

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 5 年 5 月 31 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2020～2022

課題番号：20K07218

研究課題名(和文) 臍帯由来Muse細胞の多能性制御機構の解明と胎盤機能不全に対する新規治療法の開発

研究課題名(英文) Elucidation of the regulatory mechanism of pluripotency of umbilical cord-derived Muse cells and development of novel therapies for placental insufficiency

研究代表者

串田 良祐 (Kushida, Yoshihiro)

東北大学・医学系研究科・助教

研究者番号：10707003

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：生体組織に存在する腫瘍性を持たない多能性幹細胞であるMuse細胞の新規細胞ソースとして臍帯由来Muse細胞の特性、多能性制御機構を解明するために、臍帯、骨髄、脂肪、皮膚由来Muse細胞の遺伝子発現解析、DNAメチル化解析を行った。ヒト胎児データとの比較を通じ、臍帯由来Muse細胞は着床後胚盤胞と似た性質を示すことが明らかになった。さらに臍帯由来Muse細胞に特異的に発現する因子を同定し、これが多能性を制御していることを明らかにした。また、臍帯由来Muse細胞では三胚葉だけでなく栄養膜、生殖細胞系列、造血系の細胞への分化能を有することが明らかになり、周産期領域や生殖医学への応用への基盤を築いた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

生体組織に存在する腫瘍性を持たない多能性幹細胞であるMuse細胞は直接血管内や局所に投与するだけで、傷害組織へ遊走・集積し、組織に応じた細胞に自発的に分化して組織修復を行う。そのため、安全性と簡便性を併せ持つMuse細胞は細胞移植治療に適した細胞であると考えられている。本研究を通じて新規細胞ソースとして臍帯由来Muse細胞の多能性制御機構の解明と胚体外組織や生殖細胞系列への分化能を持つことが明らかになった。このことからMuse細胞は治療が行われている心筋梗塞や脳梗塞などの疾患に加え、周産期領域や生殖医学への応用が期待される。

研究成果の概要(英文)：To elucidate the characteristics and pluripotency regulatory mechanisms of umbilical cord-derived Muse cells as a novel cell source of Muse cells, which are non-tumorigenic pluripotent stem cells, we performed gene expression and DNA methylation analyses of umbilical cord-, bone marrow-, adipose- and skin-derived Muse cells. Comparison with human embryo data revealed that umbilical cord-derived Muse cells exhibit properties similar to those of post-implantation blastocysts. Furthermore, we identified the factor specifically expressed in umbilical cord-derived Muse cells that regulates pluripotency. It was found that umbilical cord-derived Muse cells have the ability to differentiate into not only triploblastic cells but also trophoblasts, germline, and hematopoietic cells. These results established the foundation for applications in the perinatal care and reproductive medicine.

研究分野：幹細胞生物学

キーワード：Muse細胞 胎児付属物 臍帯

1. 研究開始当初の背景

骨髄、皮膚、脂肪、臍帯などの間葉系組織に存在する間葉系幹細胞は、骨、軟骨、脂肪など中胚葉系への分化だけでなく、外胚葉系の神経や内胚葉系の肝臓など胚葉を超えた細胞への分化能をもつとされる細胞で、傷害組織修復のための細胞移植治療が期待されている。既に骨髄由来の間葉系幹細胞は心筋梗塞、脊髄損傷、脳梗塞など様々な疾患において臨床研究が展開され、一定の効果が得られている。この治療効果の機序の一つとして、移植細胞が傷害部位に生着し、組織を構成する細胞に分化することにより傷害組織を修復するが、ヘテロな細胞集団である間葉系幹細胞の中で多能性を持つ細胞の実体が不明のまま、臨床応用が先行している現状がある。

申請者の研究グループはこの間葉系幹細胞で見られる多様な細胞への分化能や組織修復能を説明できる Multilineage-differentiating Stress Enduring cell (Muse 細胞)を見出した (Kuroda et al. PNAS, 2010; Wakao et al. PNAS, 2011)。Muse 細胞は自己複製能を持ち、三胚葉性の細胞に分化できる多能性幹細胞で、骨髄、皮膚、脂肪、臍帯、様々な臓器の結合組織や血中など生体に内在する幹細胞であるため腫瘍を形成しない。既にヒトで実施されている骨髄移植や間葉系幹細胞移植治療に用いられる移植細胞中に含まれているため安全性がある程度確認されていることや、線維芽細胞と同程度の増殖能を持つため移植細胞数を十分に確保できることから、安全性に優れた移植細胞ソースであると考えられる。さらに、他の多能性幹細胞では見られない Muse 細胞の利点として、多能性を持たせるための遺伝子導入を必要とせずに、多能性幹細胞マーカーの Stage-specific embryonic antigen-3 (SSEA-3)を指標に細胞が単離でき、単離した細胞を直接血管内や局所に投与するだけで、Muse 細胞上に発現する sphingosine monophosphate (S1P) receptor 2 を用いて、傷害部位から産生された S1P に向かって傷害組織へ遊走する。傷害部位において貪食能を持つ Muse 細胞が死細胞を貪食することで死細胞中の転写因子等を利用して、被貪食細胞種へ分化し、組織修復ができる簡便性が挙げられる。この治療効果について、申請者はウサギ心筋梗塞モデルにおいて、骨髄由来 Muse 細胞の経静脈的投与により、Muse 細胞が傷害された心臓へ特異的に遊走し、心筋細胞や血管へ分化することで、心機能回復に寄与することを明らかにした (Yamada et al. Circ Res, 2018)。この他、脳梗塞 (Uchida et al. Stroke, 2017)、慢性腎臓病 (Uchida N et al. J Am Soc Nephrol, 2017)、肝障害 (Iseki et al. Cell Transplant, 2017)、大動脈瘤 (Hosoyama et al. J Thorac Cardiovasc Surg, 2018)、虚血・再灌流性肺障害 (Yabuki et al. Cell Transplant, 2017)、新生児低酸素性虚血性脳症 (Suzuki et al. J Cereb Blood Flow Metab, 2020)、表皮水疱症 (Fujita et al. J Invest Dermatol, 2021)、筋萎縮性側索硬化症 (Yamashita et al. Sci Rep, 2020)などの疾患モデル動物においても治療効果を確認している。また、Muse 細胞は間葉系幹細胞で見られる免疫調節作用も持つことから他家移植が可能であるため、ドナー由来 Muse 細胞を使用できる。このことから Muse 細胞は点滴投与で再生医療を施すことができるという大きなメリットがあり、現在、Muse 細胞製剤を用いた急性心筋梗塞、脳梗塞、表皮水疱症、脊髄損傷、筋萎縮性側索硬化症、新生児低酸素性虚血性脳症、新型コロナウイルス感染症に伴う急性呼吸窮迫症候群など 7 つの疾患に対する臨床試験が行われており、既に脳梗塞、心筋梗塞、表皮水疱症に関して治療効果が報告されている。

2. 研究の目的

上記のような細胞治療における細胞ソースである骨髄、皮膚、脂肪などは比較的採取しやすいものの、侵襲があるなどの問題点もある。一方、臍帯、臍帯血、胎盤など胎児付属物は無侵襲性に採取でき、通常医療廃棄物として廃棄されることから、安全面、倫理面において問題の少ない現実的な細胞ソースであると考えられる。臍帯組織由来 Muse 細胞は新規細胞ソースとして理想的であるが、その特性として未解明な部分も多い。そこで本研究計画はまだ明らかになっていないヒト臍帯由来 Muse 細胞の基礎研究を完成し、ヒト臍帯由来 Muse 細胞の細胞治療への応用に展開するための基盤研究を行う。

3. 研究の方法

Muse 細胞はヒト臍帯、ヒト骨髄、ヒト脂肪由来間葉系幹細胞、ヒト皮膚線維芽細胞から FACSにて採取した。これらの細胞を用いて、すでに他の多能性幹細胞で報告されている分化誘導法により栄養膜細胞、生殖細胞系列及び造血系細胞への分化誘導を行った。また、Single cell RNA-seqによる遺伝子発現解析、Enzymatic methyl sequenceによる DNAメチル化解析を行い、公開されているヒト胎児データとの比較解析を行った single cell RNA-seqにて同定した臍帯由来 Muse 細胞特異的な因子を臍帯由来 Muse 細胞に対して処理し、Bulk RNA-seqを行い、遺伝子発現解析を行った。また、同定した因子に対する shRNAを用いて発現を抑制し、デジタル PCRによる遺伝子発現解析を行った。

4. 研究成果

申請者はヒト臍帯由来 Muse 細胞の特性解析を行い、ヒト臍帯由来 Muse 細胞はヒト成体組織由来 Muse 細胞と同様に多能性マーカーの発現や自己複製能、三胚葉性の細胞への分化能を持ち、腫瘍を形成しないという研究結果を得た。一般的に多能性幹細胞はナイーブ型とプライム型に分類することができ、ナイーブ型は着床前の内部細胞塊で見られる多能性に近い状態であり、三胚葉性の細胞への分化能だけでなく、胎盤などの胚体外組織や生殖細胞系列への分化能を有する。一方、プライム型は着床後のエピプラスト内で見られる多能性に近い状態であり、三胚葉性の細胞への分化能を有するが、胚体外組織や生殖細胞系列への分化能は持たない。成体組織由来 Muse 細胞はその特性からプライム型の多能性幹細胞であると想定されているが、臍帯は幼弱な組織であるため、臍帯由来 Muse 細胞は成体組織由来 Muse 細胞と比べ、より未分化なナイーブ型の幹細胞に近い状態であると考えられる。そこで、臍帯、骨髄、脂肪、皮膚由来 Muse 細胞への栄養膜細胞、生殖細胞系列、造血系細胞への分化誘導を行ったところ、骨髄、脂肪、皮膚などの生体組織由来 Muse 細胞とは異なり、臍帯由来 Muse 細胞ではそれぞれの分化誘導により栄養膜細胞マーカー (CDX2, HLA-G など)、始原生殖細胞マーカー (BLIMP1, NANOS3 など)、造血系細胞マーカー (c-kit, CD34 など) の発現が認められた。

Single cell RNA-seq にて臍帯、骨髄、皮膚、脂肪由来 Muse 細胞の遺伝子発現と DNA メチル化状態を網羅的に解析し、公開されているヒト胎児データと比較したところ、骨髄、皮膚、脂肪由来の Muse 細胞とは異なり、臍帯由来 Muse 細胞は着床後胚盤胞と似た遺伝子発現を示した。さらに DNA メチル化状態についても臍帯由来 Muse 細胞は着床後胚盤胞と似た DNA メチル化状態であることが明らかとなった。

Single cell RNA-seq において臍帯由来 Muse 細胞特異的な因子を同定した。これはヒト初期胚で発現していることが知られており、この因子で処理した臍帯由来 Muse 細胞を Bulk RNA-seq にて解析したところ、処理した臍帯由来 Muse 細胞ではナイーブ型の多能性幹細胞で発現する遺伝子の発現が亢進し、プライム型の遺伝子の発現の低下が認められた。また、同定した因子に対する shRNA を用いて発現を抑制し、デジタル PCR による遺伝子発現解析を行ったところ、多能性マーカーの発現が低下したことから、同定した因子によって臍帯由来 Muse 細胞の多能性が制御されていることが示唆された。

以上の結果から、臍帯由来 Muse 細胞は着床後胚盤胞と似た遺伝子発現パターン、DNA メチル化状態を示したことから、プライム型の多能性幹細胞の特徴を有していることが明らかとなった。一方、栄養膜や生殖細胞系列など三胚葉性以外への分化能を有していることから、ナイーブ型の性質を一部有している特殊な多能性幹細胞であることが示唆された。本研究で明らかになった研究基盤をもとに、ナイーブ型多能性幹細胞や全能性細胞に近い幹細胞の樹立を目指し、周産期領域や生殖医学への応用へとつなげたい。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計16件（うち査読付論文 16件／うち国際共著 1件／うちオープンアクセス 16件）

1. 著者名 Hori Yusuke, Kitani Tomoya, Yanishi Kenji, Suga Takaomi, Kogure Masaya, Kusaba Tetsuro, Kushida Yoshihiro, Dezawa Mari, Matoba Satoaki	4. 巻 9
2. 論文標題 Intravenous administration of human Muse cells recovers blood flow in a mouse model of hindlimb ischemia	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Frontiers in Cardiovascular Medicine	6. 最初と最後の頁 981088
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fcvm.2022.981088	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 Oguma Yo, Kuroda Yasumasa, Wakao Shohei, Kushida Yoshihiro, Dezawa Mari	4. 巻 25
2. 論文標題 Single-cell RNA sequencing reveals different signatures of mesenchymal stromal cell pluripotent-like and multipotent populations	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 iScience	6. 最初と最後の頁 105395 ~ 105395
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.isci.2022.105395	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 Eiji, Oguma Yo, Kushida Yoshihiro, Wakao Shohei, Okawa Kana, Dezawa Mari	4. 巻 12
2. 論文標題 Naive pluripotent-like characteristics of non-tumorigenic Muse cells isolated from human amniotic membrane	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 17222
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-022-22282-1	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 Wakao Shohei, Oguma Yo, Kushida Yoshihiro, Kuroda Yasumasa, Tatsumi Kazuki, Dezawa Mari	4. 巻 79
2. 論文標題 Phagocytosing differentiated cell-fragments is a novel mechanism for controlling somatic stem cell differentiation within a short time frame	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Cellular and Molecular Life Sciences	6. 最初と最後の頁 542
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00018-022-04555-0	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 -

1. 著者名 Hatabi Khaled, Hirohara Yukari, Kushida Yoshihiro, Kuroda Yasumasa, Wakao Shohei, Trosko James, Dezawa Mari	4. 巻 11
2. 論文標題 Inhibition of Gap Junctional Intercellular Communication Upregulates Pluripotency Gene Expression in Endogenous Pluripotent Muse Cells	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Cells	6. 最初と最後の頁 2701 ~ 2701
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/cells11172701	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 Fukase Masahiko, Sakata Naoaki, Kushida Yoshihiro, Wakao Shohei, Unno Michiaki, Dezawa Mari	4. 巻 52
2. 論文標題 Intravenous injection of human multilineage-differentiating stress-enduring cells alleviates mouse severe acute pancreatitis without immunosuppressants	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Surgery Today	6. 最初と最後の頁 603 ~ 615
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00595-021-02382-7	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 Yamashita Toru, Kushida Yoshihiro, Abe Koji, Dezawa Mari	4. 巻 10
2. 論文標題 Non-Tumorigenic Pluripotent Reporative Muse Cells Provide a New Therapeutic Approach for Neurologic Diseases	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Cells	6. 最初と最後の頁 961 ~ 961
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/cells10040961	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 Otsuka-Yamaguchi Rina, Kitada Masaaki, Kuroda Yasumasa, Kushida Yoshihiro, Wakao Shohei, Dezawa Mari	4. 巻 53
2. 論文標題 Isolation and characterization of bone marrow-derived mesenchymal stem cells in <i>Xenopus laevis</i>	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Stem Cell Research	6. 最初と最後の頁 102341 ~ 102341
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.scr.2021.102341	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 Matejovic Adam, Wakao Shohei, Kitada Masaaki, Kushida Yoshihiro, Dezawa Mari	4. 巻 11
2. 論文標題 Comparison of separation methods for tissue derived extracellular vesicles in the liver, heart, and skeletal muscle	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 FEBS Open Bio	6. 最初と最後の頁 482 ~ 493
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/2211-5463.13075	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 Shono Yoshihiro, Kushida Yoshihiro, Wakao Shohei, Kuroda Yasumasa, Unno Michiaki, Kamei Takashi, Miyagi Shigehito, Dezawa Mari	4. 巻 21
2. 論文標題 Protection of liver sinusoids by intravenous administration of human Muse cells in a rat extra-small partial liver transplantation model	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 American Journal of Transplantation	6. 最初と最後の頁 2025 ~ 2039
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/ajt.16461	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 Suzuki Toshihiko, Sato Yoshiaki, Kushida Yoshihiro, Tsuji Masahiro, Wakao Shohei, Ueda Kazuto, Imai Kenji, Iitani Yukako, Shimizu Shinobu, Hida Hideki, Temma Takashi, Saito Shigeyoshi, Iida Hidehiro, Mizuno Masaaki, Takahashi Yoshiyuki, Dezawa Mari, Borlongan Cesar V, Hayakawa Masahiro	4. 巻 41
2. 論文標題 Intravenously delivered multilineage-differentiating stress enduring cells dampen excessive glutamate metabolism and microglial activation in experimental perinatal hypoxic ischemic encephalopathy	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism	6. 最初と最後の頁 1707 ~ 1720
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1177/0271678X20972656	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 Iseki Masahiro, Mizuma Masamichi, Wakao Shohei, Kushida Yoshihiro, Kudo Katsuyoshi, Fukase Masahiko, Ishida Masaharu, Ono Tomoyuki, Shimura Mitsuhiro, Ise Ichiro, Suzuki Yukie, Sueta Teruko, Asada Ryuta, Shimizu Shinobu, Ueno Yoshiyuki, Dezawa Mari, Unno Michiaki	4. 巻 51
2. 論文標題 The evaluation of the safety and efficacy of intravenously administered allogeneic multilineage-differentiating stress-enduring cells in a swine hepatectomy model	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Surgery Today	6. 最初と最後の頁 634 ~ 650
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00595-020-02117-0	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 -

1. 著者名 Fujita Yasuyuki, Komatsu Miho, Lee San Eun, Kushida Yoshihiro, Nakayama-Nishimura Chihiro, Matsumura Wakana, Takashima Shota, Shinkuma Satoru, Nomura Toshifumi, Masutomi Naoya, Kawamura Makoto, Dezawa Mari, Shimizu Hiroshi	4. 巻 141
2. 論文標題 Intravenous Injection of Muse Cells as a Potential Therapeutic Approach for Epidermolysis Bullosa	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Investigative Dermatology	6. 最初と最後の頁 198 ~ 202.e6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jid.2020.05.092	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 Yamashita Toru, Kushida Yoshihiro, Wakao Shohei, Tadokoro Koh, Nomura Emi, Omote Yoshio, Takemoto Mami, Hishikawa Nozomi, Ohta Yasuyuki, Dezawa Mari, Abe Koji	4. 巻 10
2. 論文標題 Therapeutic benefit of Muse cells in a mouse model of amyotrophic lateral sclerosis	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 17102
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-020-74216-4	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 Abe Takatsugu, Aburakawa Daiki, Niizuma Kuniyasu, Iwabuchi Naoya, Kajitani Takumi, Wakao Shohei, Kushida Yoshihiro, Dezawa Mari, Borlongan Cesar V., Tominaga Teiji	4. 巻 51
2. 論文標題 Intravenously Transplanted Human Multilineage-Differentiating Stress-Enduring Cells Afford Brain Repair in a Mouse Lacunar Stroke Model	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Stroke	6. 最初と最後の頁 601 ~ 611
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1161/strokeaha.119.026589	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 Sato Tetsuya, Wakao Shohei, Kushida Yoshihiro, Tatsumi Kazuki, Kitada Masaaki, Abe Takatsugu, Niizuma Kuniyasu, Tominaga Teiji, Kushimoto Shigeki, Dezawa Mari	4. 巻 29
2. 論文標題 A Novel Type of Stem Cells Double-Positive for SSEA-3 and CD45 in Human Peripheral Blood	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Cell Transplantation	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1177/0963689720923574	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 0件/うち国際学会 0件)

1. 発表者名 Yoshihiro Kushida, Mari Dezawa
2. 発表標題 Kinetic analysis and therapeutic effect of Muse cells using bioluminescence imaging
3. 学会等名 日本顕微鏡学会 第78回学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小川瑛史, 小熊陽, 大川香奈, 串田良祐, 若尾昌平, 出澤真理
2. 発表標題 羊膜由来Muse細胞の発見と生殖細胞系列・胚体外組織への分化の可能性
3. 学会等名 第21回日本再生医療学会総会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大川香奈, 串田良祐, 若尾昌平, 黒田康勝, 松居靖久, 出澤真理
2. 発表標題 ヒトMuse細胞の栄養膜細胞・始原生殖細胞への分化の可能性 ~ナイーブ型多能性幹細胞の確立に向けて~
3. 学会等名 第21回日本再生医療学会総会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kana Okawa, Yoshihiro Kushida, Shohei Wakao, Yasumasa Kuroda, Yasuhisa Matsui, Mari Dezawa
2. 発表標題 Reprograming of Muse cells, endogenous pluripotent stem cells, toward totipotent-like property
3. 学会等名 第126回日本解剖学会総会・全国学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小川瑛史, 串田良祐, 若尾昌平, 大川香奈, 出澤真理
2. 発表標題 ヒト羊膜およびマウス羊膜・胎盤由来のMuse細胞の単離および特性解析
3. 学会等名 第126回日本解剖学会総会・全国学術集会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 ハイポテンシャル多能性幹細胞	発明者 出澤真理、串田良祐	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、PCT/JP2021/014365	出願年 2021年	国内・外国の別 外国

〔取得〕 計0件

〔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

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