

平成 30 年 5 月 21 日現在

機関番号：23903

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2014～2017

課題番号：26250019

研究課題名(和文) 生後脳組織の恒常性維持と再生における新生ニューロンの移動機構

研究課題名(英文) Mechanisms for neuroblast migration in the maintenance and regeneration of postnatal brain tissue

研究代表者

澤本 和延 (Sawamoto, Kazunobu)

名古屋市立大学・大学院医学研究科・教授

研究者番号：90282350

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 23,200,000円

研究成果の概要(和文)：(1)足場との関係：新生ニューロンに発現する α 1 integrinが、鎖状の細胞塊を形成しながら血管に沿って効率良く移動するために必要であることが明らかになった。(2)移動速度の調節と停止：ニューロンが移動を停止する際の詳細な形態学的特徴と、その制御機構が明らかになった。(3)感覚刺激による定着・成熟：嗅覚刺激が新生ニューロンの定着・成熟を促進する新規メカニズムの手がかりが得られた。(4)移動制御による再生促進：新生ニューロンの移動を促進することによって、ニューロンが再生し、脳機能の回復が促進されることが示唆された。

研究成果の概要(英文)：We have studied 1) the expression and function of α 1 integrin in migrating neuroblasts for their efficient chain migration along the blood vessel scaffolds, 2) morphological changes of neuroblasts during migration termination and their molecular mechanisms, 3) olfactory-input dependent mechanisms for neuronal integration and maturation, and 4) neuronal regeneration and functional recovery promoted by neuronal migration.

研究分野：再生医学

キーワード：再生医学 神経科学 脳・神経 脳神経疾患

1. 研究開始当初の背景

胎生期のみならず生後においても神経幹細胞から新たなニューロンが産生され、脳の恒常性維持・破綻や再生機構に影響を与えることが明らかにされつつある。これらのニューロンの多くは、側脳室の外側壁に沿って存在する脳室下帯から長距離を移動して、脳内の目的地に到達する。ニューロン新生の調節機構を解明し、医療に応用するには、このような移動の仕組みを理解することが重要である。

そこで代表者らは、過去15年間にわたり、従来不明な点が多かった新生ニューロンの移動制御メカニズム解明に取り組んできた。その結果、繊毛運動によるガイダンス分子の濃度勾配形成と細胞移動方向の制御(*Science* 2006; *Nat Cell Biol* 2010)、アストロサイトにトンネルを形成させて移動経路を確保する機構(*Neuron* 2010)、感覚入力依存的な左右非対称性の調節(*Nat Neurosci* 2013)など、従来想定されていなかったユニークなメカニズムが明らかになった。さらに、様々な病態モデルを用いて、脳室下帯の幹細胞から産生されるニューロンが血管や放射状グリア細胞に沿って傷害部位へ移動し、再生に寄与することを初めて明らかにした(*J Neurosci* 2006; *Stem Cells* 2010; *Dis Models Mech* 2012)。

近年これらの研究をさらに発展させて、移動ニューロンの二光子顕微鏡による *in vivo* ライブイメージング(*J Neurosci* 2011)や FRET (*J Neurochem* 2014)など新たな観察方法を導入するとともに、プロテオミクス等を用いて新規分子機構を明らかにした(*Nat Commun* 2014)。また、新たなモデル動物としてサル (*J Comp Neurol* 2011)・ゼブラフィッシュ (*Nat Neurosci* 2013)を導入し、脳室下帯から嗅球への移動機構が進化の過程で保存されていることを明らかにした。

このように、代表者らによる研究により、正常時と疾患による傷害後の再生過程において、生後脳の幹細胞から生まれた細胞が脳内の目的地に移動・分化する過程の概要が明らかになってきた。一方、我々の研究は、さらに多くの興味深い仮説・問題を生み出した。

2. 研究の目的

生後の脳において生まれるニューロンは、脳の恒常性維持・破綻や再生機構に関わっている。代表者らは、マウス・サル・魚を用いて、正常時と疾患による傷害後の再生過程におけるニューロン新生のメカニズムを明らかにしてきた。本課題では、近年特に大きな進展があった新生ニューロンの移動制御機構に焦点を絞り、移動のための足場、移動速度調節と停止、感覚刺激による定着・成熟のしくみを解明する。さらに、これらのメカニズムを制御することによって、傷害を受けた脳組織の機能的な再生を促進することがで

きるかを検証する。本研究は、代表者らが開発した *in vivo*, *in vitro* のモデルやイメージング技術を駆使して、自らの知見をさらに発展させるものである。その成果は、脳の可塑性の理解に貢献し、新たな再生医療の基盤技術を提供する。

3. 研究の方法

生後脳における新生ニューロンの移動機構解明のため以下の4項目の実験を実施した。

(1)足場との関係：血管などの足場と新生ニューロンの相互作用のメカニズムを *integrin β1* などのノックアウトマウスを用いて解析する。

(2)移動速度の調節と停止：突起伸長抑制シグナル受容体等を導入し、移動動態を解析する。

(3)感覚刺激による定着・成熟：嗅覚入力によってニューロンの定着が促進されるメカニズムを二光子イメージング等で解析する。

(4)移動制御による再生促進：足場供給などによる移動促進効果とニューロン再生促進効果を、各種イメージングと行動学的テストなどで解析する。

4. 研究成果

(H26)

(1)血管との関係：新生ニューロンが血管に沿った移動を制御する分子メカニズムの候補として、血管基底膜の主成分である laminin などの受容体である *integrin β1* の役割を解析した。ノックアウトマウスにおいて新生ニューロンのマーカーを発現する細胞の分布等を比較したところ、野生型マウスに比べて傷害部への移動効率が低下している事が明らかになった。

(2)放射状グリアとの関係：新生仔の脳傷害後に再生したニューロンが放射状グリア細胞の突起を足場にして移動するかどうかを調べるため、脳室下帯で産生される新生ニューロンをエレクトロポレーション法によって蛍光標識した。新生ニューロンが放射状グリア細胞に沿って移動する様子が観察された。

(3)鎖状移動のメカニズム：ニューロンが移動する際に、隣の細胞を足場として相互作用しながら移動する「鎖状移動」と呼ばれる移動様式において、重要な働きをしている分子についての情報が得られた。

(H27)

(1)移動速度の調節と停止：培養した新生ニューロンを用いて、ブレーキングに関わる分子の強制発現、またはノックダウンを行い、ニューロンの移動への影響を解析した。培養したニューロンと脳スライスを観察し、移動ニューロンの突起の動態を解析した。さらに、突起伸張に関わるタンパク質の機能を明らかにした。

(2)感覚刺激による定着・成熟：マウスの脳

内のニューロンを生きのまま観察し、ニューロンの定着メカニズムを解析する実験を確立させた。

(3) 移動制御による再生促進：新生ニューロンの移動を制御する事によって、ニューロンの再生が促進されることが確認された。

(H28)

(1) 足場との関係：以前我々は、新生ニューロンが傷害部位へ移動する際に、血管を足場として移動することを明らかにした。本研究によって、新生ニューロンに発現する β 1 integrin が、鎖状の細胞塊を形成しながら血管に沿って効率良く移動するために必要であることが明らかになった。

(2) 移動速度の調節と停止：本研究によって、ニューロンが移動を停止する際の詳細な形態学的特徴と、その制御機構の一端が明らかになった。

(3) 感覚刺激による定着・成熟：嗅球においては成体においても継続的に新しいニューロンが定着・成熟することが知られている。本研究によって、嗅覚刺激が新生ニューロンの定着・成熟を促進する新規メカニズムの手がかりが得られた。

(4) 移動制御による再生促進：新生ニューロンの移動を促進することによって、ニューロンが再生し、脳機能の回復が促進されることが示唆された。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 10 件)

- ① Fujioka T, Kaneko N, Ajioka I, Nakaguchi K, Omata T, Ohba H, Fässler R, García-Verdugo JM, Sekiguchi K, Matsukawa N, Sawamoto K. β 1 integrin signaling promotes neuronal migration along vascular scaffolds in the post-stroke brain. *EBioMedicine*. 2017 Feb;16:195-203. doi:10.1016/j.ebiom.2017.01.005. Epub 2017 Jan 9.
- ② Matsunami K, Nishida N, Kaneko N, Ikeo K, Toyo-oka L, Takeuchi H, Matsuura K, Tamori A, Nomura H, Yoshiji H, Imamura M, Masaki N, Hayakawa T, Ide T, Shimada N, Ikeda F, Hino K, Nishiguchi S, Okuse C, Nojiri S, Sawamoto K, Tokunaga K, Joh T, Tanaka Y. Genome-Wide Association Study Identifies ZNF354C Variants Associated with Depression from Interferon-Based Therapy for Chronic Hepatitis C. *PLoS One* 2016 Oct 10, 11(10):e0164418. doi:10.1371/journal.pone.0164418
- ③ Ogino T, Sawada M, Takase H, Nakai C, Herranz-Pérez V, Cebrian-Silla A, Kaneko N, Garcia-Verdugo JM, Sawamoto K. Characterization of multiciliated ependymal cells that emerge in the neurogenic niche of the aged zebrafish brain. *J Comp Neurol* 2016 Oct 15;524(15):2982-92. doi: 10.1002/cne.24001.
- ④ Miyake M, Ito Y, Sawada M, Sakai K, Suzuki H, Sakamoto T, Sawamoto K, Kamijima M. Subchronic inhalation exposure to 2-ethyl-1-hexanol impairs the mouse olfactory bulb via injury and subsequent repair of the nasal olfactory epithelium. *Arch Toxicol* 2016 Aug;90(8):1949-58. doi: 10.1007/s00204-016-1699-6
- ⑤ Hirota Y#, Sawada M#, Huang SH#, Ogino T, Ohata S, Kubo A, Sawamoto K. #These authors equally contributed to this work
Roles of Wnt signaling in the neurogenic niche of the adult mouse ventricular-subventricular zone. *Neurochemical Research* 2016 Feb;41(1-2):222-30. doi: 10.1007/s11064-015-1766-z.
- ⑥ Yamagishi S, Yamada K, Sawada M, Nakano S, Mori N, Sawamoto K, Sato K. Netrin-5 is highly expressed in neurogenic regions of the adult brain. *Front. Cell. Neurosci* 2015 Apr 20;9:146. doi: 10.3389/fncel.2015.00146.
- ⑦ Zheng LS, Kaneko N, Sawamoto K. Minocycline treatment ameliorates interferon-alpha-induced neurogenic defects and depression-like behaviors in mice. *Frontiers in Cellular Neuroscience*. 2015 Jan 28;9:5. doi:10.3389/fncel.2015.00005
- ⑧ Ajioka I, * Jinnou H, * Okada K, Sawada M, Saitoh S, Sawamoto K. [*Co-first authors]
Enhancement of neuroblast migration into the injured cerebral cortex using laminin-containing porous sponge. *Tissue Engineering Part A*. 2015 Jan; 21(1-2): 193-201. doi: 10.1089/ten.TEA.2014.0080.
- ⑨ Zheng LS, Hitoshi S, Kaneko N, Takao K, Miyakawa T, Tanaka Y, Xia H, Kalinke U, Kudo K, Kanba S, Ikenaka K, Sawamoto K. Mechanisms for interferon- α -induced depression and neural stem cell dysfunction. *Stem Cell Reports*. 2014 Jul 8; 3(1): 73-84. doi:10.1016/j.stemcr.2014.05.015
- ⑩ Ota H, Hikita T, Sawada M, Nishioka T,

Matsumoto M, Komura M, Ohno A, Kamiya Y, Miyamoto T, Asai N, Enomoto A, Takahashi M, Kaibuchi K, Sobue K, Sawamoto K. Speed control for neuronal migration in the postnatal brain by Gmp-mediated local inactivation of RhoA. *Nature Communications*. 2014 July 30; 5:4532. doi: 10.1038/ncomms5532.

[学会発表] (計 44 件)

- ① Ogino T, Sawada M, Takase H, Nakai C, Herranz-Perez V, Cebrian-Silla A, Kaneko N, Garcia-Verdugo JM, Sawamoto K. Emergence of multiciliated ependymal cells in the neurogenic niche of the aged zebrafish brain. 第 10 回神経発生討論会 宮城県 2017
- ② 宮本拓哉, 山本誠也, 金子奈穂子, 澤本和延. 脳傷害部に移動する新生ニューロン・オリゴデンドロサイト前駆細胞の挙動の解析. 第 16 回日本再生医療学会 宮城県 2017
- ③ 澤本和延. Migration of New Neurons for Maintenance and Repair of Adult Mammalian Brain. The joint 2017 Keystone Symposia on Neurogenesis during Development and in the Adult Brain (J2) and Transcriptional and Epigenetic Control in Stem Cells (J1) California USA 2017
- ④ 澤本和延. Neuronal migration for maintenance and repair of adult brain. The 3rd International Symposium on Molecular Sciences フィリピン マニラ 2016
- ⑤ 澤本和延. 基礎研究に立脚した神経系再生医療への展開. 第 39 回日本分子生物学会 神奈川県 2016
- ⑥ 松本真実, 澤田雅人, 金子奈穂子, 熊本奈都子, 鶴川真也, 大野伸彦, 澤本和延. 成体大脳皮質傷害脳における新生ニューロンの移動形態と足場の解析. 第 59 回日本神経化学学会大会 福岡県 2016
- ⑦ 澤田雅人, 神谷幸余, 稲田浩之, 田口和己, 岡田淳志, 郡健二郎, 高坂新一, 鍋倉淳一, 澤本和延. Phagocytosis by resting microglia promotes neuronal turnover in the adult olfactory bulb. 第 59 回日本神経化学学会大会 福岡県 2016
- ⑧ 金子奈穂子, 澤本和延. アストロサイトとの相互作用調節による新生ニューロンの移動・機能回復の促進. 第 59 回日本神経化学学会大会 福岡県 2016
- ⑨ 澤本和延. Migration of new neurons for maintenance and repair of adult brain. 第 59 回日本神経化学学会大会 福岡県 2016
- ⑩ Ogino T, Sawada M, Takase H, Nakai C, Herranz-Perez V, Cebrian-Silla A, Kaneko N, Garcia-Verdugo JM, Sawamoto K. Emergence of multiciliated ependymal cells in the neurogenic niche of the aged zebrafish brain. 14th meeting of Asian-Pacific Society for Neurochemistry Kuala Lumpur, Malaysia 2016
- ⑪ 藤掛数馬, 澤田雅人, 匹田貴夫, 服部光治, 祖父江和哉, 澤本和延. Fyn による細胞間接着の制御が、嗅球における新生ニューロンの鎖状細胞移動からの離脱を調節する. 第 39 回日本神経科学大会 神奈川県 2016
- ⑫ Sawada M, Huang SH, Hikita T, Uemura A, Sawamoto K. A novel protrusion in new neurons regulating the migratory potential in the postnatal brain. 第 39 回日本神経科学大会 神奈川県 2016
- ⑬ Sawada M, Sawamoto K. Mechanisms for migration and maturation of new neurons in the adult brain. The 8th Symposium of Korean Society for Developmental Neurobiologists Incheon, South Korea 2016
- ⑭ 澤本和延. Migration and maturation of new neurons in the normal and injured brain. 第 57 回日本神経学会学術大会 兵庫県 2016
- ⑮ Sawada M, Huang SH, Hikita T, Uemura A, Sawamoto K. Termination of neuronal migration controlled by a novel cell protrusion. 第 9 回神経発生討論会 東京都 2016
- ⑯ 神農英雄, 澤田雅人, 川瀬恒哉, 味岡逸樹, 沓澤好一, 赤池敏宏, 齊藤伸治, 澤本和延. 新生仔大脳皮質傷害モデルマウスにおける放射状グリア様足場スポンジを用いた脳室下帯由来ニューロン再生. 第 15 回日本再生医療学会総会 大阪府 2016
- ⑰ 金子奈穂子, 澤本和延. アストロサイトとの相互作用の操作による新生ニューロンの分布制御と機能回復の促進. 第 15 回日本再生医療学会総会 大阪府 2016
- ⑱ 小俣太一, 藤岡哲平, 金子奈穂子, 味岡逸樹, 中口加奈子, Faessler Reinhard, 松川則之, 関口清俊, 澤本和延. ニューロン再生過程における $\beta 1$ -integrin シグナルを介した新生ニューロンの移動制御. 第 15 回日本再生医療学会総会 大阪府 2016
- ⑲ 山岸覚, 山田浩平, 澤田雅人, 中野秀, 森則夫, 澤本和延, 佐藤康二. 新規軸索ガイダンス分子 Netrin-5 の成体脳神経新生領域における発現. 第 38 回日本分子生物学会年会 兵庫県 2015

- ⑳ 山岸覚, 山田浩平, 澤田雅人, 森則夫, 澤本和延, 佐藤康二. Netrin-5 is highly expressed in neurogenic regions of the adult brain. 第58回日本神経化学会大会 埼玉県 2015
- ㉑ 荻野崇, 澤田雅人, 稲田浩之, 鍋倉淳一, 澤本和延. The role of blood flow in neuronal turnover in the adult olfactory bulbs. 第58回日本神経化学会大会 埼玉県 2015
- ㉒ 松本真実, 澤田雅人, 澤本和延. Time-lapse imaging of migrating new neurons in the injured adult cerebral cortex. 第58回日本神経化学会大会 埼玉県 2015
- ㉓ 澤本和延. Role of blood vessels in neuronal regeneration. 第58回日本神経化学会大会 埼玉県 2015
- ㉔ 金子奈穂子, 澤本和延. Neuronal migration and maturation in the injured brain tissue after stroke. 第38回日本神経科学大会 兵庫県 2015
- ㉕ 澤田雅人, 黄詩恵, 匹田貴夫, 植村明嘉, 澤本和延. A mechanism regulating the morphology of migrating new neurons determines their final positioning in the postnatal olfactory bulbs. 第38回日本神経科学大会 兵庫県 2015
- ㉖ Fujioka T, Kaneko N, Ajioka I, Nakaguchi K, Omata T, Faessler R, Matsukawa N, Sekiguchi K, Sawamoto K. The role of $\beta 1$ -integrin controlling neuronal migration in injured brain. 第38回日本神経科学大会 兵庫県 2015
- ㉗ 荻野崇, 澤田雅人, 稲田浩之, 鍋倉淳一, 澤本和延. 成体嗅球におけるニューロンのターンオーバーと血流の関係. 第38回日本神経科学大会 兵庫県 2015
- ㉘ 金子奈穂子, 澤本和延. 新生ニューロン-活性化アストロサイト相互作用の増強による脳梗塞後のニューロン再生促進. 第36回日本炎症・再生医学会 東京都 2015
- ㉙ 澤本和延, 松本真実, 澤田雅人. 成体マウス大脳皮質の再生過程における新生ニューロンの移動動態の観察. 第36回日本炎症・再生医学会 東京都 2015
- ㊀ Riyadh MA, Ito A, Shinmyo Y, Felemban A, Hatakeyama J, Shimamura K, Sawamoto K, Ohta K. Disruption of Tsukushi function result in aberrant neurogenesis in mouse. 48th Annual Meeting for the Japanese Society of Developmental Biologists 茨城県 2015
- ㊁ 中野 秀, 山岸 覚, 山田浩平, 澤田雅人, 森 則夫, 澤本和延, 佐藤康二. Netrin-5 の成体マウス神経新生関連領域における特異的発現. 第92回日本生理学会大会 兵庫県 2015
- ㊂ 神農英雄, 澤田雅人, 齋藤伸治, 澤本和延. 新生仔脳傷害モデルマウスにおける脳室下帯由来ニューロン再生. 第14回日本再生医療学会総会 神奈川県 2015
- ㊃ 金子奈穂子, 澤本和延. アストロサイトとの相互作用の制御による梗塞部への新生ニューロンの供給促進. 第14回日本再生医療学会総会 神奈川県 2015
- ㊄ 松本真実, 澤田雅人, 澤本和延. 成体大脳皮質の虚血モデルを用いた新生ニューロンの移動動態の観察. 第14回日本再生医療学会総会 神奈川県 2015
- ㊅ Kaneko N, Zheng LS, Hitoshi S, Takao K, Miyakawa T, Tanaka Y, Kalinke U, Kudo K, Kanba S, Ikenaka K, Sawamoto K. Interferon- α inhibits neurogenesis and induces depression-like behavioral phenotype via interferon receptors expressed in the mouse brain. Neuroscience 2014 Washington DC, USA 2014
- ㊆ Aoyama M, Kato S, Kakita H, Hida H, Sawamoto K, Asai K. Astrocyte-derived erythropoietin protects the oligodendrocyte precursor cell against hypoxic and reoxygenation injury. Neuroscience 2014 Washington DC, USA 2014
- ㊇ Ibaraki K, Sawada M, Sawamoto K, Minamiyama M, Maruyama W, Motoyama N. Chk2 maintains neural stem cell pool in mouse adult hippocampus during aging. Neuroscience 2014 Washington DC, USA 2014
- ㊈ 松本真実, 澤田雅人, 澤本和延. 光血栓性大脳皮質虚血モデルにおける新生ニューロンの移動様式の解析. 第57回日本神経化学会大会 奈良県 2014
- ㊉ 金子奈穂子, 澤本和延. インターフェロン療法中のうつ病発症と海馬のニューロン新生の変化. 第57回日本神経化学会大会 奈良県 2014
- ㊀ 佐藤祐哉, 浄住大慈, 二木杉子, 中野伊津子, 金子奈穂子, 澤本和延, 関口清俊. 成体神経幹細胞ニッチとしての斑点状基底膜の機能. 第57回日本神経化学会大会 奈良県 2014
- ㊁ Kaneko N, Sawamoto K. 傷害脳内を移動する新生ニューロンと反応性アストロサイトの相互作用. 第37回日本神経科学大会 神奈川県 2014
- ㊂ Sawada M, Huang SH, Hikita T, Uemura

A, Sawamoto K. 新生ニューロンの移動形態制御による嗅球内停止位置の決定. 第37回日本神経科学大会 神奈川県 2014

- ④ Ibaraki K, Sawada M, Sawamoto K, Minamiyama M, Maruyama W, Motoyama N. Chk2 ノックアウトマウスにおける海馬神経幹細胞の早期老化. 第37回日本神経科学大会 神奈川県 2014
- ④ 金子奈穂子, 澤本和延. 活性化アストロサイトとの相互作用の操作による新生ニューロンの傷害部への供給促進. 第35回日本炎症・再生医学会 沖縄県 2014

〔図書〕(計11件)

- ① 荻野崇, 澤田雅人, 岡田洋平, 澤本和延. 精神・神経特異的 iPS 細胞を用いた創薬研究. Annual Review 神経 2017 p. 68-73 中外医学社 (2017)
- ② 岩田英敏, 金子奈穂子, 大塚隆信, 澤本和延. 脳梗塞に対する内在性神経幹細胞活性化を用いた治療. Clinical Neuroscience 34 巻 11 号 p. 46-49 中外医学社 (2016)
- ③ 澤田雅人, 澤本和延. 成体脳における神経細胞死と再生の生体イメージング. 実験医学 Vol. 34 No. 7 (増刊) p. 87-92 羊土社 (2016)
- ④ 藤掛数馬, 太田晴子, 祖父江和哉, 澤本和延. 脳に内在する再生メカニズム. 麻酔 Vol 64 増刊号 p. 185-192 克誠堂出版 (2015)
- ⑤ 金子奈穂子, 澤本和延. 脳室下帯. 脳科学事典. <https://bsd.neuroinf.jp/wiki/脳室下帯> 日本神経科学学会脳科学辞典編集委員会 (2015)
- ⑥ 澤本和延, 金子奈穂子. 成体神経幹細胞. 日本臨牀 73 巻 増刊号 5 p. 210-214 日本臨牀社 (2015)
- ⑦ 金子奈穂子, 澤本和延. 成体ニューロン新生 (用語解説) 「再生医療用語ハンドブック」 p. 164-165 メディカルトリビューン (2015)
- ⑧ 藤岡哲平, 金子奈穂子, 澤本和延. 脳梗塞 (用語解説) 「再生医療用語ハンドブック」 領域: 脳・神経 p. 176-177 メディカルトリビューン (2015)
- ⑨ 荻野崇, 澤本和延. 内在性神経幹細胞による神経再生. 再生医療シリーズ 脳神経系の再生医学 p. 98-102 診断と治療社 (2015)
- ⑩ 藤岡哲平, 金子奈穂子, 松川則之, 澤本和延. 脳に内在する神経再生機構. 最新臨床脳卒中学 (上) 日本臨牀 72 巻 増刊号 5 p. 447-451 日本臨牀社 (2014)
- ⑪ 澤本和延. 57 章 損傷を受けた脳の修復. カンデル神経科学 p. 1258-1279 (株)メディカルサイエンスインターナ

ショナル(2014)

〔その他〕

澤本和延研究室ホームページ
<http://k-sawamoto.com>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

澤本 和延 (SAWAMOTO, Kazunobu)
名古屋市立大学・大学院医学研究科・教授
研究者番号: 90282350

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

金子 奈穂子 (KANEKO Naoko)
名古屋市立大学・大学院医学研究科・講師
研究者番号: 20464571

澤田 雅人 (SAWADA Masato)

名古屋市立大学・大学院医学研究科・助教
研究者番号: 20645288

(4) 研究協力者

神農 英雄 (JINNOU Hideo)

藤掛 数馬 (FUJIKAKE Kazuma)

藤岡 哲平 (FUJIOKA Teppei)