

令和 2 年 7 月 7 日現在

機関番号：34204

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17H03939

研究課題名(和文) 真の全能性細胞の可視化とその制御

研究課題名(英文) Visualization and regulation of authentic totipotent cells

研究代表者

中村 肇伸 (Nakamura, Toshinobu)

長浜バイオ大学・バイオサイエンス学部・教授

研究者番号：80403202

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、MuERV-L陽性細胞に含まれることが推定される「真の全能性細胞」を同定することを目的として研究を行った。その結果、MuERV-L陽性細胞を効率よく誘導する培養条件を見出した。また、アスコルビン酸はMuERV-L陽性細胞の誘導を促進し、インスリンは抑制することを明らかにした。遺伝子発現解析や阻害剤を用いた実験から、MuERV-L陽性細胞への変換にはエネルギー代謝経路が解糖系から酸化的リン酸化に変換されることが重要であることを明らかにした。さらに、MuERV-L陽性細胞の中には、全能性を有する卵に特異的な構造であるLipid dropletを持つ亜集団が存在することを見出した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、全能性細胞を含むことが推定されるMuERV-L陽性のES細胞を効率よく誘導する方法を開発した。また、MuERV-L陽性細胞では、遺伝子発現だけでなく、エネルギー代謝経路も全能性を有する初期の着床前胚に近くなることを明らかにした。さらに、MuERV-L陽性細胞の中にLipid droplet (LD) を有する亜集団の存在を明らかにした。今後、MuERV-Lの発現とLDをマーカーとして細胞集団の選択を行うことで、最終的にはES細胞やiPS細胞よりも均一で分化能が保証された高品質な幹細胞が得られることが期待できる。

研究成果の概要(英文)：In this study, we aimed to identify "authentic totipotent cells" that are presumably existed in MuERV-L-positive cells. We found a culture condition that efficiently induced MuERV-L-positive cells. Ascorbic acid promoted the induction of MuERV-L-positive cells while insulin inhibited it. Gene expression analysis and experiments using inhibitors revealed that the conversion of the energy metabolic pathway from glycolytic to oxidative phosphorylation is critical for the transition from MuERV-L negative cells to MuERV-L-positive cells. Furthermore, we found a subpopulation of MuERV-L-positive cells with a lipid droplet, a structure specific to the totipotent oocytes.

研究分野：生殖細胞学

キーワード：全能性 多能性 ES細胞 着床前胚 MuERV-L

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

ES細胞は、胚盤胞期の将来胚体を形成する内部細胞塊から樹立された細胞であり、胎盤などの胚体外組織への分化能を失った多能性細胞であると信じられてきた。しかし、最近ES細胞には非常に低い割合で内在性のレトロウイルスであるMuERV-L (murine endogenous retrovirus with leucine tRNA primer)を発現する細胞集団が存在することが報告された。また、これらの細胞集団は、初期の着床前胚に移植した場合に、内部細胞塊だけではなく、栄養外胚葉にも寄与することから、全能性を有すると結論されていた。

2. 研究の目的

本研究では、全能性を有する初期の着床前胚に特異的に発現する遺伝子群を用いて、1個の細胞が分裂を経て内部細胞塊と栄養外胚葉に寄与できる“真の全能性細胞”を同定・可視化することを目的とした。また、全能性を保持したまま増殖させることができる“全能性幹細胞”を樹立し、細胞の全能性を規定する分子基盤を解明することをもう一つの目的とした。

3. 研究の方法

MuERV-Lの発現を可視化するために、MuERV-Lの発現を制御するLTR (Long terminal repeat) の下流でtdTomatoを発現するプラスミドを作製し、ES細胞に遺伝子導入することにより、安定細胞株を樹立した。このES細胞を、通常のES培地(GMEM+FCS+LIF) FCSをKSRに置き換えた培地(GMEM+KSR+LIF) これらの培地にES細胞を基底状態(naïve型)にすることが知られているGSKとErkの阻害剤(2i)を加えた培地(GMEM+FCS+LIF+2i、およびGMEM+KSR+LIF+2i) naïve型のES細胞用培地(N2B27+2i)を用いて5日間培養し、FACS解析によりMuERV-L陽性細胞の割合を検討した。また、SSRには無機塩、微量元素、アミノ酸、ビタミン、および数種の生理活性物質から構成されていることから、SSRの構成成分から各成分を含まないSSRを作成し、MuERV-Lの発現に及ぼす影響を検討した。さらに、KSRまたはSSRを用いて誘導したMuERV-L陽性細胞をソーティングし、RNA-seqおよびqRT-PCRにより遺伝子発現パターンの検討を行った。また、2-DG (2-Deoxy-d-glucose; 0.3-1 mM) または Rotenone (3-10 nM) を用いて、解糖系または酸化リン酸化を阻害し、MuERV-L陽性細胞の誘導に与える影響を検討した。最後に、MuERV-L陽性細胞をソーティングし、走査型電子顕微鏡による観察を行った。

4. 研究成果

MuERV-L陽性細胞を効率よく誘導できる培養条件を検討した結果、FCSの代わりにKSR(Knockout Serum Replacement)を用い、5日間培地交換せずに培養することにより、MuERV-L陽性細胞の割合が大幅に増加すること(0.1%から最大20%) FCSを含む培地を用いた場合には、培地交換せずに培養してもMuERV-L陽性細胞は誘導されないこと、2iの添加はMuERV-L陽性細胞の誘導に対して抑制的に働くこと(図1) KSRで誘導されたMuERV-L陽性細胞は、FCSを含む培地に交換した場合には速やかにMuERV-L陰性細胞に変化すること、KSRを含む培地で培地交換せずに2日間培養すれば、3日目から培地を交換しても5日目にはMuERV-L陽性細胞の割合が大幅に増加すること、を明らかにした。

次に、KSRに含まれるMuERV-L陽性細胞の誘導に関与する成分を特定することから開始した。KSRは成分が非公開であったため、KSRの類似品であり、成分が公開されているSSR(StemSure Serum Replacement)を用いてMuERV-L陽性細胞が誘導できるかどうかを検討した。その結果、SSRを用いた場合にも、KSRと同様にMuERV-L陽性細胞が効率よく誘導されることを明らかにした。次に、SSRの構成成分からチアミン、アスコルビン酸、またはインシュリンを含まないSSRを作成し、MuERV-Lの発現に及ぼす影響を検討した。その結果、アスコルビン酸

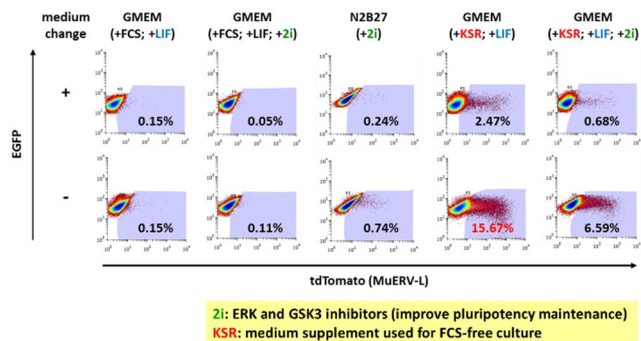


図1. 培養条件がMuERV-L陽性細胞の誘導に及ぼす影響

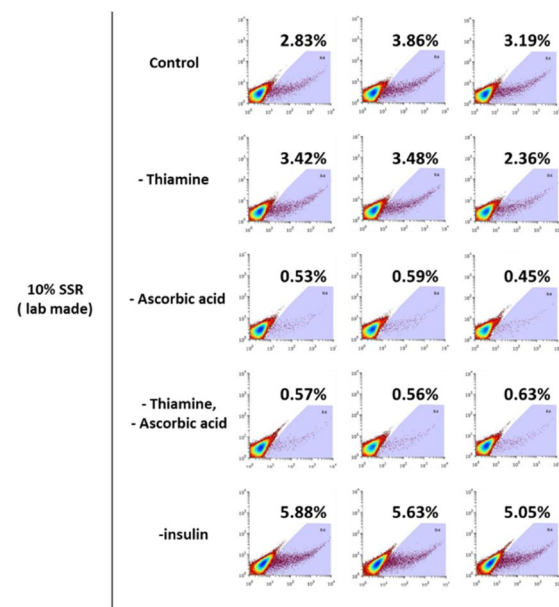


図2. SSRの構成成分がMuERV-L陽性細胞の誘導に及ぼす影響

を含まない SSR において MuERV-L 陽性細胞の割合が顕著に減少することが示された(図 2)。また、インシュリンを含まない SSR においては、MuERV-L 陽性細胞の割合が増加することが示された(図 2)。さらに、SSR からインシュリンを除くと MuERV-L 陽性細胞が顕著に増加し、通常の SSR の半分の量加えた場合にはさらに増加し、1.5 倍量加えた場合では顕著に減少することが示された(図 3)。これらのことから、アスコルビン酸は MuERV-L 陽性細胞の誘導を促進し、インシュリンは抑制的に働くことが明らかとなった。

MuERV-L 陽性細胞の遺伝子発現を網羅的に解析するために、MuERV-L 陽性細胞をソーティングし、RNA-seq を行った。その結果、FCS で培養した場合と比較して、KSR または SSR で培養した場合には、遺伝子発現が大きく変動していることが示された。また、KSR と SSR では非常に近い遺伝子発現パターンを示すことが明らかとなった(図 4)。さらに、MuERV-L 陽性細胞において解糖系に関連する遺伝子発現が顕著に低下しているのに対して、TCA 回路や酸化的リン酸化に關する遺伝子の発現にはほとんど変化が認められないことが示された。そこで、2DG (2-Deoxy-D-glucose) を用いて解糖系を阻害した場合には MuERV-L 陽性細胞の割合は増加する傾向にあるのに対して(図 5 上)、Rotenone を用いて酸化的リン酸化を阻害した場合には、MuERV-L 陽性細胞への変換が顕著に阻害されることが明らかとなった(図 5 下)。これらのことから、MuERV-L 陽性細胞への変換にはエネルギー代謝経路が解糖系から酸化的リン酸化へ変換されることが重要であることが示唆された。

次に、MuERV-L 陽性細胞の組織学的特徴を明らかにするために、電子顕微鏡による観察を行った(図 6)。その結果、ES 細胞では電子密度が低く内膜の薄いミトコンドリアが観察されたが、MuERV-L 陽性細胞では、電子密度が高く内膜が分厚いミトコンドリアが観察された(図 6、矢印)。一般に、内膜が分厚いミトコンドリアほど活発にエネルギーを産出することが知られているため、MuERV-L 陽性細胞では、ミトコンドリアで活発にエネルギーが産生されていることが示唆された。また、約 4 割の MuERV-L 陽性細胞では、卵細胞に特異的な LD (Lipid droplet) を有することが示された(図 6、矢頭)。

本研究では、KSR または SSR を用いて MuERV-L 陽性細胞を効率よく誘導できること、アスコルビン酸は MuERV-L

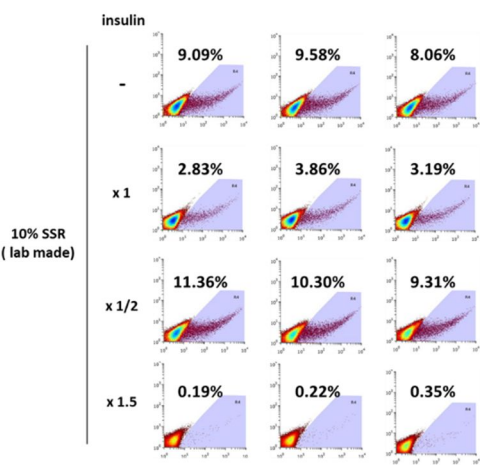


図3. インシュリンがMuERV-L陽性細胞の誘導に及ぼす影響

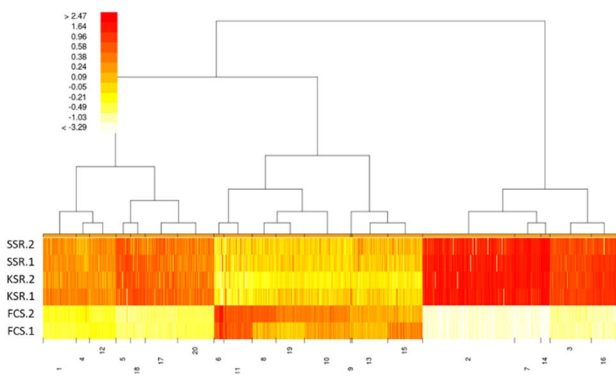


図4. FCS、KSRまたはSSRを用いて培養したES細胞の遺伝子発現パターン

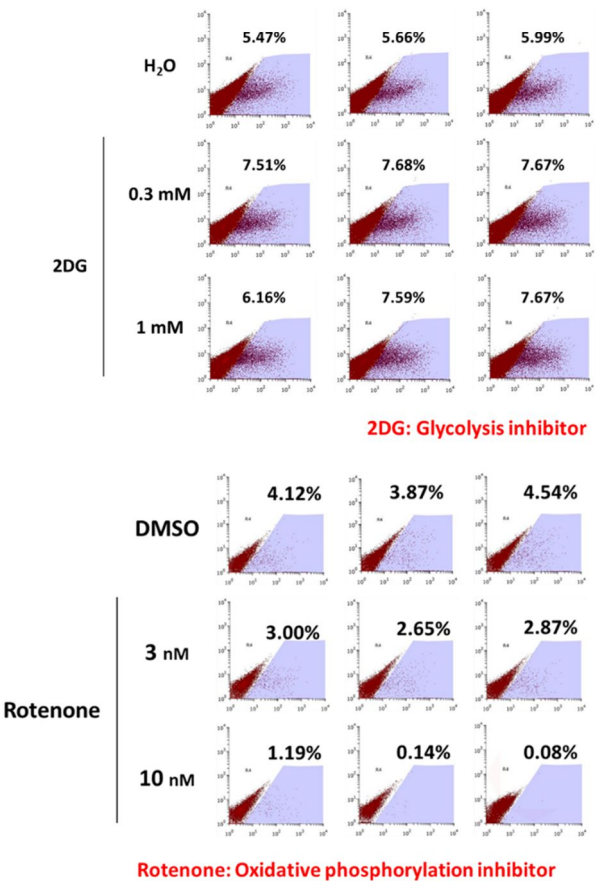


図5. 解糖系および酸化的リン酸化の阻害剤がMuERV-L陽性細胞の誘導に及ぼす影響

陽性細胞の誘導を促進し、インシュリンは抑制的に働くことを明らかにした。遺伝子発現解析からは、MuERV-L 陽性細胞では、解糖系に関する遺伝子の発現が著しく低下するのに対して、酸化リン酸化に関する遺伝子の発現はほとんど変化していないことが明らかとなった。また、解糖系を阻害した場合には MuERV-L 陽性細胞の割合は増加する傾向にあるのに対して、酸化リン酸化を阻害した場合には、MuERV-L 陽性細胞への変換が顕著に阻害されることが明らかとなった。さらに、MuERV-L 陽性細胞では、ES 細胞と比較して電子密度の高く内膜が分厚いミトコンドリアが観察された。これらのことから、MuERV-L 陽性細胞の誘導には、エネルギー代謝経路が解糖系から酸化リン酸化へと変換されることが重要であることを明らかにした。電子顕微鏡観察から、約 4 割の細胞が全能性を有する卵細胞に特異的な LD 構造を持つことを明らかにした。今後、LD が全能性のマーカーとなるかどうかについて検討する予定である。

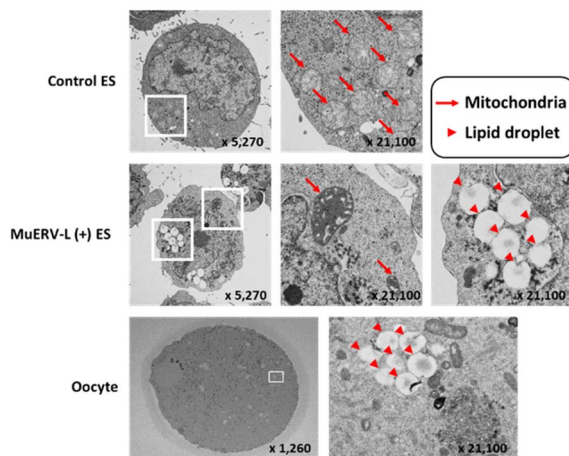


図6. ES細胞、MuERV-L陽性細胞、および卵子の電子顕微鏡像

図6. ES細胞、MuERV-L陽性細胞、および卵子の電子顕微鏡像

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 2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 中村肇伸 | 4. 巻 69 |
| 2. 論文標題 タンパク質・核酸の分子修飾～ヒドロキシメチル化～ | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 生体の科学 | 6. 最初と最後の頁 386-387 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.11477/mf.2425200841 | 査読の有無 無 |
| 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 Hatanaka Y, Tsusaka T, Shimizu N, Morita K, Suzuki T, Machida S, Satoh M, Honda A, Hirose M, Kamimura S, Ogonuki N, Nakamura T, Inoue K, Hosoi Y, Dohmae N, Nakano T, Kurumizaka H, Matsumoto K, Shinkai Y, Ogura A. | 4. 巻 20 |
| 2. 論文標題 Histone H3 Methylated at Arginine 17 Is Essential for Reprogramming the Paternal Genome in Zygotes | 5. 発行年 2017年 |
| 3. 雑誌名 Cell rep. | 6. 最初と最後の頁 2756-2765 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.celrep.2017.08.088. | 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 Furuta A and Nakamura T | 4. 巻 490 |
| 2. 論文標題 DNA hypomethylation circuit of mouse rDNA repeats in the germ cell lineage | 5. 発行年 2017年 |
| 3. 雑誌名 Biochem. Biophys. Res. Commun. | 6. 最初と最後の頁 429-433 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.bbrc.2017.06.058. | 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33件（うち招待講演 4件/うち国際学会 6件）

| |
|---|
| 1. 発表者名 水上 民夫、小野 公輔、細井 美穂、土田 美江、西郷 甲矢人、中村 肇伸、長谷川 慎、佐々木 隆造、根本 茂、岸本 克己 |
| 2. 発表標題 「細胞の見える化」技術による幹細胞の未分化・分化識別法の開発 |
| 3. 学会等名 第19回日本再生医療学会総会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|-------------------------------------|
| 1. 発表者名 原口 大生、中村 肇伸 |
| 2. 発表標題 Pramef12がiPS細胞誘導過程に与える影響 |
| 3. 学会等名 第42回日本分子生物学会年会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Yoichi Sekita, Yuki Sugiura, Akari Matsumoto, Yuki Kawasaki, Toshiaki Ito, Kazuya Akasaka, Terushi Yamazaki, Ryo Konno, Toshinobu Nakamura, Fumitoshi Ishino, Yoshio Kodera, Takashi Kohda, Tohru Kimura |
| 2. 発表標題 AKT signaling promotes epigenetic reprogramming through transcriptional and metabolic shift during iPSC generation |
| 3. 学会等名 第42回日本分子生物学会年会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 鳥山 敬祐、Au Yeung Wan Kin、井上 梓、大石 裕晃、中村 肇伸、仲野 徹、Zhang Yi、佐々木 裕之 |
| 2. 発表標題 卵子および着床前胚のDNAメチル化リプログラミングにおけるStellaの役割 |
| 3. 学会等名 第42回日本分子生物学会年会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--------------------------------------|
| 1. 発表者名 古田 明日香、中村 肇伸 |
| 2. 発表標題 ES細胞は代謝シフトを介して全能性細胞へと変化する |
| 3. 学会等名 第42回日本分子生物学会年会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 小野 公輔、細井 美穂、土田 美江、西郷 甲矢人、中村 肇伸、長谷川 慎、佐々木 隆造、根本 茂、岸本 克己、水上 民夫 |
| 2. 発表標題 「細胞の見える化」技術による幹細胞の未分化・分化識別法の開発 |
| 3. 学会等名 第10回スクリーニング学研究会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 細井 美穂、小野 公輔、土田 美江、西郷 甲矢人、中村 肇伸、長谷川 慎、佐々木 隆造、根本 茂、岸本 克己、水上 民夫 |
| 2. 発表標題 「細胞の見える化」技術による胚様体の未分化率定量法の開発 |
| 3. 学会等名 第10回スクリーニング学研究会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--------------------------------------|
| 1. 発表者名 古田 明日香、中村 肇伸 |
| 2. 発表標題 ES細胞は代謝シフトを介して全能性細胞へと変化する |
| 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 Asuka Furuta, Toshinobu Nakamura |
| 2. 発表標題 Energy metabolism in ESCs and early embryonic-like cells |
| 3. 学会等名 International Society for Stem Cell Research (ISSCR) 2019 Annual Meeting (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---------------------------------------|
| 1. 発表者名 原口 大生、中村 肇伸 |
| 2. 発表標題 全能性細胞特異的遺伝子を用いた高品質iPS細胞の作製 |
| 3. 学会等名 第13回エピジェネティクス研究会年会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 木村 七海、井上 有香、水上 民夫、細井 美穂、土田 美江、中村 肇伸、神波 誠治、近藤 孝志、長谷川 慎 |
| 2. 発表標題 金属メッシュデバイスによる細胞および細胞塊の膜分離技術の開発 |
| 3. 学会等名 第18回日本再生医療学会総会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 中村 肇伸 |
| 2. 発表標題 全能性細胞で高発現する遺伝子群の機能解析 |
| 3. 学会等名 文部科学省科学研究費補助金 新学術領域研究「生殖細胞のエピゲノムダイナミクスとその制御」成果取りまとめ公開シンポジウム（招待講演） |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|------------------------------------|
| 1. 発表者名 佐藤 志津江、劉 琳琳、伊川 正人、中村 肇伸 |
| 2. 発表標題 全能性細胞で高発現するZc3h6の機能解析 |
| 3. 学会等名 第41回日本分子生物学会年会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---------------------------------------|
| 1. 発表者名 原口 大生、中村 肇伸 |
| 2. 発表標題 全能性細胞特異的遺伝子を用いた高品質iPS細胞の作製 |
| 3. 学会等名 第41回日本分子生物学会年会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 鳥山 敬祐、Au Yeung Wan Kin、井上 梓、大石 裕晃、中村 肇伸、仲野 徹、Zhang Yi、佐々木 裕之 |
| 2. 発表標題 卵子および着床前胚発生のDNAメチル化リプログラミングにおけるStellaの役割 |
| 3. 学会等名 第41回日本分子生物学会年会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 関田 洋一、杉浦 悠毅、松元 愛香里、川崎 佑季、伊藤 駿瑛、赤坂 和哉、山崎 瑛司、紺野 亮、中村 肇伸、石野 史敏、小寺 義男、幸田 尚、木村 透 |
| 2. 発表標題 Aktシグナルは、iPS細胞誘導過程で、転写と代謝のシフトを介してエピジェネティックリプログラミングを促進する |
| 3. 学会等名 第41回日本分子生物学会年会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Toshinobu Nakamura |
| 2. 発表標題 Critical function of Klf17 for the zygotic genome activation in mice |
| 3. 学会等名 The 6th International Conference on Biology and Pathobiology of KLF/Sp Transcription Factors (国際学会) |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Asuka Furuta, Toshinobu Nakamura |
| 2. 発表標題 Glycolysis metabolic pathway was repressed in totipotent fraction in ES cell cultures |
| 3. 学会等名 International Society for Stem Cell Research (ISSCR) 2018 Annual Meeting (国際学会) |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 比留田 圭佑、古田 明日香、武藤 真長、伊川 正人、中村 肇伸 |
| 2. 発表標題 全能性細胞で高発現するTrim61の機能解析 |
| 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 小畑 駿吾、中田 健太、武藤 真長、伊川 正人、中村 肇伸 |
| 2. 発表標題 全能性細胞で特異的に発現するRfp14の機能解析 |
| 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 新地 葵、稲岡 京介、古田 明日香、武藤 真長、伊川 正人、中村 肇伸 |
| 2. 発表標題 全能性細胞で高発現するPramef12の機能解析 |
| 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 志津江、劉 琳琳、伊川 正人、中村 肇伸 |
| 2. 発表標題 全能性細胞で高発現するZc3h6の機能解析 |
| 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 眞野 友裕、宮木 杏菜、伊川 正人、中村 肇伸 |
| 2. 発表標題 全能性細胞で特異的に発現するZbed3の機能解析 |
| 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 木村 七海、井上 有香、水上 民夫、細井 美穂、土田 美江、中村 肇伸、神波 誠治、近藤 孝志、長谷川 慎 |
| 2. 発表標題 マウスES細胞由来胚様体の金属メッシュデバイスによるサイズ分画と心筋分化の検討 |
| 3. 学会等名 第17回日本再生医療学会総会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 中村 肇伸、仲野 徹 |
| 2. 発表標題 エピゲノム制御による胚性遺伝子の活性化機構 |
| 3. 学会等名 AMED-CREST研究開発領域「エピゲノム研究に基づく診断・治療に向けた新技術の創出」平成29年度領域会議（招待講演） |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--------------------------------------|
| 1. 発表者名 中村 肇伸 |
| 2. 発表標題 全能性細胞で特異的に発現する遺伝子群の機能解析 |
| 3. 学会等名 2017年度生命科学系学会合同年次大会（招待講演） |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|---------------------------------------|
| 1. 発表者名 原口 大生、中村 肇伸 |
| 2. 発表標題 全能性細胞特異的遺伝子を用いた高品質iPS細胞の作製 |
| 3. 学会等名 2017年度生命科学系学会合同年次大会 |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|-------------------------------------|
| 1. 発表者名 古田 明日香、中村 肇伸 |
| 2. 発表標題 ES細胞に含まれる全能性細胞のエネルギー代謝経路 |
| 3. 学会等名 2017年度生命科学系学会合同年次大会 |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 中村 肇伸 |
| 2. 発表標題 ES細胞に含まれる全能性細胞の誘導と解析 |
| 3. 学会等名 文部科学省科学研究費補助金 新学術領域研究「生殖細胞のエピゲノムダイナミクスとその制御」第4回公開シンポジウム（招待講演） |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Asuka Furuta, Toshinobu Nakamura |
| 2. 発表標題 Induction and characterization of totipotent fraction in ES culture |
| 3. 学会等名 World Congress of Reproductive Biology 2017 (国際学会) |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Ayaka Kakihara, Asuka Furuta, Ayaka Mori, Toshinobu Nakamura |
| 2. 発表標題 Effects of Akt signaling on totipotent cells within ES cell culture |
| 3. 学会等名 World Congress of Reproductive Biology 2017 (国際学会) |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Asuka Furuta, Toshinobu Nakamura |
| 2. 発表標題 Induction of totipotent fraction in ES cell culture |
| 3. 学会等名 International Society for Stem Cell Research (ISSCR) 2017 Annual Meeting (国際学会) |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 古田 明日香、中村 肇伸 |
| 2. 発表標題 ES細胞に含まれる全能性細胞の可視化とその制御 |
| 3. 学会等名 文部科学省科学研究費補助金 新学術領域研究「生殖細胞のエピゲノムダイナミクスとその制御」「ステムセルエイジングから解明する疾患原理」「動的クロマチン構造と機能」合同若手勉強会2017 |
| 4. 発表年 2017年 |

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

マウス受精卵における精子ゲノムの再構築にMett123が重要であることを発見
<http://www.nagahama-i-bio.ac.jp/research/>
rDNAのプロモーター領域が低メチル化状態に維持されていることを発見
<http://www.nagahama-i-bio.ac.jp/research/>

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 |
|--|---------------------------|-----------------------|----|
|--|---------------------------|-----------------------|----|