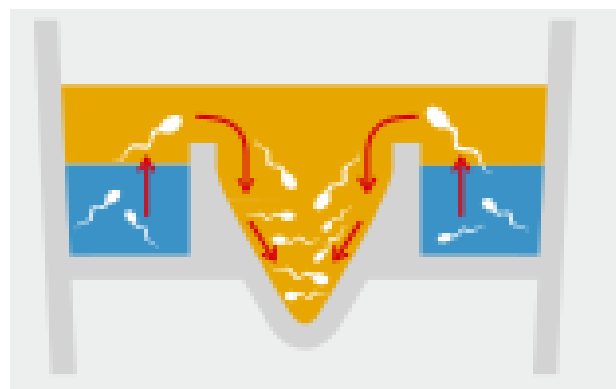

結果

| 試験場所 | XY胚 | XX胚 | XY率 (%) |
|--------------|-----|-----|---------|
| A | 129 | 42 | 75.4% |
| B (作業者変更) | 68 | 25 | 73.3% |
| C | 22 | 3 | 88.0% |
| D | 85 | 7 | 92.4% |

新しいswim up法を開発する必要あり

分離装置の活用

運動精子選抜装置ミグリス (メニコン社製)



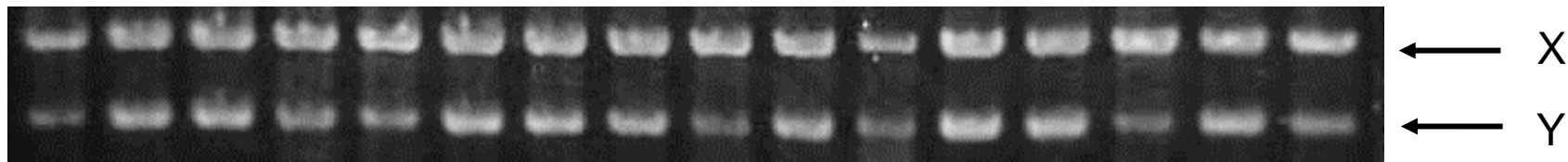
運動性の高い精子のみがカベを越えて中央に集まることを利用
ヒトの不妊治療で使用

- ①リガンド処理した精子を外側に入れる
- ②30分後、リガンド反応液を足してさらに培養し
運動精子(Y精子と期待される)を回収
- ③精子を洗浄後、体外受精

| 試験場所 | XY胚 | XX胚 | XY率 (%) | 方法 |
|------|-----|-----|------------|----------------|
| 広島大学 | 27 | 3 | 90.0% | 遠沈管 (1mL培養) |
| A | 20 | 10 | 66.7% | 遠沈管 (1mL培養) |
| A | 16 | 2 | 88.9% | ミグリス |

ウシ体外受精におけるTLR7/8の効果

TLR7/8処理を行ったウシ凍結精子を用いたウシ体外受精胚の雌雄判定



TLR7/8処理をしたウシ精子を用いて作出された胚盤胞期胚を移植し，生まれた雄子牛



本技術で誕生した雄子牛



本事業で開発している「ウシ凍結精液を用いたTLR7薬剤処理によるX/Y分離と、その分離精子を用いた体外受精による選択的胚生産の手法」が、Nature Protocols誌に掲載されました。

A simple sperm-sexing method that activates TLR7/8 on X sperm for the efficient production of sexed mouse or cattle embryos

Takashi Umehara¹, Natsumi Tsujita¹, Zhendong Zhu¹, Moeka Ikedo² and Masayuki Shimada¹✉

The preferred sex of livestock differs among breeders; for example, dairy farmers prefer female calves for the production of milk, whereas cattle meat producers often prefer males. Sexing of laboratory animals is also beneficial in some research fields, including reproductive biology and metabolic studies. Most sexing methods separate X sperm and Y sperm with a cell sorter. Here, we describe a system in which treatment with the TLR7/8 ligand (R848) separates X sperm from Y sperm. Because this protocol does not require any special equipment or professional skills, it can be easily applied in laboratories where *in vitro* fertilization (IVF) is performed. The sperm are treated with 0.03 μ M R848 in 1 mL of modified human tubal fluid (mHTF) medium (mouse sperm) or 3 mL of mHTF medium (bull sperm) for 60 min, and then the upper layer (400 μ L in mouse sperm or 1 mL in bull sperm) and the precipitate are separately collected. After each sample is washed by centrifugation, the sperm are suspended in ligand-free IVF medium and can then be used for IVF. More than 90% of the embryos made with upper-layer sperm are XY in both mice and cattle, and >80% of the embryos made with precipitated sperm are XX in both species. Separation of X sperm and Y sperm for IVF can be completed within 2 h.

Introduction

Choosing the sex of mammalian offspring is important in both industry and science^{1,2}. In agriculture, production characteristics are often sex linked, and there are economic benefits if producers can predetermine sex. For example, dairy farmers prefer female calves for the production of milk, whereas cattle meat producers often prefer males because the price for male cattle is generally higher than that for heifers, because steers have superior growth³. Thus, sexing is an important tool for the efficient management and production of livestock.

Choosing sex is also beneficial in a research context when conducting experiments on mammals. Reproductive researchers generally focus on either the male or female reproductive system. Researchers focusing on metabolism and behavior mostly use males, because female phenotypes are easily changed by hormonal fluctuations of the estrous cycle. The gene-targeting CRISPR–Cas9 technique is frequently used in basic research fields⁴. However, to assess the functions of genes in each organ and/or at a specific developmental stage, Cre/LoxP technology is now the more beneficial tool⁵. The production efficiency of *loxP* homozygotes (*lox/lox*) with *Cre* is 25% because heterozygous (*lox/+*) females/males with *Cre* are mated with male/female homozygotes (*lox/lox*) without *Cre*. Thus, organ-specific gene-targeted mice of each sex are generated in only 12.5% of cases. Therefore, 8 to 9 pups are required to obtain one experimental animal of the correct sex. Implementation of an easy and efficient sexing method for laboratory use would benefit both the livestock industry and the scientific community.

Alternative methods

In mammals, sex is determined by the sex chromosomes, the X chromosome and the Y chromosome. Handyside et al.⁶ developed a method to determine the sex of human preimplantation embryos by detecting the Y chromosome with a polymerase chain reaction (PCR). Bradbury et al.⁷ applied this method to mice, determining embryo sex and transferring embryos of the desired sex. This method has now been used in multiple species, including cow⁸, ewe⁹ and sow¹⁰. However, this method is not useful for broad-scale applications in livestock or the scientific field because of the

¹The Research Center for Animal Science, Graduate School of Integrated Sciences for Life, Hiroshima University, Higashi-Hiroshima, Japan. ²Oita Prefectural Agriculture, Forestry and Fisheries Research Center, Bungo-Ono, Japan. ✉e-mail: mashimad@hiroshima-u.ac.jp

令和2年度補正予算国際競争力強化技術開発プロジェクト

輸出促進のための新技術・新品種開発

技術開発課題名：和牛肉輸出拡大に向けた性選別精液利用受精卵の受胎率改善による
和牛生産力強化

研究機関名： 国立大学法人広島大学

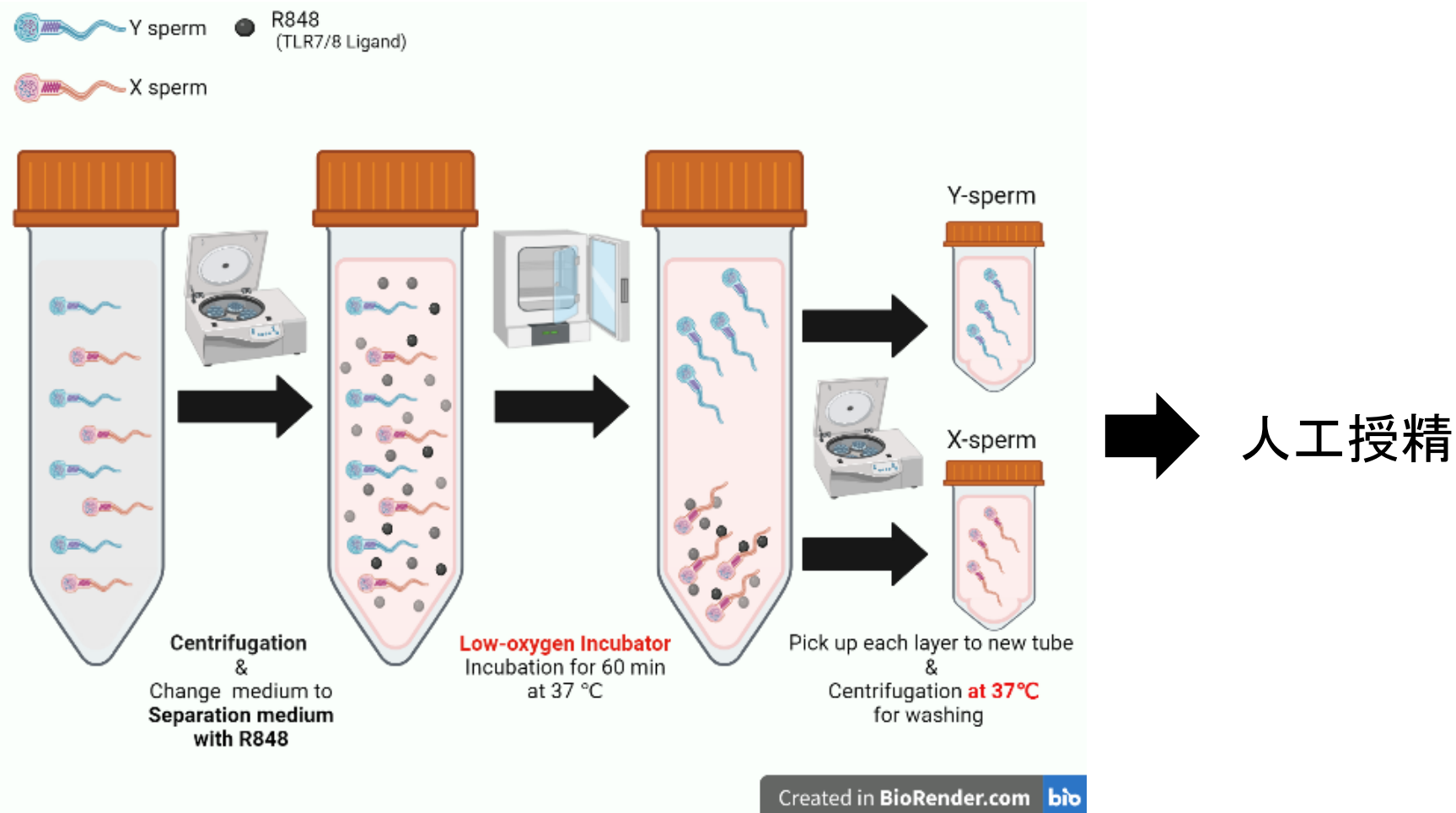
技術開発代表者： 島田 昌之

技術開発グループ名 「性選別精液利用受精卵の受胎率改善」

国立大学法人 広島大学
独立行政法人 農研機構 畜産研究部門
独立行政法人 家畜改良センター
広島県立総合技術研究所畜産技術センター
JA全農ET研究所

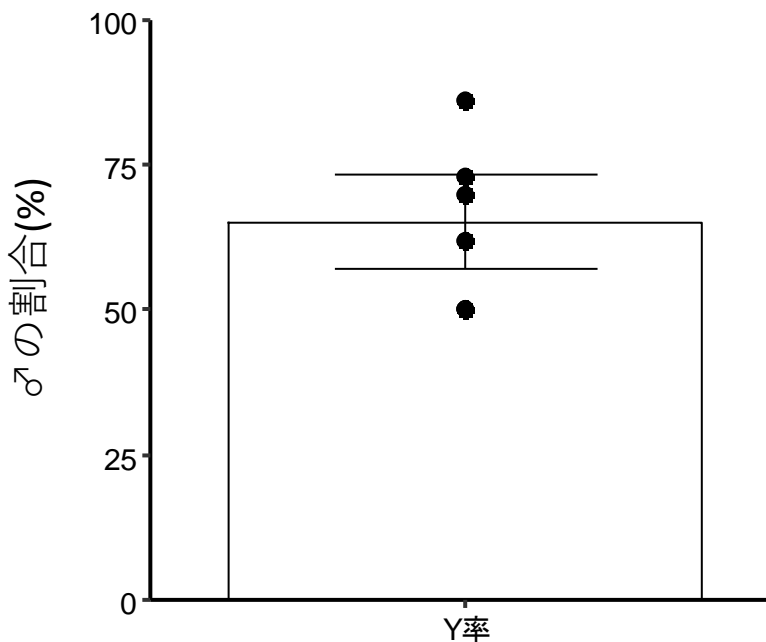
ブタの人工授精への応用

大分県農林水産研究指導センターにて，人工授精を実施。



本手法を用いて、大分県農林水産研究指導センターにて、人工授精を実施。

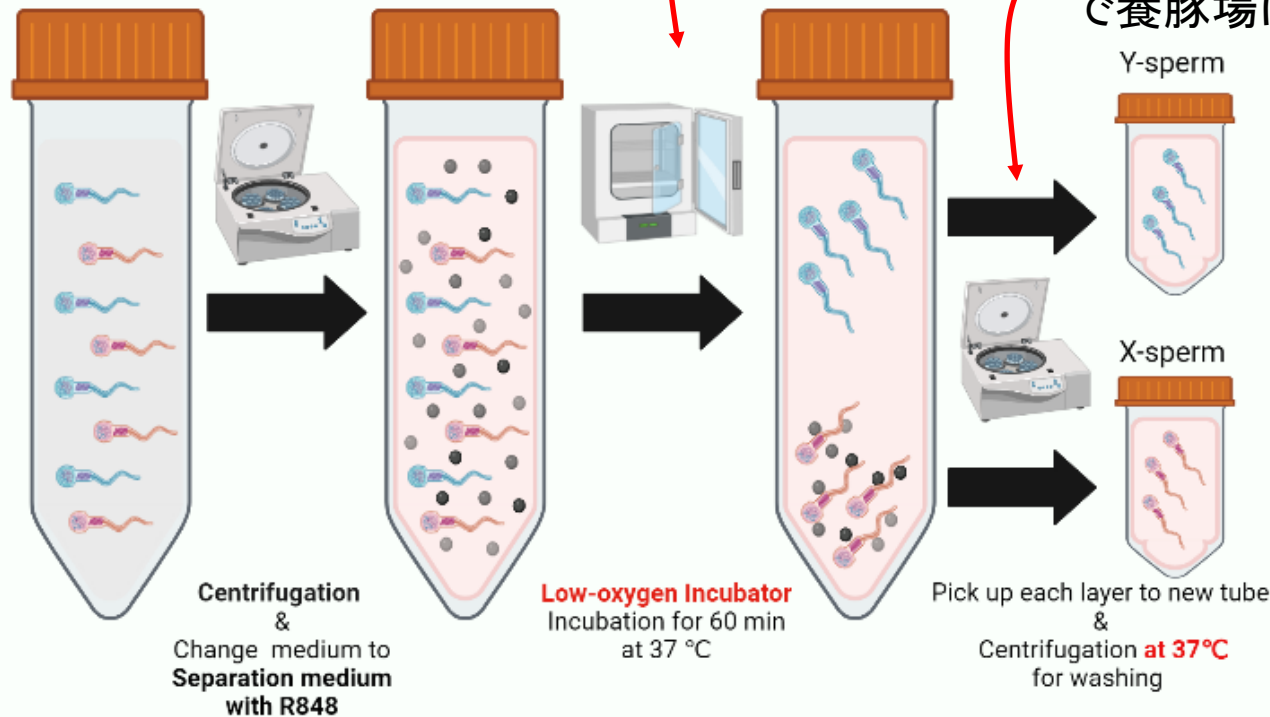
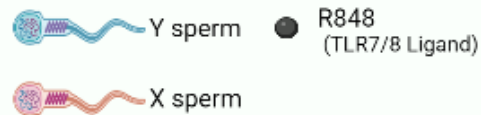
| XY分離 AI試験 自然発情にて1~3回付け | | | | |
|---------------------------|----|-----|---|-----|
| No. | 品種 | 産子数 | | ♂割合 |
| | | ♂ | ♀ | |
| ① | W | 2 | 2 | 50% |
| | L | 不受胎 | | |
| | L | 不受胎 | | |
| ② | L | 8 | 5 | 62% |
| | W | 不受胎 | | |
| ③ | L | 6 | 1 | 86% |
| | D | 不受胎 | | |
| ④ | D | 7 | 3 | 70% |
| ⑤ | LW | 8 | 3 | 73% |
| ⑥ | W | 5 | 5 | 50% |



- バラツキや不受胎が認められた.
- 1回のAIに必要な精子を処理するのに遠沈管を4本以上使用する.
- 実用化のためには改善が必須.

本手法の問題点①

インキュベーターは養豚場に基本的でない。
特に、低酸素インキュベーターは特殊で高額。

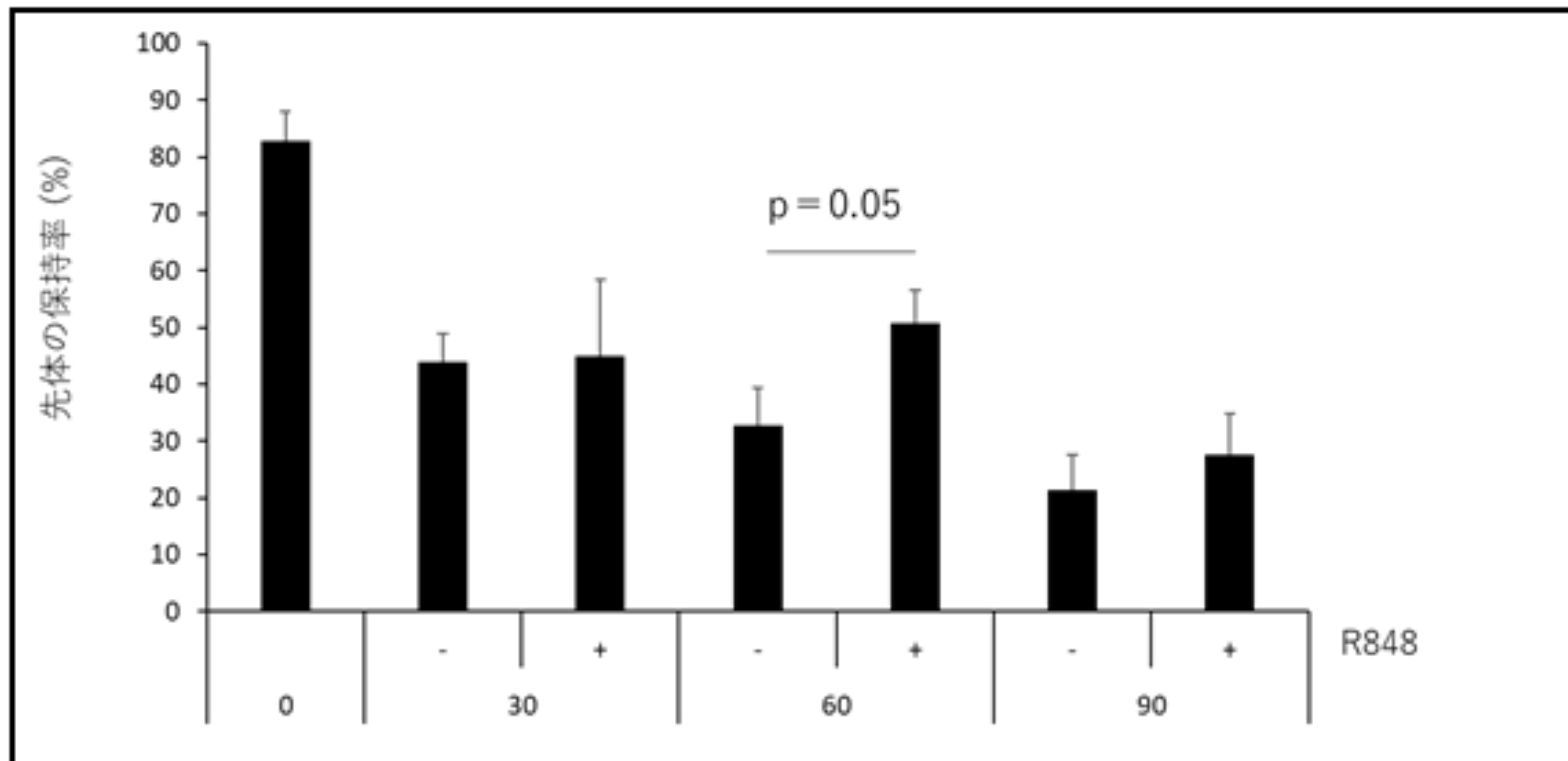


回収操作が、分離比率に直結する
= 作業者間差が大きい

大量処理かつ操作を簡便化したX精子分離技術の開発

- 激しく泳ぐ精子は、引き続いて先体反応を誘起する
- 先体内の酵素が流出した精子は、受精能力を消失する
- R848処理は、運動を抑制する＝先体反応を抑制する可能性がある

分離しなくてもX精子のみが受精能を保持する精液を作成できる



X精子のみ受精力を保持させる精子処理方法

1. 射出精液をヒロスワインB液で希釈する(50億/100ml)
2. 室温で放置後(15度で保存しておいた精子でもよい), 500g, 5分, 室温条件で遠心分離する
3. 上澄みを回収する(回収した上澄みは, 1000g以上で遠心分離し, 上澄みを回収して, 室温で保管しておく)
4. 精子を分離溶液で懸濁する
5. 60分, 37度で培養する
6. 500g, 5分, 室温条件で遠心分離する
7. 上澄みを除去し, 3.で回収した上澄みで懸濁する
8. 15度で保管し, 人工授精に用いる

| | オス | メス | ♀比 |
|--------|----|----|-----|
| コントロール | 25 | 25 | 50% |
| R848 | 13 | 23 | 64% |

R848の先体保護作用がブタ人工授精の雌雄比に与える影響

豚の雌雄産み分け事業化 「広島大学発新興「ルラビオ」

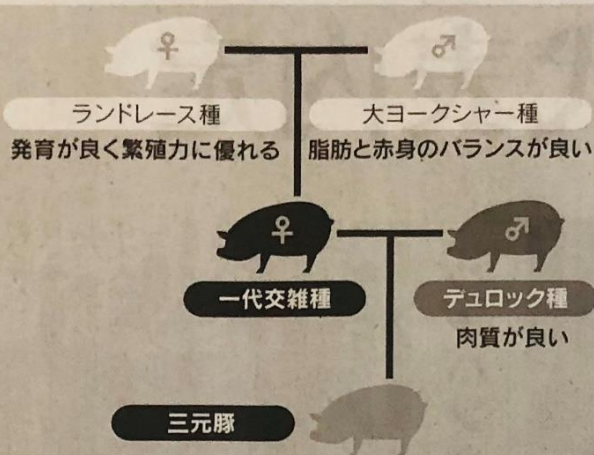
広島大学発スタートアップのルラビオ（広島県東広島市）は、豚などの雌雄産み分け技術を事業化する。広島大学大学院統合生命科学研究所の島田昌之教授らのグループによる研究成果を生かし、産み分けのための薬剤と装置を3年以内をめどに商品化する。豚肉の効率的な生産のために需要は大きいとみている。



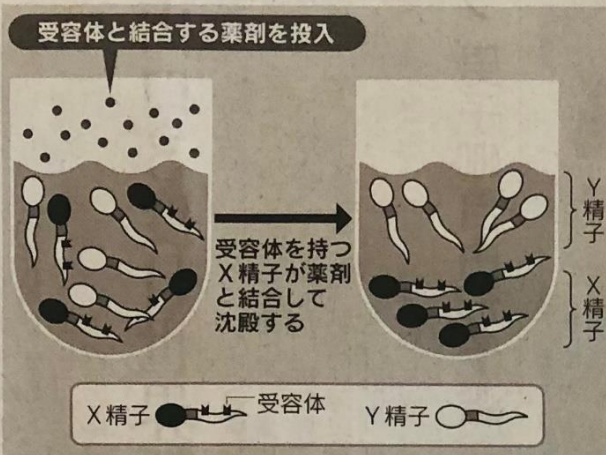
広島大の島田昌之教授らの研究成果を事業化する

ルラビオは4月7日付の設立で、社長に化学系商社出身の白川晃久氏が就いた。資本金は300万円。島田教授は直接経営には関与しないが、島田教授が社長を務め、家畜の精液凍結保存に強みを持つ広島クライオプリザベーションサービス（東広島市）が33%を出資した。ルラビオは産み

三元豚は3種類の長所を生かそうとしている



X精子とY精子を分離する仕組み



薬剤・装置を商品に

3年内メド、豚肉を効率生産

分け技術の特許を持つ広島大と特許を使うためのライセンス契約を結び、雌雄の産み分けのための技術を事業化する。島田教授らが2019年に発表した研究成果は、哺乳類の雄と雌の産み分けの決め手となるX染色体を持つ精子とY染色体を持つ精子に機能の違いがあるということに着目した内容だ。卵子はX染色体を持ち、X精子と結びつければ「XX」で雌になり、Y精子なら「XY」で雄になる。X精子とY精子はこれまで機能の違いはないと考えられてきたが、島田氏らはX精子にだけ外部刺激に反応する「受容体」があることを突きとめた。

分け技術の特許を持つ広島大と特許を使うためのライセンス契約を結び、雌雄の産み分けのための技術を事業化する。島田教授らが2019年に発表した研究成果は、哺乳類の雄と雌の産み分けの決め手となるX染色体を持つ精子とY染色体を持つ精子に機能の違いがあるということに着目した内容だ。卵子はX染色体を持ち、X精子と結びつければ「XX」で雌になり、Y精子なら「XY」で雄になる。X精子とY精子はこれまで機能の違いはないと考えられてきたが、島田氏らはX精子にだけ外部刺激に反応する「受容体」があることを突きとめた。

発表した論文

Umehara T, Kawai T, Goto M, Richards JS, Shimada M.

Creatine enhances the duration of sperm capacitation: a novel factor for improving in vitro fertilization with small numbers of sperm. *Hum Reprod.* 2018 Jun 1;33(6):1117-1129.

Zhu Z, Umehara T, Okazaki T, Goto M, Fujita Y, Hoque SAM, Kawai T, Zeng W, Shimada M.

Gene expression and protein synthesis in mitochondria enhance the duration of high-speed linear motility in boar sperm. *Front Physiol.* 2019 Mar 12;10:252.

Zhu Z, Kawai T, Umehara T, Hoque SAM, Zeng W, Shimada M.

Negative effects of ROS generated during linear sperm motility on gene expression and ATP generation in boar sperm mitochondria. *Free Radic Biol Med.* 2019 Sep;141:159-171.

Umehara T, Tsujita N, Shimada M.

Activation of Toll-like receptor 7/8 encoded by the X chromosome alters sperm motility and provides a novel simple technology for sexing sperm. *PLoS Biol.* 2019 Aug 13;17(8):e3000398.

Umehara T, Tsujita N, Zhu Z, Ikedo M, Shimada M.

A simple sperm-sexing method that activates TLR7/8 on X sperm for the efficient production of sexed mouse or cattle embryos. *Nat Protoc.* 2020 Aug;15(8):2645-2667.

Zhu Z, Umehara T, Tsujita N, Kawai T, Goto M, Cheng B, Zeng W, Shimada M.

Itaconate regulates the glycolysis/pentose phosphate pathway transition to maintain boar sperm linear motility by regulating redox homeostasis. *Free Radic Biol Med.* 2020 Nov 1;159:44-53.

Umehara T, Tsujita N, Goto M, Tonai S, Nakanishi T, Yamashita Y, Shimada M.

Methyl-beta cyclodextrin and creatine work synergistically under hypoxic conditions to improve the fertilization ability of boar ejaculated sperm. *Anim Sci J.* 2020 Jan;91(1):e13493.

Md. Mazharul Islam, Umehara T, Tsujita N, Shimada M

Saturated fatty acids accelerate linear motility through mitochondrial ATP production in bull sperm. *Reprod Biol Med.* 2021 20(3): 289-298.

主な講演

- 第2回 JISRAM公開講座 「コープイン京都」大会議室 平成31年3月24日 「精巣、精嚢腺と精子の酸化ストレス」
- 香川県立保健医療大学 大学院保健医療学研究科臨床検査学専攻 博士後期課程第3回学術セミナー 令和含年10月2日「精子と卵のバイオロジーとテクノロジー」
- 東北大学大学院農学研究科セミナー 令和元年10月18日(金)「簡便かつ安価な雌雄産み分け方法の開発に成功！」
- 第50回精子研究会 郡山商工会議所会議室 2019年10月19日「精子の代謝機構解析を基盤とした繁殖技術開発」
- 生殖補助医療技術者のためのリカレントセミナー 大阪セミナー 令和含年12月15日 「生殖生物学からの生殖技術」
- 第4回ART Clinical Research Conference 令和2年2月21日 「生殖生物学から考える生殖工学技術, 精子処理と体外受精」
- 第19回生殖バイオロジー東京シンポジウム 2020年9月13日(日)「X/Y精子選別の新手法」
- 第113回日本繁殖生物学会大会 市民公開シンポジウム 2020年9月25日(金)「哺乳類の雌雄比が1:1となる仕組み, ~その制御による新たな雌雄産み分け法~」
- 広島大学 畜産酪農拠点セミナー 2020年11月配信 「簡便かつ安価な雌雄産み分け方法の開発に成功」
- 第23回日本IVF学会学術集会 生殖細胞のエネルギー代謝解析からARTへのトランスレーション「精子, 卵, 受精卵の代謝機構とその人為的制御, ARTへの応用」
- 東京海洋大学セミナー 2020年12月8日(火)「精子特異的な発現遺伝子TLR7/8を刺激する哺乳類の雌雄産み分け法」
- 日本胚移植技術研究会鳥取大会 特別講演 2021年2月3日(水)「X精子特異的な発現遺伝子TLR7/8を刺激する哺乳類の雌雄産み分け」

研究室メンバー

助教

梅原 崇, PhD

川合 智子, PhD

辻田 菜摘, PhD

岡本 麻子, PhD

研究員

古家後 雅典, PhD

山中 貴寛, PhD

岡部 綾美

Moustafa Elhamouly, PhD

Mahmoud Awad, PhD

博士課程後期

後藤 雅昭

Adetunji Adedeji Olufemi

Mazharul Islam

博士課程前期

藤田 航平, 川島 千佳

俵 孝輔, 日比 勇馬

Pallas Christos

学部生

新井 彩恵, 佐藤 亜美

坂井 美月, 小島 潤也



本研究に関する共同研究先

帯広畜産大学 宮本教授, 東海大学 今川教授, 近畿大学 谷准教授
大分県農林水産研究指導センター, 家畜改良事業団, 全農ETセンター,
(株)ノベルズ, (株)プリマハム, (株)フリーデン

本研究に関する研究費

平成30年～令和2年度 公益財団法人 全国競馬・畜産振興会(JRA) 精子発現遺伝子による雌雄産み分け法開発事業