

令和 2 年 7 月 6 日現在

機関番号：82612

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17H01588

研究課題名(和文) 生命発動と器官発生・制御に関わる卵子刷込み型X染色体不活化分子機序の解明

研究課題名(英文) Elucidation of oocyte molecular mechanism on imprinted X chromosome inactivation enabling a sequential development

研究代表者

阿久津 英憲 (Akutsu, Hidenori)

国立研究開発法人国立成育医療研究センター・生殖医療研究部・部長

研究者番号：50347225

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 33,100,000円

研究成果の概要(和文)：卵子成熟期でクロマチン凝縮状態だったものが、受精後非対称性のクロマチン状態となり、初期の胚盤胞期で両アリルクロマチンは一旦弛緩し“ニュートラル”な状態(クロマチンの初期化)となる。その後、胎盤発生では非対称クロマチン状態をとるものの着床周辺期にかけ個体発生系では雌雄ランダムクロマチン凝縮のもとX染色体のランダム不活性化が起こっていくことを明らかにしてきた。X染色体不活化を制御する核クロマチンの凝縮-弛緩制御は多能性因子のOct4遺伝子が担い、OCT4タンパク質はクロマチン凝縮から弛緩状態を導くクロマチンオープナーとして働き、OCT4の時空間制御と全能性獲得が関連していることを示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

X染色体不活化は、卵子、初期胚の細胞内動態が胎盤発生と成体健康状態・疾患へ明確に影響するバイオシステムとして研究できる唯一の発生モデルである。着床周辺期までに決定するX染色体不活化分子制御機構を明らかにすることは女性の細胞基本動態を理解することで多領域にわたる女性医学の進展に大きく貢献するものである。

研究成果の概要(英文)：During oocyte maturation, the chromatin is condensed, but after fertilization, the chromatin becomes asymmetric condensing. At the early blastocyst stage, each allylic chromatin relaxes and becomes "Neutral" (chromatin initialization). Subsequently, it has been shown that although placental development takes the form of asymmetric chromatin, random inactivation of the X chromosome occurs in ontogenetic systems under the condensation of random chromatin of both sexes during the peri-implantation periods. Oct4 gene, a pluripotent factor, is responsible for controlling the condensation and relaxation of nuclear chromatin that controls X-chromosome inactivation, and the OCT4 protein acts as a chromatin opener that leads to a relaxed state from chromatin condensation, indicating that the spatiotemporal control of OCT4 is associated with totipotency.

研究分野：生殖発生医学

キーワード：Xist Oct4 初期胚

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

産婦人科領域の主たる対象は女性である。その細胞核では、X染色体を2つ持つ核型である。哺乳類ではX染色体を1本もつ個体と2本もつ個体の間で遺伝子発現量を補正する仕組み(遺伝子量補償機構)が進化してきた。このX染色体不活性化という現象は極めて厳密に行われ、その乱れは正常な発生を大きく阻害し胚性致死に至る。近年、ヒトでは流産や不育症のみならず、卵巣癌、乳癌や肺癌など女性の悪性腫瘍化にも関連が示唆されている(Chaligné R and Heard E. Review in FEBS letters 2014)。遺伝子量補償機構は、1961年にMary LyonによりX染色体不活性化機構の仮説(Lyon MF. Nature 1961)が提示されて以降活発に研究されているが、分子機序では未だ不明な点が多い。その主な理由は、分子機構としてユニークかつ複雑な制御機構が着床前から獲得されてくることにある。X染色体不活性化機構の制御を担う遺伝子はLong non-coding RNAのXist遺伝子であり、タンパク質をコードしない機能的なRNAとして初めて見出された。X染色体不活性化は受精卵発生過程でおこり着床周辺期までにダイナミックに変動する。申請者らは、マウスモデルを用いて、Xist遺伝子を制御する機構は、受精卵ではDNAメチル化以外の制御機構が刷込み型(インプリンティング)で機能する極めてユニークな制御機構をとることを明らかにしてきた。申請者は、これまでこの観点から卵細胞の機能を分子レベルで解明する研究を行ってきた。これにより卵子・受精卵に対するマイクロインジェクションによる遺伝子機能評価系と極めて少ない細胞数でクロマチンアッセイを可能としたembryo ChIP(eChIP)解析系を構築出来た。そして、受精後に精子由来X染色体は不活化され、一方卵子X染色体が優先的に働く仕組みがヒストン3(H3)の9番目のリジン(K)にメチル基(me)が3つ付加されていること(H3K9me3)を世界で初めて見出した(Fukuda A, Nakabayashi K, Akutsu H*, et al. Nat Commun 2014)。受精卵でのX染色体不活性化の主体的制御がDNAメチル化ではなくヒストンコードのたった一つの特定アミノ酸に対する化学的修飾であることを示した(Nature Communication誌の2014注目の論文に選定)。そもそも卵子は細胞質内にXist遺伝子発現誘導因子であるRnf12遺伝子を豊富に蓄えている。つまり、卵子のデファクトはX染色体不活性化型であり、精子由来細胞核では受精後にXist遺伝子が発現しX染色体が不活化される。卵子核ではXist遺伝子の発現調整領域では特異的にH3K9me3が付加され、さらに局所的にクロマチン凝縮を制御していることを明らかにもしてきた(Fukuda A, Akutsu H*, et al. Development 2015)。受精から着床までの短い期間で非対称的なクロマチン状態を伴うこの刷込み型Xist遺伝子発現パターンが乱れると着床後早期に胚性致死に陥るため、初期胚でのX染色体不活化制御機構の理解がいかに重要であるかわかる。

2. 研究の目的

X染色体不活化制御の乱れは胚性致死、器官機能低下や悪性腫瘍などに関連する。X染色体不活化は卵子形成から着床前期までに準備され(X染色体-精子不活化、卵子活性化)、胎盤では精子不活化が維持され着床周辺期で一生涯続く不活化状態(雌雄ランダム型)が決定される。X染色体不活化は、卵子、初期胚の細胞内動態が胎盤発生と成体健康状態・疾患へ明確に影響するバイオシステムとして研究できる唯一の発生モデルである。着床周辺期までに決定するX染色体不活化分子制御機構を明らかにすることは女性の細胞基本動態を理解することで多領域にわたる女性医学の進展に大きく貢献するものである。本研究では、卵子形成～着床期：着床前期胚とES/EpiSC細胞を用いたクロマチン初期化機構とアリル選択性の解明、そして個体と胎盤系へと発生運命が分かれる着床期以降では、in vivoモデルを応用し、卵子型凝縮クロマチンの初期化～ランダム型クロマチン凝縮の分子メカニズムを解明する。

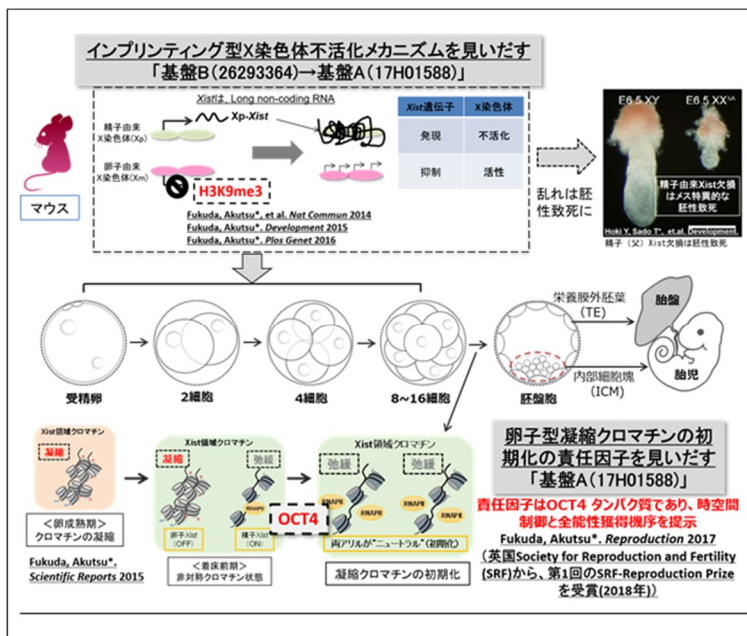
3. 研究の方法

本研究は、X染色体不活化研究で第一人者である近畿大学佐渡教授、ゲノム・エピゲノム解析を生物学的意義づけの観点から研究を進めている中林との共同研究体制で実施する。最終的に統合的X染色体不活化制御機構の機序を明らかにしていく。マウスを実験モデルとして行う。卵子形成～着床期：「卵子刷込み型(非対称性)クロマチン凝縮から初期化機構の解明」を行う。申請者らはH3K9me3が卵子型X染色体不活化のキーになることを見出した。さらに付随する非対称性クロマチン凝縮と初期化機構を全能性獲得関連転写因子に着目し全体解明につなげる。着床期～胎仔期：「卵子型凝縮クロマチンの初期化から成人型不活化選択機序の解明」

を行う。と連動して卵子刷込み型凝縮クロマチン初期化機構から不活化アレルの選択機序について Xist 遺伝子欠損マウスを用いた分子遺伝学的アプローチを駆使していく。着床期～胎盤発生：「胎盤発生における X 染色体クロマチン構造の解明」は Xist 制御領域欠損マウスを用いて次世代シーケンサーを用いたトランスクリプトーム及びエピゲノム解析を重点して行う。多能性幹細胞への展開：「多能性幹細胞の質を規定する X 染色体不活化動態の検証：初期胚での実証を展開」を行う。ES 細胞（ナイーブ型）と EpiSC 細胞（プライムド型）に体して初期胚クロマチン凝縮制御機序を反映し未分化の階層性について幹細胞の質を規定する X 染色体不活化動態を明らかにしていく。

4. 研究成果

これまでの研究成果として、卵子成熟期でクロマチン凝縮状態だったものが、受精後非対称性のクロマチン状態となり、初期の胚盤胞期で両アレルクロマチンは一旦弛緩し「ニュートラル」な状態（クロマチンの初期化）となる。その後、胎盤発生では非対称クロマチン状態をとるものの着床周辺期にかけ個体発生系では雌雄ランダムクロマチン凝縮のもと X 染色体のランダム不活性化が起こっていくことを明らかにしてきた（図 1）。さらに、本基盤 A 研究の成果として、少し発生が進んだ時点の胚盤胞期



から着床期および胚発生にかけて影響する 3 つの重要な点を明らかにした。1) CRISPR/Cas9 を応用した Xist 変異機能解析から、胎盤組織では父由来 X 染色体が正常に不活化されず X 連鎖遺伝子発現量が 2 倍になるだけでなく、驚くことにゲノム全体の遺伝子発現が異常になることを突き止めた (Sakata Y, Sado T*. *Development* 2017)。X 染色体が正常に不活性化されないと、X 連鎖遺伝子の発現が単純に 2 倍になるというのではなく、ゲノム全体の遺伝子発現が異常になることが判明した。この点は、遺伝子量補償の生物学的意義を考えるうえでも重要な成果であり、X 染色体関連疾患の病態をゲノムレベル考察するのに必要な知見である。2) 着床周辺期で起こる X 染色体ランダム不活化が一生涯維持される仕組みについて、SMC ファミリーに属するエピジェネティック・クロマチン制御因子 SmcHD1 が不活化状態を安定に維持するために必要なエピジェネティック修飾構築に必須であることを見いだした (Sakakibara Y, Sado T*. *Development* 2018)。SMCHD1 は、ヒトでは顔面肩甲上腕型筋ジストロフィーの発症に関与している点からもまだ詳細が不明な病態機序解明へ向け寄与する成果である。3) X 染色体不活化を制御する核クロマチンの凝縮-弛緩制御は多能性因子の Oct4 遺伝子が担うことを見いだした (Mitani A, Akutsu H*, et al. *Zygote* 2017; Fukuda A, Akutsu H*. *Reproduction* 2017)。OCT4 タンパク質の細胞質-核内移行期の 8 細胞期以降とも合致し、初期胚における X 染色体不活化に関し、OCT4 はクロマチン凝縮から弛緩状態を導くクロマチンオープナーとしての関与をあり、OCT4 の時空間制御と全能性獲得が関連していることを示した。本成果により、英国 Society for Reproduction and Fertility (SRF) から、第 1 回の SRF-Reproduction Prize を受賞した。X 染色体不活化は、卵子、初期胚の細胞内動態が胎盤発生と成体健康状態・疾患へ明確に影響するバイオシステムとして研究できる唯一の発生モデルである。着床周辺期までに決定する X 染色体不活化分子制御機構を明らかにすることは女性の細胞基本動態を理解することで多領域にわたる女性医学の進展に大きく貢献するものである。最近の成果 (Fukuda A, Akutsu H*. *FEBS Letters* 2020) でも Oct4 以外の多能性因子が胚盤胞でのクロマチンの初期化と成人型 (ランダ

ム)の X 染色体不活化に関与することが明らかになった。今後は、着床周辺期以降での分子機構解明をより明らかにすることで、これまでの基盤研究成果をより発展的にヒト胚および疾患動態の分子機序解明へ導ける段階に来た。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計19件（うち査読付論文 19件 / うち国際共著 6件 / うちオープンアクセス 15件）

1. 著者名 Fukuda Atsushi, Umezawa Akihiro, Akutsu Hidenori	4. 巻 1861
2. 論文標題 Manipulation of Xist Imprinting in Mouse Preimplantation Embryos	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Methods in Molecular Biology	6. 最初と最後の頁 47 ~ 53
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-1-4939-8766-5_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 Inoue Momoko, Kajiwara Kazuhiro, Yamaguchi Ayumi, Kiyono Tohru, Samura Osamu, Akutsu Hidenori, Sago Haruhiko, Okamoto Aikou, Umezawa Akihiro	4. 巻 Feb 13
2. 論文標題 Autonomous trisomic rescue of Down syndrome cells	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Laboratory Investigation	6. 最初と最後の頁 epub ahead
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41374-019-0230-0	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 該当する

1. 著者名 Nishino Koichiro, Arai Yoshikazu, Takasawa Ken, Toyoda Masashi, Yamazaki-Inoue Mayu, Sugawara Tohru, Akutsu Hidenori, Nishimura Ken, Ohtaka Manami, Nakanishi Mahito, Umezawa Akihiro	4. 巻 9
2. 論文標題 Epigenetic-scale comparison of human iPSCs generated by retrovirus, Sendai virus or episomal vectors	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Regenerative Therapy	6. 最初と最後の頁 71 ~ 78
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.reth.2018.08.002	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 該当する

1. 著者名 Katoh Noriko, Kuroda Keiji, Tomikawa Junko, Ogata-Kawata Hiroko, Ozaki Rie, Ochiai Asako, Kitade Mari, Takeda Satoru, Nakabayashi Kazuhiko, Hata Kenichiro	4. 巻 10
2. 論文標題 Reciprocal changes of H3K27ac and H3K27me3 at the promoter regions of the critical genes for endometrial decidualization	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Epigenomics	6. 最初と最後の頁 1243 ~ 1257
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2217/epi-2018-0006	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 該当する

1. 著者名 Hernandez Mora Jose R, Tayama Chiharu, S?nchez-Delgado Marta, Monteagudo-S?nchez Ana, Hata Kenichiro, Ogata Tsutomu, Medrano Jose, Poo-Llanillo Maria E, Sim?n Carlos, Moran Sebastian, Esteller Manel, Tenorio Jair, Lapunzina Pablo, Kagami Masayo, Monk David, Nakabayashi Kazuhiko	4. 巻 10
2. 論文標題 Characterization of parent-of-origin methylation using the Illumina Infinium MethylationEPIC array platform	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Epigenomics	6. 最初と最後の頁 941 ~ 954
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2217/epi-2017-0172	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 Usui Hirokazu, Nakabayashi Kazuhiko, Kaku Hiroshi, Maehara Kayoko, Hata Kenichiro, Shozu Makio	4. 巻 57
2. 論文標題 Elucidation of the developmental mechanism of ovarian mature cystic teratomas using B allele-frequency plots of single nucleotide polymorphism array data	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Genes, Chromosomes and Cancer	6. 最初と最後の頁 409 ~ 419
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/gcc.1	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 Mitani A, Fukuda A, Miyashita T, Umezawa A, Akutsu H.	4. 巻 25
2. 論文標題 The serine 106 residue within the N-terminal transactivation domain is crucial for Oct4 function in mice.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Zygote	6. 最初と最後の頁 197-204
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1017/S0967199417000053	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 Takasawa K, Arai Y, Yamazaki-Inoue M, Toyoda M, Akutsu H, Umezawa A, Nishino K.	4. 巻 31
2. 論文標題 DNA hypermethylation enhanced telomerase reverse transcriptase expression in human-induced pluripotent stem cells.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Human Cell	6. 最初と最後の頁 78-86
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s13577-017-0190-x.	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 Fukuda Atsushi, Motosugi Nami, Ando Mikiko, Kimura Minoru, Umezawa Akihiro, Akutsu Hidenori	4. 巻 594
2. 論文標題 Imprinted X chromosome inactivation impacts primitive endoderm differentiation in mouse blastocysts	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 FEBS Letters	6. 最初と最後の頁 913 ~ 923
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/1873-3468.13676	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 Tonikawa Junko, Takada Shuji, Okamura Kohji, Terao Miho, Ogata-Kawata Hiroko, Akutsu Hidenori, Tanaka Satoshi, Hata Kenichiro, Nakabayashi Kazuhiko	4. 巻 48
2. 論文標題 Exploring trophoblast-specific Tead4 enhancers through chromatin conformation capture assays followed by functional screening	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nucleic Acids Research	6. 最初と最後の頁 278 ~ 289
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/nar/gkz1034	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 Tsuchida N, Kojima J, Fukuda A, Oda M, Kawasaki T, Ito H, Kuji N, Isaka K, Nishi H, Umezawa A, Akutsu H.	4. 巻 89
2. 論文標題 Transcriptomic Features of Trophoblast Lineage Cells Derived From Human Induced Pluripotent Stem Cells Treated With BMP 4	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Placenta	6. 最初と最後の頁 20-32
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.placenta.2019.10.006.	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 Ito Chizuru, Akutsu Hidenori, Yao Ryoji, Yoshida Keiichi, Yamatoya Kenji, Mutoh Tohru, Makino Tsukasa, Aoyama Kazuhiro, Ishikawa Hiroaki, Kunimoto Koshi, Tsukita Sachiko, Noda Tetsuo, Kikkawa Masahide, Toshimori Kiyotaka	4. 巻 9
2. 論文標題 Odf2 haploinsufficiency causes a new type of decapitated and decaudated spermatozoa, Odf2-DDS, in mice	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 14249
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-019-50516-2	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 Yoshida T, Miyado M, Mikami M, Suzuki E, Kinjo K, Matsubara K, Ogata T, Akutsu H, Kagami M, Fukami M	4. 巻 34
2. 論文標題 Aneuploid rescue precedes X-chromosome inactivation and increases the incidence of its skewness by reducing the size of the embryonic progenitor cell pool	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Human Reproduction	6. 最初と最後の頁 1762 ~ 1769
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/humrep/dez117	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 Ogawa Seiji, Yamada Mitsutoshi, Nakamura Akihiro, Sugawara Tohru, Nakamura Akari, Miyajima Shoko, Harada Yuichirou, Ooka Reina, Okawa Ryuichiro, Miyauchi Jun, Tsumura Hideki, Yoshimura Yasunori, Miyado Kenji, Akutsu Hidenori, Tanaka Mamoru, Umezawa Akihiro, Hamatani Toshio	4. 巻 12
2. 論文標題 Zscan5b Deficiency Impairs DNA Damage Response and Causes Chromosomal Aberrations during Mitosis	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Stem Cell Reports	6. 最初と最後の頁 1366 ~ 1379
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.stemcr.2019.05.002	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 Hosoi Yusuke, Soma Miki, Shiura Hirosuke, Sado Takashi, Hasuwa Hidetoshi, Abe Kuniya, Kohda Takashi, Ishino Fumitoshi, Kobayashi Shin	4. 巻 9
2. 論文標題 Female mice lacking Ftx lncRNA exhibit impaired X-chromosome inactivation and a microphthalmia-like phenotype	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 3829
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-018-06327-6	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 Shiura Hirosuke, Sakata Yuka, Abe Kuniya, Sado Takashi	4. 巻 1861
2. 論文標題 RNA-FISH and Immunofluorescence of Mouse Preimplantation and Postimplantation Embryos	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Methods Mol Biol	6. 最初と最後の頁 161 ~ 176
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-1-4939-8766-5_13	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 Sakakibara Yuki, Nagao Koji, Blewitt Marnie, Sasaki Hiroyuki, Obuse Chikashi, Sado Takashi	4. 巻 145
2. 論文標題 Role of SmcHD1 in establishment of epigenetic states required for the maintenance of the X-inactivated state in mice	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Development	6. 最初と最後の頁 dev166462
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1242/dev.166462	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 Sado Takashi	4. 巻 372
2. 論文標題 What makes the maternal X chromosome resistant to undergoing imprinted X inactivation?	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences	6. 最初と最後の頁 20160365
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1098/rstb.2016.0365	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 Chigi Yuta, Sasaki Hiroyuki, Sado Takashi	4. 巻 23
2. 論文標題 The 5' region of Xist RNA has the potential to associate with chromatin through the A-repeat	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 RNA	6. 最初と最後の頁 1894 ~ 1901
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.12611/rna.062158.117	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5件 (うち招待講演 5件 / うち国際学会 1件)

1. 発表者名 阿久津英憲
2. 発表標題 ヒト ES細胞の臨床応用
3. 学会等名 第59回日本卵子学会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hidenori Akutsu
2. 発表標題 Regulatory Actions for Researches Using Genome Editing Technology on Human Embryos in Japan
3. 学会等名 Second International Summit on Human Genome Editing (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 阿久津英憲
2. 発表標題 ゲノム編集技術を応用したヒト受精胚研究について
3. 学会等名 第122回日本小児科学会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 阿久津英憲
2. 発表標題 ゲノム編集技術を応用したヒト受精胚研究について
3. 学会等名 第37回日本受精着床学会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 阿久津英憲
2. 発表標題 ゲノム編集の治療応用と倫理的課題
3. 学会等名 第81回日本血液学会学術集会 (招待講演)
4. 発表年 2019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	中林 一彦 (Nakabayashi Kazuhiko) (10415557)	国立研究開発法人国立成育医療研究センター・周産期病態研究部・室長 (82612)	
研究 分担者	佐渡 敬 (Sado Takashi) (70321601)	近畿大学・農学部・教授 (34419)	