

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 6 月 3 日現在

機関番号：32607

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19H03117

研究課題名(和文) 飼養管理が牛の繁殖性と卵巣機能に与える影響：牛卵子内の脂質組成と発生能の関係

研究課題名(英文) Effects of feeding management on bovine fertility and ovarian function: relationship between lipid profile and developmental competence of oocytes

研究代表者

永野 昌志 (Nagano, Masashi)

北里大学・獣医学部・教授

研究者番号：70312402

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,300,000円

研究成果の概要(和文)：泌乳初期ホルスタイン牛の卵子中トリアシルグリセロール(TAG)は、未経産牛より多く、卵子発生能低下と関連すると考えられた。また、血中遊離脂肪酸(FFA)と卵子中FFAには相関があり、卵子採取21日前の栄養状態と負の相関があった。すなわち、濃厚飼料中心の飼養管理下では、牛卵子にとってFFA脂肪毒性のリスクの高いことが分かった。培養細胞に酸素を直接供給できるガス透過型ウェルを用いて発育途上にある牛卵子を抗酸化剤添加した培地を用いて、培養当初4日間を5%酸素、後半4日間を20%酸素下で培養した。その結果、この培養条件下で発育した牛卵子の核成熟能と発生能が促進されることが分かった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

牛繁殖性の低下は農家コストの上昇に直結する問題である。特に乳牛においては分娩後の急激な乳量増加に伴って削瘦し、栄養状態がマイナスの状態となってしまう。この状態では体脂肪をエネルギーとして使用するため、血中遊離脂肪酸濃度が高まり、卵子内に余分な脂質が貯留することで卵子発生能を低下させると考えられる。本研究によって、卵子内に脂質が蓄積する過程や卵子発生能に悪影響を与える可能性のある脂質種の一端が明らかとなった。また、本研究で開発した卵子が体内で発育する期間と類似した発育培養方法は、卵子発生過程の謎を解明するためのツールとなり、酪農・畜産領域のみならずヒト不妊領域の研究進展にも資すると考えられる。

研究成果の概要(英文)：Oocyte triacylglycerols (TAG) were significantly higher in cows in the early lactation stage than in heifers. Plasma free fatty acids (FFA) were high at 20-30 days in milk (DIM). Oocyte FFA positively correlated with plasma FFA, but negatively correlated with the mean energy balance and 21 days before oocyte collection. Elevated oocyte FFA in cows in the early postpartum period under intensive feeding management suggested that oocytes were at a high risk of FFA lipotoxicity.

In addition, the effects modulated (5-20%) oxygen environments on the in vitro development of bovine oocyte-cumulus-granulosa cell complexes (OCGCs) cultured in the presence or absence of an antioxidant (astaxanthin: Ax) were evaluated by using gas permeable culture wells. The presence of Ax in the 5-20% O<sub>2</sub> condition promoted oocyte nuclear maturation and development of OCGCs.

研究分野：獣医繁殖学

キーワード：卵子 飼養管理 牛

## 1. 研究開始当初の背景

1990年代に60%以上であった乳牛の人工授精受胎率は、2000年代に入って低下の一途を辿り、現在では40%程度まで落ち込んでいる。一方、受胎率と反対に1頭当りの泌乳量は増え続けたことから、乳量増加を目的とした改良が受胎率低下の主要因であると考えられている。これは日本国内のみならず、高泌乳牛を飼育する各先進国でも同様である。しかし、近年、国内および国外から、乳量の多い牛群(農家)は乳量の少ない牛群に比べて人工授精受胎率が高いという報告がなされるようになった。一定以上の乳量を維持するには、牛の健康管理や餌の摂取量をこまめにチェックする必要があり、高い人工授精受胎率を維持するにも発情行動などのこまめな観察が不可欠であることから、行き届いた管理が牛の繁殖性を維持していると考えられる。遺伝的改良によって産乳量が劇的に増加した現代の乳牛では、分娩後の乳生産開始に伴って、消費エネルギー量が急激に増加し、摂餌によって供給されるエネルギー量を上回るため、負のエネルギーバランス(NEB; Negative Energy Balance)になる。NEBにある乳牛は体脂肪を動員して、不足したエネルギーを補おうとするが、血中の遊離脂肪酸(FFA; Free Fatty Acid)の急激な増加は、牛の代謝能力を上回り、脂肪肝の原因となる。肝機能の低下した牛では、卵胞発育に重要な役割を果たすインスリン様成長因子1分泌の低下が起こり、繁殖性の低下をもたらされると考えられている。しかし、NEBによって誘起される血液の高FFA状態が、配偶子である卵子に及ぼす影響は分かっていない。

## 2. 研究の目的

本研究は、ホルスタイン種乳牛の飼養管理が卵子発生能に与える影響を明らかにすることを目的として、まず、体外受精によって発生能が高いと考えられている卵子および低いと考えられている卵子内に貯留する遊離脂肪酸(FFA)とトリアシルグリセロール(TAG)組成について検討を行った。次に、粗飼料を主とする、あるいは日本国内で一般的に行われている濃厚飼料を多給する飼養管理が卵子の脂質貯留に与える影響について検討した。これらの研究は卵子が発生能を獲得した後の直径2~3 mm以上の卵胞から採取するが、卵子への脂質貯留および発生能獲得に関連した基礎的な卵子発育はこれ以前に行われると考えられる。そこで、生体から卵子採取ができないような小さな卵胞由来の卵子を食肉検査場由来卵巣から採取して、体内での卵子発育環境を再現できるような培養系の確立を目指した。

## 3. 研究の方法

### 1) 液体クロマトグラフィー質量分析(LC/MS)を用いた牛卵子発生能に影響する脂質の検討

食肉検査場由来のホルスタイン種卵巣から卵子を吸引採取し、卵丘細胞を完全に除去した後、実体顕微鏡下で観察される卵子形態によって正常卵子(高発生能)および変性過程にある卵子(低発生能)に分類した。まず、LC/MSに必要な卵子数を調べ、次に形態の異なる卵子の脂質プロファイルを行った。

### 2) 飼養管理の異なる乳牛における血中および卵子中脂質の解析

放牧を行い粗飼料給与を主とした農場において泌乳牛を泌乳初期、最盛期および中期に分類するとともに未経産牛から超音波診断装置を用いて卵子を採取し、卵丘細胞を取り除いた後に卵子の脂質プロファイルを行った。また、濃厚飼料を多給している農場において、泌乳牛を分娩後20-30、40-50、60-80および130-160日(DIM; days in milk)に分類して同様の実験を行い、栄養状態の指標として分娩後のボディコンディションスコア(BCS; body condition score)の変化との関係について検討した。

### 3) 牛卵子発生能獲得機序を明らかにするための卵子発育培養法の確立

食肉検査場由来のホルスタイン種卵巣の皮質を単離し、実体顕微鏡下で皮質内の初期胞状卵胞(直径1 mm以下)を切り出した。切り出した初期胞状卵胞から卵子-卵丘細胞-顆粒層細胞複合体(OCGC; oocyte-cumulus-granulosa cell complex)を単離して、ガス透過型あるいは一般的なガス非透過型96穴プレートでOCGCを培養した。培養時の酸素濃度を5あるいは20%とし、培養液への抗酸化剤(Astaxanthin: Ax)の添加効果についても確認した。

## 4. 研究成果

### 1) 液体クロマトグラフィー質量分析(LC/MS)を用いた牛卵子発生能に影響する脂質の検討

解析に用いる卵子脂質の検出感度と精度を調べるため、1、5および10個の卵子から脂質を抽

出し、検出された TAG と FFA の分子種数および各分子種の相対イオン強度を比較した。その結果、TAG は、卵子 1 個では 8 種、5 個および 10 個では 16 種検出でき、牛卵子の脂質分析には 5 個程度の卵子が必要であることが分かった。

次に、卵子を形態によって正常卵子 (Normal) および変性過程にある卵子 (Degenerating) に分類して脂質分析を行った。その結果、Normal は Degenerating に比べて TAG 含量が少なく、FFA 含量の多いことが分かった (図 1)。また、ミトコンドリア内膜に局在するリン脂質であるカルジオリン (CL) は酸化に関連し、ミトコンドリア構造と機能の維持に重要な役割を果たしている。Degenerating において CL 含量が Normal に比べて極めて少なくなっていることは、ミトコンドリアにおけるエネルギー産生が不十分であることを示している。また、哺乳動物組織においては CL18:2 が CL(18:2)<sub>4</sub> として最も多く含まれていることが知られているが、牛卵子においては CL72:6((18:1)<sub>2</sub>(18:2)<sub>2</sub>) が最も多く、続いて 70:4((16:1)<sub>1</sub>(18:1)<sub>3</sub>) および 72:7((18:1)<sub>1</sub>(18:2)<sub>3</sub>) が多いことから、CL18:1 が最も多くなった。CL 構成の変化はミトコンドリア機能の異常に関連すると考えられるが、本研究において CL 構成変化が卵子発生能に与える影響について明らかにするには至っていない。しかし、CL 含量の低下はミトコンドリア活性の低下および卵子発生能の低下に関連していると考えられた。

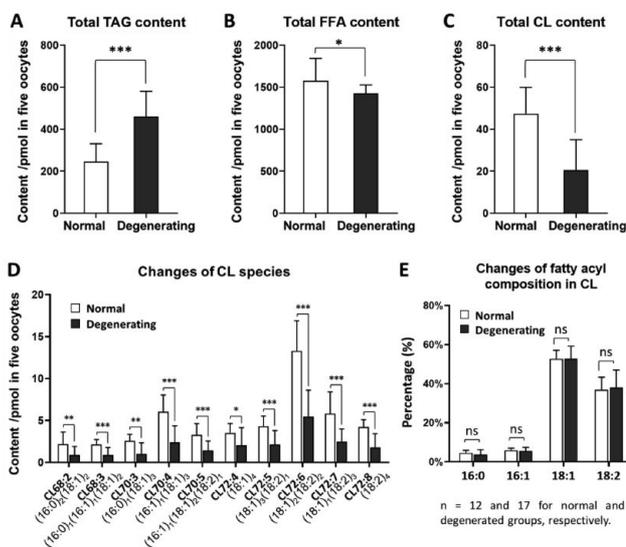


図 1. 牛卵子内に含まれるトリアシルグリセロール (TAG)、遊離脂肪酸 (FFA) およびカルジオリン (CL) と CL 構成

## 2) 飼養管理の異なる乳牛における血中および卵子中脂質の解析

放牧中心の農場において、泌乳初期、最盛期および中期の泌乳牛および未経産牛から卵子を採取して脂質分析を行ったところ、血中 FFA 濃度と卵子中 TAG 含量に相関関係が認められた (図 2)。また、血中 FFA は飽和および不飽和ともに泌乳初期が泌乳中期や未経産牛に比べて多く、卵子においては 50-54 carbon の TAG 含量が泌乳初期で未経産牛に比べて多かった (図 3)。FFA はエネルギー産生の基質であり、他の脂質の原料となる重要な物質である。4 日間の絶食による血中 FFA 濃度の上昇は卵胞液中の FFA 濃度を上昇させるものの卵子中 TAG 量には影響を与えないと報告されていたが、本研究では長期間 NEB の状態にさらされる泌乳初期においては増加した血中 FFA が卵子中 TAG を増加させ、卵子発生能に悪影響を与えている可能性が示された。

泌乳初期の牛において血中 FFA 濃度が高く卵子中 TAG 含量が多かったことは卵子-卵丘細胞複合体 (COC; cumulus-oocyte complex) において FFA から TAG に変換されていることが推察された。大量の FFA は小胞体ストレス、ミトコンドリア障害やアポトーシスの誘導など脂肪毒性を有することが知られている。すなわち、泌乳初期の牛においては、FFA を TAG に変換することで脂肪毒性を回避しようとしている可能性がある。しかし、泌乳初期の牛卵子中に含まれる TAG 量は他の泌乳期と変わらなかったことから、泌乳初期の血中 FFA 量が COC の脂肪毒性回避能力を上回っていることを示しているのかもしれない。また、泌乳中の経産牛の卵子細胞質は未経産牛の卵子に比べて黒色を示すことが報告されている。この黒色は TAG の貯留を示し、過度の TAG 貯留は卵子発生に悪影響を与えると考えられる。本研究においても発生能の低い変性過程にある卵子では TAG 含量の多いこ

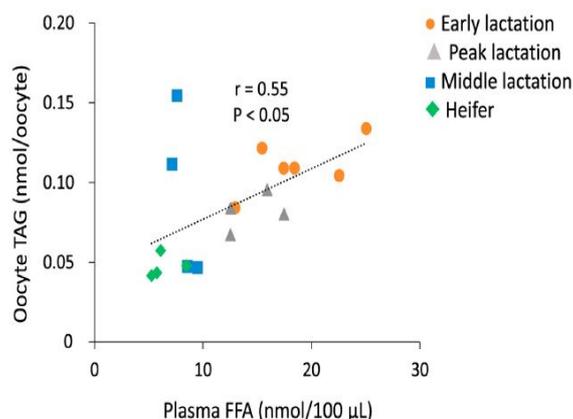


図 2. 血中 FFA 濃度と卵子中 TAG

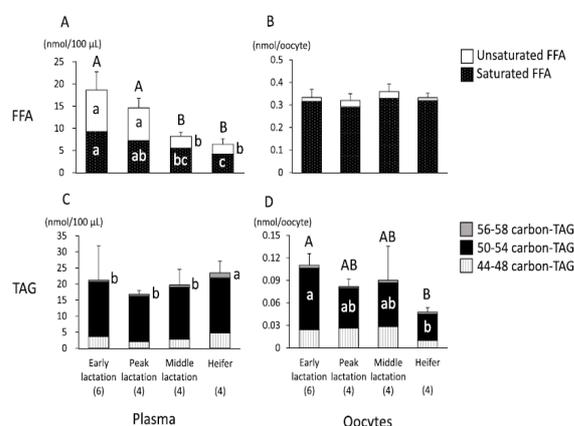


図 3. 血中および卵子中の FFA 濃度と TAG 含量およびその組成と乳期の関係

とが明らかになっている。すなわち、分娩後牛の卵巣内卵子は FFA の脂肪毒性を低下させるために TAG に変換し、内部に貯留した TAG を必要に応じて FFA に再変換することでエネルギー源としているものの、過度の FFA 供給は卵子のこういった正常性保持機能を攪乱させ、その結果、発生の低下した卵子には多量の TAG が貯留するものと考えられた。

濃厚飼料多給農場においても粗飼料中心で使用する農場と同様に分娩直後の血中 FFA 濃度および卵子中 FFA 含量が高く、日数経過とともに低下した(図 4)。卵子中 TAG 含量については分娩後の BCS 低下が 0.5 未満であったものは 130-160 DIM で他の分娩後日数に比べて低い値を示したものの、BCS 低下が 1.5 以上であった牛においては泌乳初期と同との高い値を示した。乳牛を健康的に管理するためには分娩後の BCS 低下を 1.0 未満に抑える必要があると考えられている。本研究の結果は、分娩後の急激な BCS 低下は卵子内に過度の TAG 貯留を促し、長期間にわたって卵子発生能の低下、すなわち繁殖性の低下をもたらす可能性を示唆している。

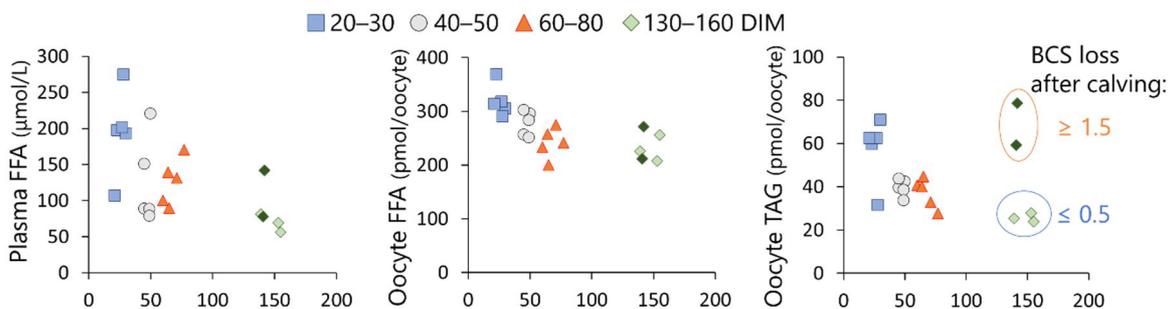


図 4. 分娩後日数と卵子中 FFA と TAG 量の関係

### 3) 牛卵子発生能獲得機序を明らかにするための卵子発育培養法の確立

OCGC をガス透過型 (GP: gas permeable) あるいはガス非透過型 (control) の 96 穴プレートを用い、20%酸素、5%二酸化炭素の気相で 8 あるいは 12 日間培養した。GP 群に Ax 添加も行った (GP+Ax) とし、培養 8 日目の卵子直径は GP+Ax 群で最も大きくなったが、培養 12 日目の GP+Ax 群は 8 日目よりも小さく、他群と比較して小さくなった。また、各培養日数の体外発育卵子を成熟培養したところ、培養 8 日目の GP+Ax 群の核成熟率が最も高かった(図 5)。

各培養方法において活性酸素発生量 (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 量) を測定したところ、Control 群と GP 群はそれぞれ 73.4 ± 8.5 および 82.9 ± 14.1 μM であり、GP+Ax 群の 54.0 ± 8.7 μM よりも高かった。以上の結果から、ガス透

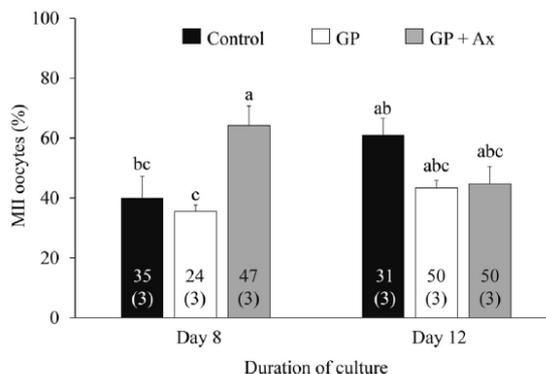


図 5. GP および Ax 添加が卵子発育培養 8 および 12 日目の卵子核成熟能に与える影響  
abc 異符号間に有意差あり。

過型培養器を用い、抗酸化剤を添加して牛卵子を発育培養することで従来 12 日間必要であった卵子発育が、体内での卵子発育に要するのを同程度の 8 日間に短縮可能であることが示唆された。しかし、核成熟した卵子を体外受精に供したところ、卵割率は約 30% であり、胚盤胞への発生率も約 10% と低かったことから次の実験を行った。

次の実験では、次の実験では全てガス透過型培養器を用い、培養時の酸素濃度を 8 日間通して 5% とする 5-5% 群および前半 4 日間を 5%、顆粒層細胞が増殖する後半 4 日間を 20% とする 5-20% 群を設定した。さらに、これらの培養方法に対する Ax 添加効果について検討を行った。その結果、活性酸素発生量は 5-5% 群に Ax 添加した場合 (5-5%+Ax) に最も低く、5-20% 群に Ax 添加なし (5-20%-Ax) で最も高かった(図 6)。また、5-20%+Ax 群の活性酸素発生量は 5-5%-Ax 群と同程度であった。

発育培養後の卵子直径は 4 群とも約 114 μm で同等であったものの、卵子核成熟能は 5-20%+Ax 群が他群に比べて高く、体内発育した卵子 (in vivo grown oocytes) と同等であった。また、5-20%+Ax 群における体外受精後の卵割率は 5-5% 群と同程度であった。胚盤胞発生率は 5-5%+Ax より低かったものの、胚盤胞の細胞数は同等であった(図 7)。

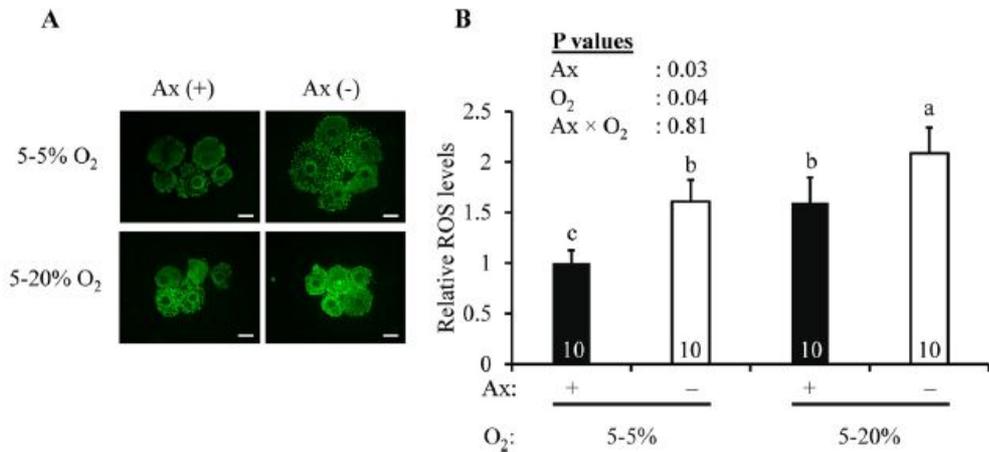


図6. 培養時の酸素濃度とAx添加が活性酸素種産生に及ぼす影響  
 abc 異符号間に有意差あり.

以上の結果から、抗酸化剤であるアスタキサンチンを発育培養液に添加し、ガス透過型の培養器を用いて牛卵子を培養することで卵子発育を体内での発育と同程度まで速めることが可能となった。また、発育培養初期の環境を5%酸素とすることで胚盤胞への発生能は改善されることが示されたが、体内発育卵子よりも低かった。今回の研究では後半の培養酸素濃度は20%でしか行っていないが、顆粒層細胞数が著しく増加する培養後半は酸素消費量も増加すると考えられるため、今後、最適な酸素濃度について検討する必要がある。また、今回の培養には5%濃度で牛胎児血清を添加しており、過度の脂質が卵子に供給されていたと考えられる。培養液に添加した脂質量および脂質種が卵子発生能に与える影響について検討するため、無血清培地による牛卵子の発育培養を試みたが、無血清培地で発育した卵子の直径は小さく、成熟培養後に第二減数分裂中期には到達しなかった。今後、様々な実験モデルとなり得る無血清培地を用いた牛卵子発育培養系を確立する必要がある。

本研究において、牛卵子における脂質組成の詳細が初めて明らかになった。また、卵子脂質組成に影響を与えないと報告されていた血中遊離脂肪酸量が卵子脂質量に影響していることも明らかとなった。この影響は短期間のものではなく、本来であれば次の妊娠が成立しているべき分娩後130-160日目でも続く可能性が示されたことにより、分娩前後の乳牛の飼養管理の重要性がより明確に示された。分娩後の乳牛の飼養管理を適正化し、卵子発生能を最大限に高める卵子内脂質組成およびそのための使用方法、あるいは採取した卵子の培養方法については今後の検討課題である。

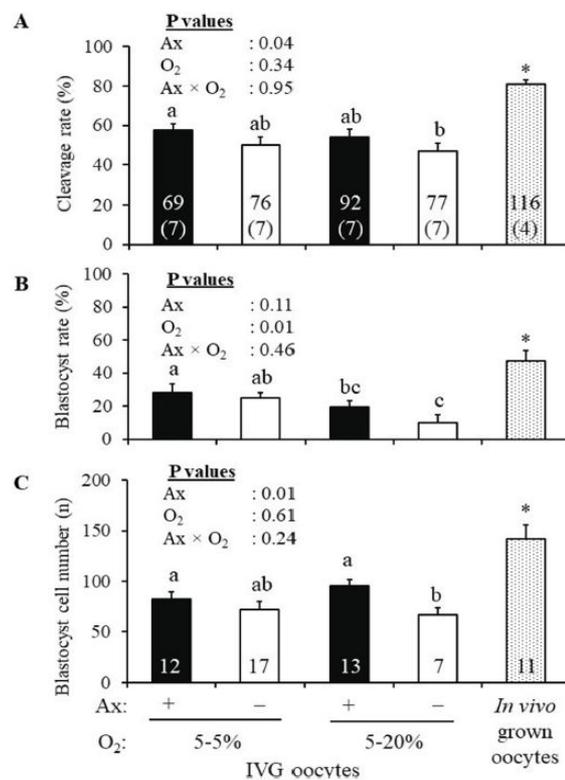


図7. 各培養条件下で発育した体外発育卵子と体内発育卵子の体外受精後の発生能  
 \* 体外発育卵子より有意に高い.  
 abc 異符号間に有意差あり.

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 9件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Sakaguchi Kenichiro, Nagano Masashi	4. 巻 150
2. 論文標題 Follicle priming by FSH and pre-maturation culture to improve oocyte quality in?vivo and in?vitro	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Theriogenology	6. 最初と最後の頁 122 ~ 129
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.theriogenology.2020.01.023	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Chelenga Madalitso, Sakaguchi Kenichiro, Abdel-Ghani Mohammed A., Yanagawa Yojiro, Katagiri Seiji, Nagano Masashi	4. 巻 157
2. 論文標題 Effect of increased oxygen availability and astaxanthin supplementation on the growth, maturation and developmental competence of bovine oocytes derived from early antral follicles	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Theriogenology	6. 最初と最後の頁 341 ~ 349
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.theriogenology.2020.07.023	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Yang Yinghua, Kanno Chihiro, Sakaguchi Kenichiro, Katagiri Seiji, Yanagawa Yojiro, Nagano Masashi	4. 巻 142
2. 論文標題 Theca cells can support bovine oocyte growth in?vitro without the addition of steroid hormones	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Theriogenology	6. 最初と最後の頁 41 ~ 47
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.theriogenology.2019.09.037	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Chen Zhen, Wu Yue, Nagano Masashi, Ueshiba Kouki, Furukawa Eri, Yamamoto Yusuke, Chiba Hitoshi, Hui Shu-Ping	4. 巻 144
2. 論文標題 Lipidomic profiling of dairy cattle oocytes by high performance liquid chromatography-high resolution tandem mass spectrometry for developmental competence markers	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Theriogenology	6. 最初と最後の頁 56 ~ 66
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.theriogenology.2019.11.039	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Furukawa Eri, Masaki Tomoyuki, Sakaguchi Kenichiro, Bo Min, Yanagawa Yojiro, Ueda Koichiro, Nagano Masashi	4. 巻 13
2. 論文標題 Relationship between the timing of the first postpartum ovulation and antral follicle counts in Holstein cows	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Ovarian Research	6. 最初と最後の頁 1~9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s13048-020-0610-5	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Sakaguchi Kenichiro, Yanagawa Yojiro, Yoshioka Koji, Suda Tomoko, Katagiri Seiji, Nagano Masashi	4. 巻 17
2. 論文標題 Relationships between the antral follicle count, steroidogenesis, and secretion of follicle-stimulating hormone and anti-Müllerian hormone during follicular growth in cattle	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Reproductive Biology and Endocrinology	6. 最初と最後の頁 1~13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s12958-019-0534-3	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Furukawa Eri, Chen Zhen, Ueshiba Hiroki, Wu Yue, Chiba Hitoshi, Yanagawa Yojiro, Katagiri Seiji, Nagano Masashi, Hui Shu-Ping	4. 巻 176
2. 論文標題 Postpartum cows showed high oocyte triacylglycerols concurrently with high plasma free fatty acids	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Theriogenology	6. 最初と最後の頁 174~182
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.theriogenology.2021.09.034	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Chelenga Madalitso, Sakaguchi Kenichiro, Kawano Kohei, Furukawa Eri, Yanagawa Yojiro, Katagiri Seiji, Nagano Masashi	4. 巻 177
2. 論文標題 Low oxygen environment and astaxanthin supplementation promote the developmental competence of bovine oocytes derived from early antral follicles during 8 days of in vitro growth in a gas-permeable culture device	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Theriogenology	6. 最初と最後の頁 116~126
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.theriogenology.2021.10.014	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Sakaguchi Kenichiro, Suda Tomoko, Ninpetch Nattapong, Kawano Kohei, Yanagawa Yojiro, Katagiri Seiji, Yoshioka Koji, Nagano Masashi	4. 巻 93
2. 論文標題 Plasma profile of follicle stimulating hormone and sex steroid hormones after a single epidural administration of follicle stimulating hormone via caudal vertebrae in Holstein dry cows	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Animal Science Journal	6. 最初と最後の頁 e13696
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/asj.13696	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 1件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 坂口 謙一郎, 柳川 洋二郎, Ninpetch Nattapong, 河野 光平, 須田 智子, 吉岡 耕治, 片桐 成二, 永野 昌志
2. 発表標題 非泌乳期ホルスタイン種経産雌牛における卵胞刺激ホルモンの尾椎硬膜外腔投与後の血漿中性ステロイドホルモン動態
3. 学会等名 第113回日本繁殖生物学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Chelenga Madalitso, 坂口 謙一郎, 古川 瑛理, 柳川 洋二郎, 片桐 誠二, 永野 昌志
2. 発表標題 Astaxanthin supplementation during IVG culture under different oxygen tensions promotes developmental competence of bovine oocytes derived from early antral follicles
3. 学会等名 第163回日本獣医学会学術集会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 坂口 謙一郎, 河野 光平, 柳川 洋二郎, 片桐 成二, 永野 昌志
2. 発表標題 卵巣内の主席卵胞と黄体の存在が初期胞状卵胞由来卵子の核成熟能と顆粒層細胞の性ステロイドホルモン産生能に及ぼす影響
3. 学会等名 第163回日本獣医学会学術集会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 古川瑛理, 陳震, 窪友瑛, MADALITSO Chelenga, YUE Wu, 千葉仁志, 柳川洋二郎, 片桐成二, 惠淑萍, 永野昌志
2. 発表標題 ホルスタイン種泌乳牛の分娩後日数及びボディコンディションスコアと卵子中トリアシルグリセロール量の関係
3. 学会等名 第164回日本獣医学会学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 永野昌志
2. 発表標題 牛卵子発生能と卵巣予備能の関係
3. 学会等名 第4回日本胚移植技術研究会大会シンポジウム「生産性・受胎性を向上させる生殖細胞からのアプローチ」(招待講演)
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	上田 宏一郎  (Ueda Koichiro)  (20301872)	北海道大学・農学研究院・教授   (10101)	
研究分担者	窪 友瑛  (Kubo Tomoaki)  (50825338)	地方独立行政法人北海道立総合研究機構・農業研究本部 酪農試験場・研究職員   (80122)	
研究分担者	惠 淑萍  (Hui Shu-Ping)  (90337030)	北海道大学・保健科学研究院・教授   (10101)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	坂口 謙一郎  (Kenichiro Sakaguchi)	北海道大学・獣医学研究院・客員研究員  (10101)	
研究協力者	古川 瑛理  (Furukawa Eri)	北海道大学・獣医学院・博士課程大学院生  (10101)	
研究協力者	柳川 洋二郎  (Yanagawa Yojiro)	北海道大学・獣医学研究院・助教  (10101)	
研究協力者	片桐 成二  (Katagiri Seiji)	北海道大学・獣医学研究院・教授  (10101)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関