

令和 5 年 5 月 16 日現在

機関番号：10101

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2020～2022

課題番号：20H03558

研究課題名(和文) 移植組織制御による新規脊髄再生方法の開発

研究課題名(英文) Development of a novel regeneration method of spinal cord by regulating grafted nervous tissue

研究代表者

角家 健 (Kadoya, Ken)

北海道大学・医学研究院・特任准教授

研究者番号：30374276

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,600,000円

研究成果の概要(和文)：5種類のモルフォゲンを分泌する同系マウス由来の線維芽細胞を作成し、マウス頸髄背側部に移植することで、モルフォゲンの濃度勾配を作成した。続いて、頸髄の背側部分損傷を作成し、損傷部にマウス胚性脊髄由来の神経前駆細胞を移植した。移植、損傷後2週で灌流固定し、神経細胞特異的転写因子に対する免疫染色によって、移植神経細胞のパターン形成を評価したところ、神経細胞の位置に変化を生じていなかった。このことは、成体損傷部の環境では、神経前駆細胞はモルフォゲンに対する感受性を持たないが、複数のモルフォゲンの濃度勾配が必要であることを示唆している。

研究成果の学術的意義や社会的意義

新規に作成した神経組織の環境に液性因子の濃度勾配を作成可能であることを確立した。神経細胞のパターン形成だけでなく、伸長軸索の誘導、反発、宿主からの細胞浸潤の制御など、細胞移植、および、新規に神経組織を作成する研究に応用可能な手法が確立された。また、複数のモルフォゲンの濃度勾配を作成することで、神経細胞の位置パターンを制御できた場合、至適な神経組織作成に関する方法論が、概念的かつ技術的に大きく前進することになる。

研究成果の概要(英文)：Mouse fibroblasts secreting each morphogen among five of those were generated and transplanted into the dorsal column of cervical spinal cord in mice to create a gradient of morphogens. Subsequently, a dorsal column lesion of the cervical spinal cord was created, followed by the graft of neural progenitor cells derived from mouse embryonic spinal cord were transplanted into the lesion site. The evaluation of patterning of transplanted neurons demonstrated no apparent changes in positions of grafted neurons, suggesting that the grafted neurons into lesion sites are insensitive to a gradient of morphogens or require a gradient of multiple morphogens to change their locations like developing spinal cord. Although the further experiment is necessary to examine the effect of a gradient of multiple morphogens, the newly developed methodology to create a gradient of soluble factors in spinal cord will advance the technology of tissue engineering in neuroscience.

研究分野：神経科学

キーワード：神経前駆細胞 形態形成因子 脊髄損傷

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

脊髄が損傷すると欠損が生じ、恒久的な麻痺を生じるが、近年の幹細胞研究の発展により、神経前駆細胞移植によって、欠損部を神経組織で充填することで、移植神経細胞が神経活動を橋渡しできるようになった。しかし、得られる機能回復はいまだ部分的であり、神経前駆細胞移植の更なる最適化が必要とされている。

機能回復効果に限界がある理由の一つとして、移植神経細胞の位置が無秩序であることが挙げられる。しかし、未だ、移植神経細胞の位置を制御する方法は開発されていない。発生期では、神経前駆細胞がモルフォゲンの濃度勾配を位置情報として利用することで、神経細胞の構成に一定のパターンを形成する。そこで、脊髄損傷部に移植された神経前駆細胞はモルフォゲンの濃度勾配を位置情報として利用できるという仮説を立てた。

現在のところ、再生神経組織中の神経細胞の数と種類の制御方法に関する研究は旺盛であるが、神経細胞の位置パターンに関するものは、概念的にも技術的に報告がない。移植組織にパターン形成が可能であることの証明は、至適な神経組織作成に向けて、概念的かつ技術的に大きく前進することになる。また、再生神経組織の環境に液性因子の濃度勾配を作成した研究はなく、本研究の手法で濃度勾配が作成可能であることを証明した場合、細胞のパターン形成だけでなく、伸長軸索の誘導、反発、宿主からの細胞浸潤の制御など、多くの興味深い実験に応用可能な手法が確立されると考えた。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、モルフォゲンの濃度勾配を利用した移植神経細胞の位置パターン形成方法を開発することである。具体的には、モルフォゲン分泌線維芽細胞を脊髄に移植して、モルフォゲンの濃度勾配を移植環境に作製し、移植神経前駆細胞由来の神経細胞が位置パターンを形成するか明らかにする。

### 3. 研究の方法

#### (1) マウスの各種モルフォゲンのクローニングとレンチウイルス

各種モルフォゲン(BMP4、Wnt1、Sonic Hedge Hog、Netrin1、Draxin)のクローニングを実施し、第三世代のレンチウイルスベクターを使用して、各種モルフォゲン遺伝子と GFP 遺伝子を T2A 配列でつなぐレンチウイルスを作成した。

#### (2) モルフォゲン分泌線維芽細胞の作成

マウス皮膚から採取した線維芽細胞に、レンチウイルスを使用して、各種モルフォゲン遺伝子と GFP 遺伝子を導入した。その後、細胞を継代後、FACS にて GFP 陽性細胞を選択し、さらに継代させ、モルフォゲン分泌線維芽細胞を用意した。また、細胞培養液中への、モルフォゲンの分泌を、Western blotting で確認した。

#### (3) 動物実験

マウス頸髄(C6)の後柱に、各種モルフォゲン分泌線維芽細胞を少量(5万個)移植後、C5高位で、頸髄部分切断損傷を作成し、損傷部にマウス胚性脊髄由来の神経前駆細胞を(50万個)移植し、2週後灌流固定した。移植した神経組織に、移植線維芽細胞が隣接するような、脊髄損傷作成方法、および神経前駆細胞移植方法を検討した。

#### (4) モルフォゲン濃度勾配確立の確認

線維芽細胞を移植した脊髄組織の凍結切片を作成し、ELISA で各種モルフォゲンの組織中濃度を測定した。

#### (5) 神経細胞評価方法の確認

E12 マウス胚性脊髄を使用して、各種脊髄神経細胞の転写因子に対する抗体が機能するか確認した。

#### (6) 免疫染色による各種神経細胞局在の確認

上記抗体、GFP 抗体、各種モルフォゲンに対する抗体を使用して、移植神経組織、移植線維芽細胞を染色した。

### 4. 研究成果

#### (1) モルフォゲン分泌線維芽細胞の作成

各種モルフォゲン(BMP4、Wnt1、Sonic Hedge Hog、Netrin1、Draxin)を分泌するマウス線維

芽細胞を高純度（90%以上）で含む細胞が用意可能となった（図1）。

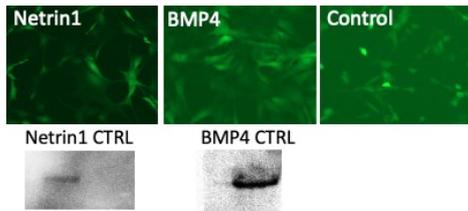


図1：モルフォゲンを分泌するマウス線維芽細胞 GFP を発現し（上段）、かつ培養液中にモルフォゲンを分泌する（下段）。

(2) モルフォゲン分泌線維芽細胞と神経前駆細胞の移植

様々な移植方法検討の結果、移植した神経前駆細胞に、移植線維芽細胞が隣接するような、脊髄損傷作成方法、神経前駆細胞移植方法、線維芽細胞移植方法を確立した（図2）。

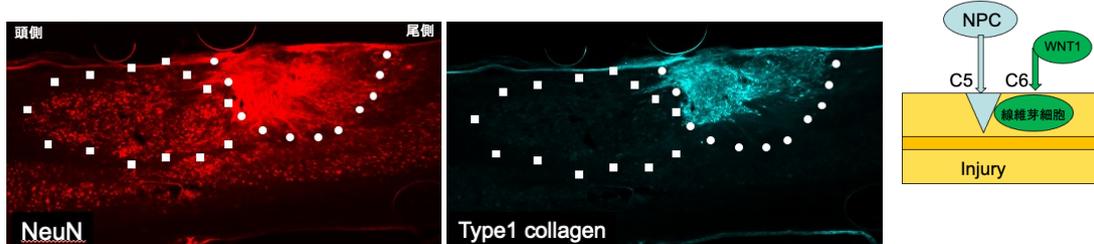


図2：モルフォゲン分泌線維芽細胞移植と神経前駆細胞移植の実際

C5 に脊髄損傷を作成し神経前駆細胞を移植、同部位の 1mm 尾側に WNT1 発現線維芽細胞を移植し、2 週後の矢状断切片像。四角で囲まれた領域が移植神経細胞 (NeuN 陽性細胞が白質内に存在) を示し、丸で囲まれた領域が Type1 collagen を発現する線維芽細胞を示す。移植線維芽細胞が移植神経細胞に密接している。

(3) モルフォゲン濃度勾配の確立

線維芽細胞を移植した脊髄組織では、各種モルフォゲンが濃度勾配を形成していることを、組織の ELISA と免疫染色で確認した。

(4) 神経細胞評価方法の確立

E12 マウス胚性脊髄を使用して、各種脊髄神経細胞の転写因子に対する抗体 (BRN3A、LBX1、TLX3、PAX2、LIM1+2、BHLHB5、FOXP1、FOXP2、LHX3、Chx10、Hb9) が機能することを確認した。

(5) 各種モルフォゲン濃度勾配の確立による移植神経細胞の局在の変化

上記の抗体で評価した結果、対照群 (GFP 発現線維芽細胞移植) と比較して、BRN3A、LBX1、TLX3、PAX2、LIM1+2、BHLHB5、FOXP1、FOXP2、LHX3、Chx10、Hb9 で標識される各種神経細胞の局在に偏りがあるものはなかった（図3）。

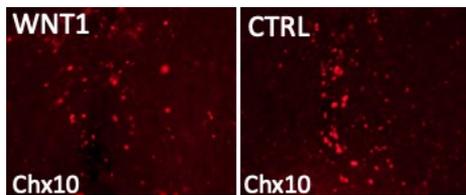


図3：WNT1 発現線維芽細胞移植後の移植神経細胞 WNT1 発現線維芽細胞を移植し、WNT1 の濃度勾配を作成しても、Chx10 で染色される V2a 神経細胞の局在に変化は認めなかった。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件（うち査読付論文 10件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 Endo T, Kadoya K, Suzuki T, Suzuki Y, Terkawi MA, Kawamura D, Iwasaki N	4. 巻 7
2. 論文標題 Mature but not developing Schwann cells promote axon regeneration after peripheral nerve injury	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 npj Regenerative Medicine	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) 10.1038/s41536-022-00205-y	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 角家健	4. 巻 36
2. 論文標題 神経前駆細胞移植を使用した脊髄損傷後神経回路形成の現状と課題	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 BIO Clinica	6. 最初と最後の頁 45-49
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 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 Tian Y, Terkawi MA, Onodera T, Alhasan H, Matsumae G, Takahashi D, Hamasaki M, Ebata T, Aly MK, Kida H, Shimizu T, Uetsuki K, Kadoya K, Iwasaki N	4. 巻 11
2. 論文標題 Blockade of XCL1/Lymphotactin Ameliorates Severity of Periprosthetic Osteolysis Triggered by Polyethylene-Particles	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Front Immunol	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) 10.3389/fimmu.2020.01720	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 Hara Masato, Kadoya Ken, Endo Takeshi, Iwasaki Norimasa	4. 巻 108
2. 論文標題 Peripheral nerve derived fibroblasts promote neurite outgrowth in adult dorsal root ganglion neurons more effectively than skin derived fibroblasts	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Experimental Physiology	6. 最初と最後の頁 621 ~ 635
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1113/EP090751	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 Ebata Taku, Terkawi Mohamad Alaa, Kitahara Keita, Yokota Syunichi, Shiota Junki, Nishida Yoshio, Matsumae Gen, Alhasan Hend, Hamasaki Masanari, Hontani Kazutoshi, Shimizu Tomohiro, Takahashi Daisuke, Endo Tsutomu, Onodera Tomohiro, Kadoya Ken, Iwasaki Norimasa	4. 巻 -
2. 論文標題 Macrophage derived extracellular vesicles trigger non canonical pyroptosis in chondrocytes leading to cartilage catabolism in osteoarthritis	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Arthritis & Rheumatology	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) 10.1002/art.42505	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 Sotome Akihito, Kadoya Ken, Suzuki Yuki, Iwasaki Norimasa	4. 巻 23
2. 論文標題 Spinal Canal and Spinal Cord in Rat Continue to Grow Even after Sexual Maturation: Anatomical Study and Molecular Proposition	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 International Journal of Molecular Sciences	6. 最初と最後の頁 16076 ~ 16076
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ijms232416076	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 Tomoaki, Kadoya Ken, Endo Takeshi, Iwasaki Norimasa	4. 巻 -
2. 論文標題 Molecular and Regenerative Characterization of Repair and Non-repair Schwann Cells	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Cellular and Molecular Neurobiology	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) 10.1007/s10571-022-01295-4	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 -

1. 著者名 Suzuki Yuki, Nakagawa Shinsuke, Endo Takeshi, Sotome Akihito, Yuan Rufe, Asano Tsuyoshi, Otsuguro Satoko, Maenaka Katsumi, Iwasaki Norimasa, Kadoya Ken	4. 巻 19
2. 論文標題 High-Throughput Screening Assay Identifies Berberine and Mubritinib as Neuroprotection Drugs for Spinal Cord Injury via Blood-Spinal Cord Barrier Protection	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Neurotherapeutics	6. 最初と最後の頁 1976 ~ 1991
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s13311-022-01310-y	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 Yamamoto Yasuhiro, Kadoya Ken, Terkawi Mohamad Alaa, Endo Takeshi, Konno Kohtarou, Watanabe Masahiko, Ichihara Satoshi, Hara Akira, Kaneko Kazuo, Iwasaki Norimasa, Ishijima Muneaki	4. 巻 5
2. 論文標題 Neutrophils delay repair process in Wallerian degeneration by releasing NETs outside the parenchyma	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Life Science Alliance	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) 10.26508/lisa.202201399	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 Alhasan Hend, Terkawi Mohamad Alaa, Matsumae Gen, Ebata Taku, Tian Yuan, Shimizu Tomohiro, Nishida Yoshio, Yokota Shunichi, Garcia-Martin Fayna, M. Abd Elwakil Mahmoud, Takahashi Daisuke, Younis Mahmoud A., Harashima Hideyoshi, Kadoya Ken, Iwasaki Norimasa	4. 巻 13
2. 論文標題 Inhibitory role of Annexin A1 in pathological bone resorption and therapeutic implications in periprosthetic osteolysis	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Nature Communications	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) 10.1038/s41467-022-31646-0	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 Matsui Yuki, Kadoya Ken, Nagano Yusuke, Endo Takeshi, Hara Masato, Matsumae Gen, Suzuki Tomoaki, Yamamoto Yasuhiro, Terkawi Mohamad Alaa, Iwasaki Norimasa	4. 巻 79
2. 論文標題 IL4 stimulated macrophages promote axon regeneration after peripheral nerve injury by secreting uPA to stimulate uPAR upregulated in injured axons	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Cellular and Molecular Life Sciences	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) 10.1007/s00018-022-04310-5	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25件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件)

1. 発表者名 Matsui Y, Kadoya K, Iwasaki N
2. 発表標題 M2 macrophages Regulate Axon Regeneration by Surrounding the Growing Axons to Stimulate uPAR in the Injured Axons by Secreting uPA
3. 学会等名 PNS Annual Meeting
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Suzuki Y, Kadoya K, Sotome Y, Endo T, Asano T, Maenaka K, Nakagawa S, Iwasaki N
2. 発表標題 Papaverine as a Neuroprotection Drug for Spinal Cord Injury Targeting on Blood-Spinal Cord Barrier protection
3. 学会等名 ORS 2021 annual meeting
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Suzuki Y, Kadoya K, Endo T, Rufe Y, Asano T, Maenaka K, Nakagawa S, Iwasaki N
2. 発表標題 Novel High-throughput Screening Assay Identifies Berberine as Neuroprotection Drug for Spinal Cord Injury
3. 学会等名 he 38th Annual Symposium of the National Neurotrauma Society
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Sotome A, Kadoya K, Suzuki Y, Endo T, Asano T, Maenaka K, Nakagawa S, Iwasaki N
2. 発表標題 Clinical antispasmodic drug, Papaverine, is neuroprotective after spinal cord injury by minimizing secondary injury via protection of blood spinal cord barrier function
3. 学会等名 The 60th ISCOS Annual Scientific Meeting
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松居祐樹、角家健、永野裕介、遠藤健、原健人、松前元、Alaa Terkawi、岩崎倫政
2. 発表標題 M2マクロファージはuPAを介して末梢神経損傷後の軸索再生を制御する
3. 学会等名 第64回日本手外科学会学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山本康弘、角家健、市原理司、原章、岩崎倫政、金子和夫、石島旨章
2. 発表標題 末梢神経損傷後の好中球浸潤の詳細：時空間的検討と血液神経関門機能との関連
3. 学会等名 第64回日本手外科学会学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松居祐樹、角家健、永野裕介、遠藤健、原健人、松前元、Alaa Terkawi、岩崎倫政
2. 発表標題 M2マクロファージはuPAを介して末梢神経損傷後の軸索再生を制御する
3. 学会等名 第94回日本整形外科学会学術総会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 福井隆史、角家健、館野寛直、中村孝司、山田勇磨、佐藤悠介、岩崎倫政、原島秀吉
2. 発表標題 リポソームを応用した末梢組織から脊髄への低侵襲薬物輸送システムの開発
3. 学会等名 第94回日本整形外科学会学術総会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山本康弘、角家健、市原理司、原章、岩崎倫政、金子和夫、石島旨章
2. 発表標題 末梢神経損傷後の好中球浸潤の詳細：時空間的検討と血液神経関門機能との関連
3. 学会等名 第94回日本整形外科学会学術総会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 鈴木智亮、角家健、遠藤健、山崎美和子、渡辺雅彦、岩崎倫政
2. 発表標題 新規軸索再生因子GFR 1の末梢神経再生効果とその分子機構
3. 学会等名 第140回北海道整形災害外科学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 五月女慧人、角家健、鈴木裕貴、遠藤健、浅野毅、中川慎介、前仲勝美、岩崎倫政
2. 発表標題 抗精神薬 Brexpiprazole の急性期脊髄損傷に対する神経保護効果の検討
3. 学会等名 第140回北海道整形災害外科学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 原健人、角家健、鈴木智亮、松居祐樹、山本康弘、遠藤健、岩崎倫政
2. 発表標題 末梢神経特異的線維芽細胞の神経突起伸長効果に関する検討
3. 学会等名 第140回北海道整形災害外科学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松居祐樹、角家健、遠藤健、永野裕介、本宮真、河村太介、近藤真、平地一彦、岩崎倫政
2. 発表標題 有痛性断端神経腫の疼痛機序に関する組織学的検討：臨床検体と動物モデルを用いて
3. 学会等名 第32回日本末梢神経学会学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 鈴木智亮、角家健、遠藤健、山崎美和子、渡辺雅彦、岩崎倫政
2. 発表標題 GFR 1のNCAM、Integrin複合体を介した末梢神経軸索再生促進効果
3. 学会等名 第32回日本末梢神経学会学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山本康弘、角家健、市原理司、原章、Alaa Terkawi、今野幸太郎、渡辺雅彦、金子和夫、石島旨章、岩崎倫政
2. 発表標題 末梢神経損傷後早期免疫反応の詳細 好中球由来MIFによる修復機転の阻害
3. 学会等名 第32回日本末梢神経学会学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松居祐樹、角家健、遠藤健、永野裕介、本宮真、河村太介、近藤真、平地一彦、岩崎倫政
2. 発表標題 有痛性断端神経腫の疼痛機序に関する組織学的検討：臨床検体と動物モデルを用いて
3. 学会等名 第36回日本整形外科学会基礎学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 鈴木智亮、角家健、遠藤健、山崎美和子、渡辺雅彦、岩崎倫政
2. 発表標題 新規軸索再生因子GFR 1の末梢神経再生効果とその分子機構
3. 学会等名 第36回日本整形外科学会基礎学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 五月女慧人、角家健、鈴木裕貴、遠藤健、浅野毅、中川慎介、前仲勝美、岩崎倫政
2. 発表標題 Brexiprazoleの血液脊髄関門機能維持を介した脊髄損傷後神経保護効果
3. 学会等名 第36回日本整形外科学会基礎学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 原健人、角家健、鈴木智亮、松居祐樹、山本康弘、遠藤健、岩崎倫政
2. 発表標題 末梢神経特異的線維芽細胞の神経突起伸長効果に関する検討
3. 学会等名 第36回日本整形外科学会基礎学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 五月女慧人、角家健、鈴木裕貴、中川慎介、前仲勝美、岩崎倫政
2. 発表標題 抗精神薬Brexiprazoleの急性期脊髄損傷に対する神経保護効果の検討
3. 学会等名 第56回日本脊髄障害医学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Suzuki Y, Kadoya K, Endo T, Matsui Y, Rufe Y, Asano T, Maenaka K, Nakagawa S, Iwasaki N.
2. 発表標題 Development of High-throughput assay to screen potential drugs to protect blood-brain spinal cord barrier identifies Berberine as neuroprotection drug for spinal cord injury
3. 学会等名 The 59th International Spinal Cord Society Annual Scientific Meeting (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松居祐樹、角家健、永野裕介、遠藤健、原健人、松前元、Alaa Terkawi、岩崎倫政
2. 発表標題 M2マクロファージによる末梢神経軸索再生の制御
3. 学会等名 第31回日本末梢神経学会学術集会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山本康弘、角家健、市原理司、原章、岩崎倫政、金子和夫
2. 発表標題 末梢神経損傷後の好中球の時空間的变化に関する検討
3. 学会等名 第31回日本末梢神経学会学術集会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松居祐樹、角家健、永野裕介、遠藤健、原健人、松前元、Alaa Terkawi、岩崎倫政
2. 発表標題 M2マクロファージによる末梢神経軸索再生の制御
3. 学会等名 第35回日本整形外科学会基礎学術集会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 五月女慧人、角家健、鈴木裕貴、遠藤健、浅野毅、中川慎介、前仲勝美、岩崎倫政
2. 発表標題 パバペリンの血液脊髄関門機能維持を介した脊髄損傷後神経保護効果
3. 学会等名 第35回日本整形外科学会基礎学術集会
4. 発表年 2020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
--	---------------------------	-----------------------	----

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