

令和 4 年 6 月 17 日現在

機関番号：30110

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2021

課題番号：18K09641

研究課題名(和文) フェイトマッピングによる象牙芽細胞分化因子の解明と象牙質再生療法への応用

研究課題名(英文) Elucidation of odontoblast differentiation factors by fate mapping analysis and its application to dentin regeneration therapy

研究代表者

入江 一元 (IRIE, Kazuharu)

北海道医療大学・歯学部・教授

研究者番号：70223352

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：誘導性Cre/loxPシステムを導入したフェイトマッピング解析でGli1陽性歯髄幹細胞から硬組織形成細胞・象牙芽細胞へ分化していく過程を検討した。4週齢マウスにタモキシフェンを投与後第一臼歯を抜去し同腹子に移植すると歯髄内に形成された硬組織の表面にTomatoで標識された細胞が配列しGli1陽性細胞が歯髄内の硬組織形成細胞に分化したことを示した。これらGli1陽性細胞はコロニーを形成しするとともに軟骨細胞、骨芽細胞、脂肪細胞に分化することができ幹細胞特性を持つことが確認された。さらにこれらの細胞は象牙質形成初期の歯乳頭や歯髄でCD146陽性となる可能性が示唆され幹細胞特性を持つこと確認した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

生体親和性のある再生医療を達成するためには、in vivoにおける発生物学的知見や組織構築に基づいたアプローチが必要である。今回Gli1陽性歯髄幹細胞が硬組織を形成する細胞に分化することを明らかにしたこと、またこの分化過程にCD146や $\alpha$ -SMA陽性の血管周囲の細胞が関わっていることを明らかにしたにより、今後、この細胞の各分化段階における遺伝子発現等を解析することにより、幹細胞から象牙芽細胞に分化する際に重要な転写調節因子を発見できるのみならず、歯髄の組織幹細胞の維持に関する転写調節遺伝子群や増殖・分化制御に関連するサイトカインや細胞外基質との関連が明らかにする道筋が示された。

研究成果の概要(英文)：Fate mapping analysis with an inducible Cre / loxP system was performed to investigate the process of differentiation from Gli1-positive dental pulp stem cells into hard tissue-forming cells and odontoblasts. After administration of tamoxifen to 4-week-old mice, the first molar tooth was removed and transplanted into the litter, and Tomato-labeled cells were arranged on the surface of the hard tissue formed in the pulp, and Gli1-positive cells were intradentally. It was shown that it had differentiated into hard tissue-forming cells. It was confirmed that these Gli1-positive cells can form colonies and differentiate into chondrocytes, osteoblasts, and adipocytes, and have stem cell characteristics. Furthermore, it was suggested that these cells may be CD146 positive in the dental papilla and pulp in the early stage of dentin formation. It was confirmed that it has stem cell characteristics.

研究分野：解剖学

キーワード：Gli1 歯髄幹細胞 象牙芽細胞 フェイトマッピング解析

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

(1) 歯髄には、生体内において象牙芽細胞ならびに骨芽細胞へ分化する細胞が存在することが知られている。この細胞の供給源として、象牙芽細胞層下層には硬組織形成細胞への分化が進んだ細胞が集積していること、ならびに根尖部歯髄に未分化な幹細胞様細胞が局在することが示されている。このことは歯髄には様々な分化段階の象牙芽細胞系譜細胞が存在することを示唆しているが、象牙芽細胞への分化決定因子は不明であり、この分化決定因子を明らかにすることは、歯髄の生物学的治療法の開発に重要な情報を提供する

(2) 近年、幹細胞特性を有し、歯髄傷害時に象牙芽細胞へ分化することが報告された歯髄の細胞が Gli1 を発現することが示され、誘導性 Cre/loxP システムを導入した細胞系譜(フェイトマッピング)解析が可能なマウスを用いることにより、Gli1 陽性歯髄幹細胞から硬組織形成細胞・象牙芽細胞へ分化する過程のそれぞれの段階の細胞を検討できることとなった。

### 2. 研究の目的

(1) 歯髄で硬組織、象牙質が形成される過程で、Gli1 陽性歯髄幹細胞が硬組織形成細胞に分化することを確認し、その各分化過程の子孫細胞の組織細胞学的特徴を明らかにするとともに、各分化段階の細胞を段階的に採取し、その発現遺伝子を比較することにより象牙芽細胞に特異的な分化決定因子の同定を目指した。また、歯髄中の幹細胞特性をもつ細胞が発現されると言われている CD146、 $\alpha$ -SMA 発現細胞の歯の発生過程および窩洞形成時の象牙質形成過程における局在変化を明らかにし、象牙芽細胞分化過程におけるこれらマーカーの発現、消滞について明らかにする。

### 3. 研究の方法

#### (1) 誘導性 Cre/loxP システムを導入マウスによる検討

Gli1 陽性細胞の局在とその分化状況を確認するために、生後 4 週の Gli1-CreER<sup>T2</sup>-Tomato マウスにタモキシフェンを投与し Tomato 標識直後、3 日、14 日、28 日後経時的に Tomato 標識細胞の局在を検討した。

象牙質形成、再生の際の Gli1 陽性細胞の動態を検討するため、すでに歯髄内に硬組織形成が起こることが確認されている系歯の移植実験系を用いた。生後 4 週の Gli1-CreER<sup>T2</sup>-Tomato マウスにタモキシフェンを投与した後、第一臼歯を抜去し、同腹子に移植し、歯髄内に硬組織が形成される過程の Tomato 標識細胞の局在を検討した。

Gli1 陽性細胞の幹細胞特性を検討するために、生後 4 週の Gli1-CreER<sup>T2</sup>-Tomato マウスにタモキシフェンを投与し Tomato 標識後、Tomato 標識細胞を培養し、コロニー形成能を検討するとともに骨芽細胞、軟骨細胞、脂肪細胞への分化能を検討した。

#### (2) CD146、 $\alpha$ -SMA 発現細胞の象牙質形成過程における局在変化に関する検討

歯の発生過程での象牙質形成の際の象牙芽細胞分化における CD146、 $\alpha$ -SMA 陽性幹細胞の動態を検討するために、胎生 15 日、17 日、生後 2 日、7 日および 28 日のラット臼歯で CD146、 $\alpha$ -SMA 発現細胞の局在と象牙質分化関連因子の Smad4、Osterix、象牙質の基質タンパク質の DSP、osteopontin の局在を組織化学的に検討した。

象牙質修復、再生過程での象牙芽細胞分化における CD146、 $\alpha$ -SMA 陽性幹細胞の動態を検討するために、ラット臼歯に窩洞を形成し、4 日後、7 日後における CD146、 $\alpha$ -SMA、Smad4、Osterix、DSP、osteopontin の局在を組織化学的に検討した。

### 4. 研究成果

#### (1) 誘導性 Cre/loxP システムを導入マウスによる検討

生後 4 週の Gli1-CreER<sup>T2</sup>-Tomato マウスにタモキシフェンを投与し Tomato 標識後、経時的に Tomato 標識細胞の局在を検討した結果、歯髄に Tomato で標識される Gli1 陽性細胞が局在することが示された。また、この Gli1 陽性細胞は、歯根膜では 8 週にかけ増加するが、歯髄では大きな増減がみられず、静止した肝細胞である可能性が示された。(図 1)

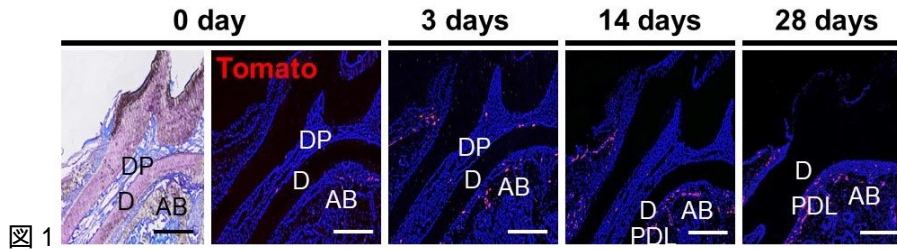


図 1

同様のマウスの第一臼歯を抜去し、同腹子に移植した  
ものではTomato 標識細胞が形成された歯髄内の硬組織表面  
に局在することが観察された。この移植歯では、歯根膜内  
にも多数の Tomato 標識細胞が確認され、一部は歯根セメント  
質、根間の歯槽骨の表面にも観察され、歯根膜では Gli1 陽  
性細胞が多分化能をもつことが示唆された。(図 2)

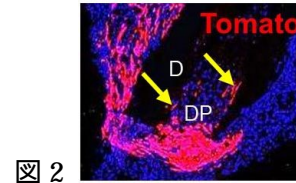


図 2

Tomato 標識細胞を培養し、コロニー形成能、他細胞分  
化能を検討した結果、Gli1 陽性細胞はコロニー形成能を有するとともに、軟骨細胞、脂肪細胞、  
骨芽細胞に分化する多分化能を有することが示された。(図 3)

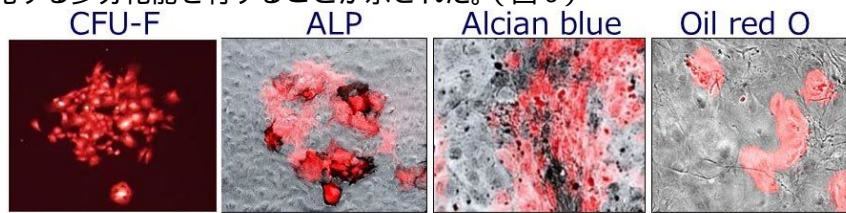


図 3 コロニー形成能 骨芽細胞分化 軟骨細胞分化 脂肪細胞分化

(2) CD146、 $\alpha$ -SMA 発現細胞の象牙質  
形成過程における局在変化に関する検  
討

歯の発生過程で、蕾状期では  
CD146、 $\alpha$ -SMA も検出されなかった。帽  
状期では CD146 陽性の細胞が出現し、鐘  
状期には血管の分布に一致して CD146  
の反応がみられ、反応は象牙質形成が始  
まる部位の近傍で強かった。一方  $\alpha$ -  
SMA はほとんど検出されず、鐘状期にな  
って CD146 に遅れてわずかに反応がみ  
られるようになり、象牙質形成が始ま  
った後に歯髄深部の血管周囲に反応が見  
れた。また、象牙質形成開始の時期の  
CD146 陽性の細胞は血管周囲にも認め  
られ、一部では Smad4 陽性の細胞の分布  
と重なっていた。(図 4、図 5)

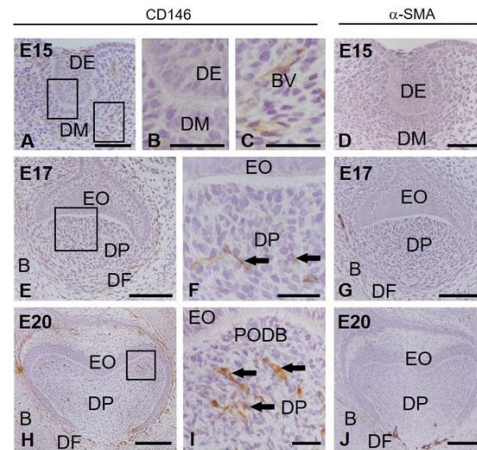


図 4 蕾状期、帽状期の支配における CD146、 $\alpha$ -SMA、の免疫反応

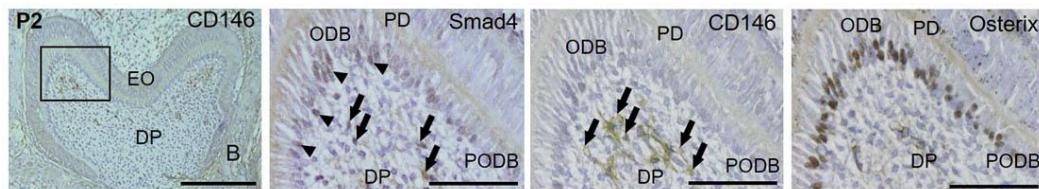


図 5 鐘状期における CD146、 $\alpha$ -SMA、の免疫反応



窩洞形成前の CD146、 $\alpha$ -SMA、Smad4、Osterix の局在を図 6 に示す。

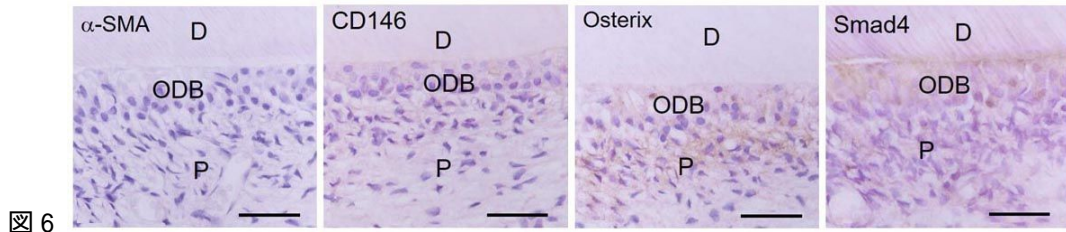


図 6

窩洞形成後の歯髄で CD146 の局在を検出すると、窩洞形成 4 日後で修復象牙質の近くにあるほとんどの血管で CD146 の免疫反応が見られたが、もう一方の未分化細胞のマーカである  $\alpha$ -SMA の免疫反応は認められなかった。CD146 陽性を示す細胞の局在は Smad4 や Osterix の免疫反応を示す細胞の分布と重なっていた。(図 7) 窩洞形成 7 日後では、窩洞直下の歯髄で CD146 の発現を示す血管の数が減少していた一方で、歯髄深部の血管周囲に  $\alpha$ -SMA の免疫反応を示す細胞が認められた。(図 8)

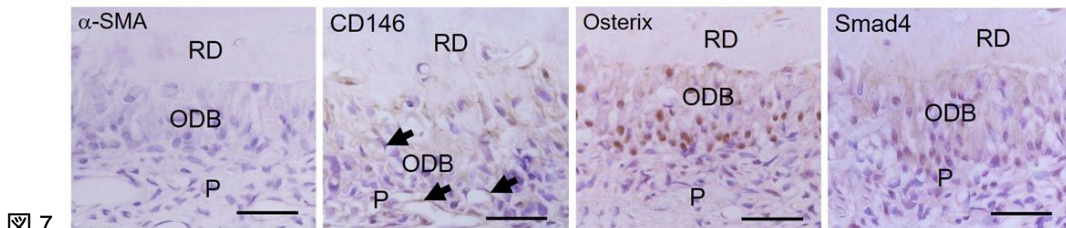


図 7

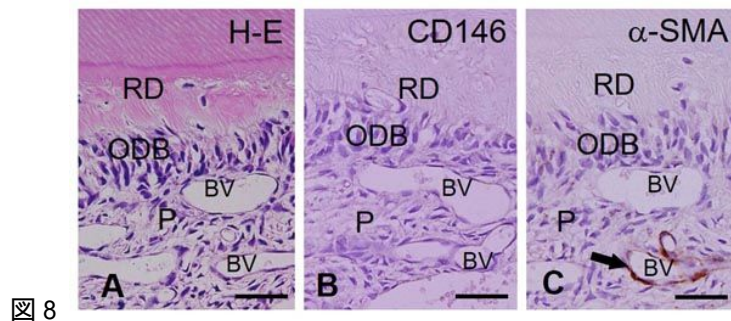


図 8

CD146 は、幹細胞に発現し、幹細胞マーカーのひとつとしての可能性とともに血管透過性、血管新生、細胞移動に重要な役割を果たすことが報告されている。今回の結果は CD146 陽性細胞が主に象牙質形成初期の歯乳頭や歯髄に存在し、局所での血管の増生を導き、さらにそれ自身が象牙芽細胞に分化するか、少なくとも象牙芽細胞分化に強くかかわり、象牙質形成やその修復を担っている可能性が示唆された。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計12件（うち査読付論文 12件／うち国際共著 3件／うちオープンアクセス 8件）

1. 著者名 Takebe H, Irie K, Hosoya A	4. 巻 305
2. 論文標題 Localization of Bmi1 in osteoblast-lineage cells during endochondral ossification	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Anat Rec	6. 最初と最後の頁 1112-1118
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1002/ar.24693	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 Shalehin N, Hosoya A, Takebe H, Hasan MDR, Irie K	4. 巻 15
2. 論文標題 Boric acid inhibits alveolar bone loss in rat experimental periodontitis through diminished bone resorption and enhanced osteoblast formation.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Dental Sciences	6. 最初と最後の頁 437-444
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.jds.2019.09.009	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 Takebe H, Shalehin N, Hosoya A, Shimo T, Irie K	4. 巻 21
2. 論文標題 Sonic hedgehog regulates bone fracture healing.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Int.J.Mol.Sci.	6. 最初と最後の頁 677-688
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/ijms21020677	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 Shibui T, Yajima T, Irie K, Ochi M, Sakakura Y	4. 巻 95
2. 論文標題 Architecture of connective tissue regenerated by enamel matrix derivative around hydroxyapatite implanted into tooth extraction sockets in the rat maxilla.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Anat Sci Int	6. 最初と最後の頁 334-341
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s12565-020-00526-2	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 Shimo T, Takebe H, Okui T, Kunisada Y, Ibaragi S, Obata K, Kurio N, Shamsoun K, Fujii S, Hosoya A, Irie K, Sasaki A, Iwamoto M	4. 巻 21
2. 論文標題 Expression and Role of IL-1 Signaling in Chondrocytes Associated with Retinoid Signaling during Fracture Healing	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Int.J.Mol.Sci.	6. 最初と最後の頁 2365-2381
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ijms21072365	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 Hosoya A, Shalehin N, Takebe H, Shimo T, Irie K	4. 巻 21
2. 論文標題 Sonic Hedgehog Signaling and Tooth Development	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Int.J.Mol.Sci.	6. 最初と最後の頁 1587-1599
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ijms21051587	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 建部廣明, 秋月一城, 藤田景子, Nazmus Shalehin, 川村尚彦, 細矢明宏, 中山英二, 入江一元	4. 巻 39
2. 論文標題 マイクロCTを用いた歯内歯の三次元形態解析	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 北海道医療大学歯学雑誌	6. 最初と最後の頁 11-15
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 Hosoya A, Shalehin N, Takebe H, Fujii S, Seki Y, Mizoguchi T, Shimo T, Iijima M, Irie K	4. 巻 62
2. 論文標題 Stem cell properties of Gli1-positive cells in the periodontal ligament	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J Oral Biosciences	6. 最初と最後の頁 299-305
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.job.2020.08.002	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 Takebe Hiroaki, Shalehin Nazmus, Hosoya Akihiro, Shimo Tsuyoshi, Irie Kazuharu	4. 巻 21
2. 論文標題 Sonic Hedgehog Regulates Bone Fracture Healing	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Molecular Sciences	6. 最初と最後の頁 677 ~ 677
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ijms21020677	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 Shibui Toru, Yajima Toshihiko, Irie Kazuharu, Ochi Morio, Sakakura Yasunori	4. 巻 95
2. 論文標題 Architecture of connective tissue regenerated by enamel matrix derivative around hydroxyapatite implanted into tooth extraction sockets in the rat maxilla	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Anatomical Science International	6. 最初と最後の頁 334 ~ 341
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12565-020-00526-2	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 Shimo Tsuyoshi, Takebe Hiroaki, Okui Tatsuo, Kunisada Yuki, Ibaragi Soichiro, Obata Kyoichi, Kurio Naito, Shamsoun Karnoon, Fujii Saki, Hosoya Akihiro, Irie Kazuharu, Sasaki Akira, Iwamoto Masahiro	4. 巻 21
2. 論文標題 Expression and Role of IL-1 Signaling in Chondrocytes Associated with Retinoid Signaling during Fracture Healing	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Molecular Sciences	6. 最初と最後の頁 2365 ~ 2365
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ijms21072365	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 Hosoya Akihiro, Shalehin Nazmus, Takebe Hiroaki, Shimo Tsuyoshi, Irie Kazuharu	4. 巻 21
2. 論文標題 Sonic Hedgehog Signaling and Tooth Development	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Molecular Sciences	6. 最初と最後の頁 1587 ~ 1587
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ijms21051587	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21件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 渋井 徹、細矢明宏、建部廣明、高橋昌己、入江一元
2. 発表標題 象牙芽細胞分化過程におけるCD146およびalpha-平滑筋アクチンの局在
3. 学会等名 第127回日本解剖学会総会・学術集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 渋井 徹、細矢明宏、建部廣明、高橋 昌己、入江一元
2. 発表標題 象牙質形成および再生過程におけるCD146の局在
3. 学会等名 第63回歯科基礎医学会学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Seki Y, Takebe H, Mizoguchi T , Iijima M, Irie K, Hosoya H
2. 発表標題 Gli1-positive periodontal ligament cells differentiate into osteoblasts during orthodontic tooth movement
3. 学会等名 第1回国際口腔ケア学会・学術大会（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 関 有里、建部廣明、溝口利英、飯嶋雅弘、入江一元、細矢明宏
2. 発表標題 Gli1陽性歯根膜細胞は矯正学的歯の移動時における骨形成に寄与する
3. 学会等名 第18回日本口腔ケア学会 総会・学術大会
4. 発表年 2021年



1. 発表者名 建部廣明、秋月一城、藤田景子、Nazmus Shalehin、川村尚彦、細矢明宏、中山英二、入江一元
2. 発表標題 マイクロCTを用いた歯内歯の三次元形態解析
3. 学会等名 北海道医療大学歯学会第38回学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Nazmus Shalehin、細矢明宏、建部廣明、溝口利英、吉羽永子、吉羽邦彦、中村浩彰、MD Riasat Hasan、入江一元
2. 発表標題 Differentiation ability of Gli1-positive mesenchymal cells in the periodontal ligament
3. 学会等名 第125回日本解剖学会総会全国学術集会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 関 有里、細矢明宏、Nazmus Shalehin、建部廣明、溝口利英、北浦英樹、飯嶋雅弘、入江一元
2. 発表標題 矯正学的歯の移動におけるGli1陽性歯根膜細胞の動態
3. 学会等名 第125回日本解剖学会総会全国学術集会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 関 有里、建部廣明、溝口利英、入江一元、細矢明宏
2. 発表標題 矯正学的歯の移動時においてGli1陽性歯根膜細胞は骨芽細胞に分化する
3. 学会等名 第62回歯科基礎医学会学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 関 有里、建部廣明、飯嶋雅弘、入江一元、細矢明宏
2. 発表標題 矯正学的歯の移動時におけるGli1陽性歯根膜細胞の組織学的解析
3. 学会等名 北海道医療大学歯学会第39回学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高橋昌己、渋井 徹、入江一元、秋月一城、藤田景子、安彦善裕、佐藤 惇、中山英二
2. 発表標題 下顎智歯根性ノ総頭部から摘出された硬組織塊の放射線学的、組織学的検討
3. 学会等名 北海道医療大学歯学会第39回学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 関 有里、建部廣明、飯嶋雅弘、入江一元、細矢明宏
2. 発表標題 矯正学的歯の移動時におけるGli1陽性歯根膜細胞による歯槽骨形成
3. 学会等名 第126回日本解剖学会総会・全国学術大会第98回日本生理学会大会合同大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Gli1陽性歯根膜細胞は矯正学的歯の移動時における骨形成に寄与する
2. 発表標題 関 有里、建部廣明、溝口利英、飯嶋雅弘、入江一元、細矢明宏
3. 学会等名 第18回日本口腔ケア学会 総会・学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 建部 廣明, 細矢 明宏, Nazmus Shalehin, 入江 一元
2. 発表標題 軟骨内骨化過程におけるポリコム群タンパク質 Bmi1 の局在
3. 学会等名 第61回歯科基礎医学会学術大会 アップデートシンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shalehin Nazmus, 細矢 明宏, 建部 廣明, 溝口 利2, 吉羽 永子, 吉羽 邦彦, 中村 浩彰, HASAN Md Riasat, 入江 一元
2. 発表標題 Gli1陽性歯根膜細胞は幹細胞特性を有し、歯槽骨再生に寄与する
3. 学会等名 第61回歯科基礎医学会学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 建部廣明、秋月一城、藤田景子、Nazmus Shalehin、川村尚彦、細矢明宏、中山英二、入江一元
2. 発表標題 マイクロCTを用いた歯内歯の三次元形態解析
3. 学会等名 北海道医療大学歯学会第38回学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Nazmus Shalehin、細矢明宏、建部廣明、溝口利英、吉羽永子、吉羽邦彦、中村浩彰、MD Riasat Hasan、入江一元
2. 発表標題 Differentiation ability of Gli1-positive mesenchymal cells in the periodontal ligament
3. 学会等名 第125回日本解剖学会総会全国学術集会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 関 有里、細矢明宏、Nazmus Shalehin、建部廣明、溝口利英、北浦英樹、飯嶋雅弘、入江一元
2. 発表標題 矯正学的歯の移動におけるGli1陽性歯根膜細胞の動態
3. 学会等名 第125回日本解剖学会総会全国学術集会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Shalehin Nazmus, 細矢明宏、建部廣明、Hasan Md Riasat, 入江一元
2. 発表標題 Potential of Gli1-positive cells in periodontal ligament to regenerate alveolar bone.
3. 学会等名 第124回日本解剖学会総会全国学術集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 建部廣明、細矢明宏、Shalehin Nazmus, Hasan Md Riasat, 入江一元
2. 発表標題 軟骨内骨化過程におけるポリコーム群タンパク質Bmi1の局在
3. 学会等名 第124回日本解剖学会総会全国学術集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 白幡史矩、高橋尚明、入江一元、坂倉康則
2. 発表標題 右鎖骨下動脈を最終枝とする大動脈弓に関する報告
3. 学会等名 第124回日本解剖学会総会全国学術集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shalehin Nazmus, 細矢明宏、建部廣明、Hasan Md Riasat, 入江一元
2. 発表標題 歯根膜にみられるGli-1陽性細胞の骨形成能
3. 学会等名 第60回歯科基礎医学会学術大会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 村上伸也、網塚憲生、齋藤正寛、松本卓也	4. 発行年 2019年
2. 出版社 医歯薬出版	5. 総ページ数 321
3. 書名 歯科再生医学	

〔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	吉羽 邦彦 (YOSHIBA Kunihiko) (30220718)	新潟大学・医歯学系・教授  (13101)	
研究分担者	建部 廣明 (TAKEBE Hiroaki) (40638293)	北海道医療大学・歯学部・講師  (30110)	
研究分担者	細矢 明宏 (HOSOYA Akihiro) (70350824)	北海道医療大学・歯学部・教授  (30110)	

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
---------	---------