

令和 2 年 5 月 28 日現在

機関番号：21401  
研究種目：基盤研究(C)（一般）  
研究期間：2016～2019  
課題番号：16K07993  
研究課題名（和文）新規転写因子EGAM1ホメオタンパク質群による遺伝子発現と胚発生制御の分子基盤  
  
研究課題名（英文）Molecular mechanisms underlying the regulation of mammalian embryogenesis by EGAM1 homeoproteins  
  
研究代表者  
小林 正之（Kobayashi, Masayuki）  
  
秋田県立大学・生物資源科学部・教授  
  
研究者番号：50211909  
交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,700,000円

研究成果の概要（和文）：本研究代表者はマウス初期胚より，構造上深い関連性を有する新規転写因子EGAM1ホメオタンパク質群（3種）を発見した。本研究では，胚発生における当該タンパク質群の役割と標的遺伝子を解明し，胚発生や細胞機能を制御する新たな分子基盤の確立を目指した。その結果，EGAM1ホメオタンパク質群は初期胚に含まれる胎仔前駆細胞（内部細胞塊）の形成，および胚発生の初期に形成される胎盤前駆細胞（栄養外胚葉）の形成もしくは維持に重要であることが明らかになった。

#### 研究成果の学術的意義や社会的意義

EGAM1ホメオタンパク質群は初期胚に含まれる胎仔前駆細胞と胎盤前駆細胞の維持もしくは形成に重要であることより，初期胚の形成とその後の胚着床に重要である。すなわち，初期胚全体の形成もしくは維持に關与する，稀な転写因子であると考えられる。これらのことより，EGAM1ホメオタンパク質群の発現異常は，初期流産の一因になると考えられる。本研究の発展は，産婦人科領域・産業動物の生産等，人類の持続的な発展に大きく寄与する。

研究成果の概要（英文）：Recently, we identified the structurally related EGAM1 homeoproteins in both preimplantation mouse embryos and embryonic stem (ES) cells. In this study, we investigated the roles of EGAM1 homeoproteins in the progression of embryogenesis. We generated mouse ES cell lines stably expressing respective EGAM1 homeoproteins. From these ES cell-transfectants expressing exogenous EGAM1N or EGAM1C, trophoblast stem (TS) like-cells were induced. This suggests that EGAM1N and EGAM1C are crucial for formation or maintenance of the trophectoderm in preimplantation embryos. In addition, EGAM1N can partially substitute for the functions of Klf4 in the generation of mouse iPS cells, suggesting that EGAM1N probably support the formation or maintenance of inner cell mass. These results suggest that EGAM1 homeoproteins are crucial for the progression of embryogenesis.

研究分野：動物分子生殖生理学

キーワード：繁殖 EGAM1ホメオタンパク質群 初期胚 ES細胞 発生 転写因子 遺伝子発現

様式 C - 19 , F - 19 - 1 , Z - 19 ( 共通 )

## 1 . 研究開始当初の背景

マウス胚では、「最初の細胞分化」は受精3日後の桑実胚で開始し、4日後の胚盤胞では胎仔前駆細胞と胎盤前駆細胞・卵黄嚢前駆細胞が形成される。胚の着床と妊娠維持には、胎仔と胚体外組織(胎盤と卵黄嚢)の形成を担う転写因子が決定的に重要である。胎仔前駆細胞を培養して得たES細胞をつかい、これに関与する重要な転写因子群が発見された。個別の組織の形成は複雑な過程を経るが、それぞれの素過程を担う転写因子の詳細な実態は不明である。

そこで本研究代表者は、「最初の細胞分化」が開始するマウス桑実胚そのものから新規転写因子を探索することを考案した。その結果、構造上深い関連性を有する新規転写因子EGAM1ホメオタンパク質群(3種)を発見した(Saito, Kobayashi ら, Biol Reprod 2010)。EGAM1は卵黄嚢への分化(Soma, Kobayashi ら, J Biosci Bioeng 2012)、EGAM1Nは胎仔前駆細胞の未分化状態維持に関与する可能性がある(Saito, Kobayashi ら, Biol Reprod 2010; Sato, Kobayashi ら, J Biosci Bioeng 2015)。全く予期せぬことに、目でEGAM1が強く発現すること(Saito, Kobayashi ら, Biotech Biotechnol Eq 2012)、妊娠後期の胎盤でEGAM1C発現量が急激に高まり、妊娠維持・泌乳に関わる胎盤由来ホルモン群の発現が促進されることを発見した(Saito, Kobayashi ら, Reproduction 2011)。EGAM1ホメオタンパク質群は、細胞の未分化状態の維持・細胞分化のみならず、多様な遺伝子の発現に関与する非常に重要な転写因子であると考えている。

現在の社会情勢は、高度不妊治療への需要、動物性タンパク質の効率的・安定供給への需要が一段と増している。本研究では、当該タンパク質群についてまだ解明されていない基礎研究を完成し、子宮への胚着床の安定性と、その後の流産との関連を追求するための基盤を固める。特に、胚発生における当該タンパク質群の本質的な役割と、転写調節を受ける標的遺伝子の全体像、転写因子として機能する分子メカニズムを解明する。本研究により、胚発生における新規な転写制御メカニズムを提示することができる。

## 2 . 研究の目的

胚発生における当該タンパク質群の役割と標的遺伝子の全体像を解明し、胚発生や細胞機能を制御する新たな分子基盤を確立すること、である。これにより、子宮への胚着床の安定性とその後の流産との関連を追及するための研究基盤を確立する。

## 3 . 研究の方法

(1) マウス胚の発生過程で形成される未分化細胞のモデル細胞として、マウスES細胞を選択した。これまでの研究により作出した、EGAM1ホメオタンパク質群それぞれを個別に発現するマウスES細胞に対し、マウス胚盤胞から胎盤幹細胞(TS細胞)を樹立する培養条件を基盤とした種々の培養条件を適用した。これにより、ES細胞からTS細胞に分化転換を誘導できるか検証した。得られたTS様細胞(iTS細胞)の遺伝子発現、タンパク質発現、エピゲノム状態を検証し、完全なTS細胞に分化転換を誘導できたか検証した。

(2) ヒト胚発生とEGAM1ホメオタンパク質群の関連を検証するため、ヒト相同遺伝子であるTPRX1ホメオタンパク質をヒト胚性癌細胞株NT2細胞において強制発現させた。細胞分化に関連する種々の遺伝子発現について検証した。

(3) 初期胚に含まれる胎仔前駆細胞(未分化細胞)の形成と維持におけるEGAM1ホメオタンパク質群の機能を検証するために、マウスiPS細胞の樹立システムを応用した。またこの時、遺伝子機能を詳細に検証するために、外来遺伝子の発現を調節できる新たな遺伝子発現調節システムの開発を試みた。

(4) マウス胚盤胞からTS細胞を樹立する培養条件、およびiTS細胞への分化転換実験を行う際

には、培養液に FGF4 (線維芽細胞増殖因子 4) を添加することが必須である。本研究代表者は、すでに大腸菌発現 FGF4 を作成する技術を確立している (Hosoi, Kobayashi ら, J Reprod Dev 2011)。効率的に iTS 細胞を誘導する技術を確立するために、FGF4 活性と構成するアミノ酸残基の関連を検証した。

(5) RFP を組込んだ EGAM1 ホメオタンパク質群強制発現 ES 細胞と 8 細胞期胚との集合キメラ胚を作成し、これらの ES 細胞がキメラ胚のどの細胞種 (胎仔前駆細胞・胎盤前駆細胞) に寄与するか検証した。また、マウス初期胚において遺伝子発現を抑制する技術を開発することにより、EGAM1 ホメオタンパク質群の機能を解析する実験系の準備を行った。

#### 4. 研究成果

(1) ES 細胞は、胎盤形成に重要な転写因子を強制発現させない限り、TS 細胞に分化転換できないことが知られている。EGAM1N もしくは EGAM1C を強制発現させた ES 細胞から TS 細胞に酷似した細胞 (iTS 細胞) が得られた。これらの性質について検証したところ、TS 細胞のマーカー (TS 細胞マーカーである転写因子 Cdx2, 分化 TS 細胞マーカーである Pl1, Tpbpa 等) の発現が認められ、かつ、エピゲノム状態も TS 細胞と酷似していることが明らかになった。これにより、EGAM1 ホメオタンパク質群と胎盤前駆細胞の成立と維持に係る関係性について、直接的ともいえる強力な関係があることを実証することに成功した。すなわち、EGAM1 ホメオタンパク質群の標的遺伝子として、Cdx2 遺伝子に例示される栄養外胚葉の形成に必須な遺伝子群であると考えられる。

(2) ヒト NT2 細胞において TPRX1 を強制発現させたところ、原始内胚葉系列細胞への分化が促進され、逆に栄養外胚葉への分化が抑制された。これにより、ヒト TPRX1 タンパク質は EGAM1 タンパク質と機能的にも相同であることを明らかにし、査読付原著論文 (国際) として発表した。

(3) マウス iPS 細胞の樹立に必須な遺伝子群 (Oct4, Sox2, Klf4, c-Myc) について、EGAM1 ホメオタンパク質群により代替できるか検証した。その結果、EGAM1N は Klf4 を代替できることが明らかになった。ただし、代替能は限定的であり、得られた iPS 細胞は分化しやすく、非常に不安定であることが判明した。また、外来遺伝子の発現を調節できる新たな遺伝子発現調節システムとして Cumate システムが有効であること、これによりマウス iPS 細胞を樹立できることを証明した。

(4) TS 細胞の細胞状態維持と増殖に必須な細胞増殖因子 FGF4 のタンパク質構造について、2 個のみ存在するシステイン残基はヘパリン結合能および細胞増殖促進活性に強く関連することを明らかにし、査読付原著論文 (国際) として発表した。

(5) RFP を組込んだ EGAM1 ホメオタンパク質群強制発現 ES 細胞と 8 細胞期胚との集合キメラ胚を作成したが、胚盤胞への発生率は非常に低く、明確な結果を得ることができなかった。一方、アンチセンスモルフォリノを遺伝子導入試薬 Endo-Porter により遺伝子導入することにより、マウス初期胚における遺伝子発現を簡便に抑制できることを明らかにし、査読付原著論文 (国際) として発表した。

## 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 3件/うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Kumagai Y., Kikuchi T., Nonaka A., Hiraide M., Sato Suguru, Sakuraoka M., Sasaki A. and Kobayashi M.	4. 巻 33
2. 論文標題 Site-directed mutagenesis of cysteine to serine residues affects heparin binding and mitogenicity in fibroblast growth factor 4 produced in Escherichia coli	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Biotechnology & Biotechnological Equipment	6. 最初と最後の頁 498-503
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/13102818.2019.1590161	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 Mori Y., Sakuraoka M., Suzuki T., Sato S., Sugawara S., Hiraide M., Sato S. and Kobayashi M.	4. 巻 32
2. 論文標題 Exogenous TPRX1 homeoprotein modulates the gene expression of lineage specific transcription factors in human embryonal carcinoma cells	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Biotechnology and Biotechnological Equipment	6. 最初と最後の頁 646-652
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/13102818.2018.1447396	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 Sasaki A., Kimura F., Miura M., Toshima G., Takahashi J., Maruya S., Kobayashi M. and Hata K.	4. 巻 53
2. 論文標題 Lipoprotein profiles of hepatic cell lines at various stages of differentiation	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 In Vitro Cellular & Developmental Biology - Animal	6. 最初と最後の頁 93-95
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11626-016-0091-4	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 該当する
1. 著者名 Sasaki A., Hiwatashi K., Kumagai K., Hata K. and Kobayashi M.	4. 巻 81
2. 論文標題 Relationships between the expression of hepatocyte nuclear factors and factors essential for lipoprotein production in a human mesenchymal stem cell line, UE7T-13	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry	6. 最初と最後の頁 262-270
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ab.2016.06.032	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 該当する

1. 著者名 Kasuga K., Sasaki A., Matsuo T., Yamamoto C., Minato Y., Kuwahara N., Fujii C., Kobayashi M., Agematu H., Tamura T., Komatsu M., Ishikawa J., Ikeda H. and Kojima I.	4. 巻 101
2. 論文標題 Heterologous production of kasugamycin, an aminoglycoside antibiotic from <i>Streptomyces kasugaensis</i> , in <i>Streptomyces lividans</i> and <i>Rhodococcus erythropolis</i> L-88 by constitutive expression of the biosynthetic gene cluster	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Applied Microbiology and Biotechnology	6. 最初と最後の頁 4259-4268
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00253-017-8189-5	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 該当する

1. 著者名 小林正之[CA]	4. 巻 70
2. 論文標題 ES細胞・iPS細胞の研究動向 (依頼総説)	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 宮城県獣医師会会報	6. 最初と最後の頁 186-191
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 Nonaka A., Yoshida M., Iha M., Kubo Y., Kihara Y., Kikuchi T., Kumagai Y., Sasaki A. and Kobayashi M.	4. 巻 68
2. 論文標題 Exogenous expression of homeoprotein EGAM1N prevents in vitro cardiomyogenesis by impairing expression of T and Nkx2.5, but not Mef2c, in mouse embryonic stem cells.	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Cytotechnology	6. 最初と最後の頁 2431-2436
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10616-016-9961-6	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 Sato Y., Sato S., Kikuchi T., Nonaka A., Kumagai Y., Sasaki A. and Kobayashi M.	4. 巻 509
2. 論文標題 Knockdown of gene expression by antisense morpholino oligos in preimplantation mouse embryos cultured in vitro.	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Analytical Biochemistry	6. 最初と最後の頁 41-45
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ab.2016.06.032	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 菊地 貴裕、楠原 夏生、野中 愛純、熊谷 友希、平出 美鈴、佐々木 玲、福田 智一、小林 正之	4. 巻 66
2. 論文標題 リポフェクション法による遺伝子導入とpiggyBacトランスポゾンシステムを 組み合わせた、非ウイルスベクターによる高効率なマウスiPS 様細胞の 樹立技術の開発	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 東北畜産学会報	6. 最初と最後の頁 16-22
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 -

〔学会発表〕 計28件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件)

1. 発表者名 喜多悠斗, 平出美鈴, 桜岡みづき, 西村優花, 小林正之
2. 発表標題 ウシiPS細胞の未分化状態維持に適した培養条件に関する検討
3. 学会等名 日本畜産学会第127回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 桜岡みづき, 佐藤梓織, 喜多悠斗, 小林正之
2. 発表標題 EGAM1ホメオタンパク質群によるマウスES細胞から胎盤幹細胞への分化転換とエピゲノム就職との関連
3. 学会等名 日本畜産学会第127回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 西村優花, 佐藤卓, 桜岡みづき, 喜多悠斗, 湯上佳美, 小林正之
2. 発表標題 Cumate誘導型の遺伝子発現調節システムを応用したマウスiPS細胞の樹立
3. 学会等名 日本畜産学会第127回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 福田智一, 片山雅史, 谷哲弥, 小林正之
2. 発表標題 All in oneトランスポゾンベクターを用いたブタiPS細胞の樹立と生物学的解析
3. 学会等名 日本畜産学会第127回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 喜多悠斗, 平出美鈴, 桜岡みづき, 小林正之
2. 発表標題 ウシiPS様細胞における遺伝子発現に関する研究
3. 学会等名 第112回日本繁殖生物学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 桜岡みづき, 佐藤梓織, 喜多悠斗, 小林正之
2. 発表標題 EGAM1ホメオタンパク質群と栄養外胚葉関連遺伝子群との関連, 遺伝子発現およびDNAメチル化の解析
3. 学会等名 第112回日本繁殖生物学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 喜多悠斗, 平出美鈴, 桜岡みづき, 小林正之
2. 発表標題 ウシiPS細胞様細胞の分化多能性に関する研究
3. 学会等名 第69回東北畜産学会山形大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 桜岡みづき, 佐藤梓織, 喜多悠斗, 小林正之
2. 発表標題 EGAM1ホメオタンパク質群と胎盤前駆細胞の形成との関連に関する研究
3. 学会等名 第69回東北畜産学会山形大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 佐藤卓, 桜岡みづき, 鈴木崇浩, 小林正之
2. 発表標題 哺乳動物細胞によるインターフェロントウの生産およびその生物活性定量法の開発を目指した試み
3. 学会等名 第68回東北畜産学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 桜岡みづき, 佐藤卓, 伊波百恵, 佐藤梓織, 古舘千秋, 小林正之
2. 発表標題 マウス初期胚から発見したEGAM1ホメオタンパク質群と胎盤前駆細胞との関連に関する研究: マウスES細胞からTS細胞への分化誘導
3. 学会等名 第68回東北畜産学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 佐藤卓, 桜岡みづき, 菊地貴裕, 小林正之
2. 発表標題 Pseudomonas putidaのcmtオペロンを応用したマウスiPS細胞の樹立
3. 学会等名 第111回日本繁殖生物学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 桜岡みづき、佐藤卓、伊波百恵、佐藤梓織、古舘千秋、小林正之
2. 発表標題 EGAM1ホメオタンパク質群によるマウスES細胞からTS様細胞への分化転換とTS様細胞の継代培養
3. 学会等名 第111回日本繁殖生物学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 佐藤卓、桜岡みづき、喜多悠斗、鈴木惇史、小林正之
2. 発表標題 Cumate誘導型の遺伝子発現システムによるマウスiPS細胞の樹立
3. 学会等名 日本畜産学会第125回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鈴木崇浩、喜多悠斗、佐藤卓、桜岡みづき、小林正之
2. 発表標題 種々のウシ遺伝子群を応用したウシiPS細胞樹立の試み
3. 学会等名 日本畜産学会第125回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 桜岡みづき、佐藤梓織、佐藤卓、喜多悠斗、小林正之
2. 発表標題 ホメオタンパク質EGAM1NおよびEGAM1Cは栄養外胚葉関連遺伝子群の発現を促進する
3. 学会等名 日本畜産学会第125回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hiraide, M., Sato, S., Sakuraoka, M., Suzuki, T., Kusahara, N., Fukuda, T. and Kobayashi M. [CA]
2. 発表標題 Application of bovine pluripotency factors for generation of bovine iPS cells
3. 学会等名 Fourth World Congress of Reproductive Biology, Okinawa Convention Center (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Sato, S., Kikuchi, T., Hiraide, T. and Kobayashi M. [CA]
2. 発表標題 Effect of EGAM1 homeoproteins identified in preimplantation mouse embryos on the generation of mouse iPS cells
3. 学会等名 Fourth World Congress of Reproductive Biology, Okinawa Convention Center (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 佐藤卓, 平出美鈴, 桜岡みづき, 鈴木崇浩, 小林正之
2. 発表標題 マウス初期胚から発見したEGAM1ホメオタンパク質群による, マウスiPS細胞の誘導に必要な山中4因子の代替活性に関する研究
3. 学会等名 第67回東北畜産学会青森大会, 県民福祉プラザ 県民ホール
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 平出美鈴, 佐藤卓, 鈴木崇浩, 桜岡みづき, 福田智一, 小林正之
2. 発表標題 ウシ遺伝子群を応用したウシiPS細胞樹立の試み
3. 学会等名 第67回東北畜産学会青森大会, 県民福祉プラザ 県民ホール
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 平田統一, 東海林篤, 阿部佳代子, 鈴木幸太, 赤坂茂, 千田広幸, 佐々木修, 佐々木修一, 桃田優子, 小林正之
2. 発表標題 発生培養液に添加したbFGF4Lがウシ体外受精胚の発生と受胎性に及ぼす影響
3. 学会等名 日本胚移植研究会・東日本家畜受精卵移植技術研究会合同大会, 京都大学
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 桜岡みづき, 相馬未来, 平出美鈴, 佐藤卓, 鈴木崇浩, 小林正之
2. 発表標題 ホメオタンパク質EGAM1 はマウスES細胞から原始内胚葉系列細胞への分化を促進する
3. 学会等名 日本畜産学会第124回大会, 東京大学
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 佐藤卓, 平出美鈴, 桜岡みづき, 鈴木崇浩, 小林正之
2. 発表標題 Cumate発現調節システムを用いたマウスiPS細胞樹立の試み
3. 学会等名 日本畜産学会第124回大会, 東京大学
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 平出美鈴, 佐藤卓, 桜岡みづき, 鈴木崇浩, 福田智一, 小林正之
2. 発表標題 ウシ6転写因子発現ベクターおよびウシLIFを応用したウシiPS様細胞の作出
3. 学会等名 日本畜産学会第124回大会, 東京大学
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 平出美鈴、熊谷友希、佐々木玲、福田智一、小林正之
2. 発表標題 ウシiPS細胞の樹立を目指したiPS細胞誘導ベクターとウシLIF発現フィーダー細胞の開発
3. 学会等名 第109回日本繁殖生物学会大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 熊谷友希、平出美鈴、佐々木玲、小林正之
2. 発表標題 動物胚の受胎率向上を目指した、FGF4のヘパリン結合能と細胞増殖促進活性に重要な部位の解明
3. 学会等名 第122回日本畜産学会大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 平出美鈴、楠原夏生、桜岡みづき、鈴木崇浩、熊谷友希、佐藤卓、佐々木玲、小林正之
2. 発表標題 ウシiPS細胞の樹立に必要な遺伝子組換えウシLIFの開発
3. 学会等名 第122回日本畜産学会大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 佐藤卓、佐藤梓織、古館千秋、熊谷友希、平出美鈴、佐々木玲、小林正之
2. 発表標題 ホメオタンパク質EGAM1NおよびEGAM1CによるマウスES細胞から胎盤幹細胞への分化転換
3. 学会等名 第122回日本畜産学会大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 熊谷友希、平出美鈴、佐々木玲、小林正之
2. 発表標題 動物胚の受胎率向上を目指した技術開発：線維芽細胞増殖因子4(FGF4)の生物活性に重要な部位の解明
3. 学会等名 第109回日本繁殖生物学会大会
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>makoba.Lab@APU  <a href="https://www.akita-pu.ac.jp/bioresource/dbt/biochem/makoba/index.html">https://www.akita-pu.ac.jp/bioresource/dbt/biochem/makoba/index.html</a></p>
--

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