

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 29 日現在

機関番号：14301

研究種目：新学術領域研究（研究領域提案型）

研究期間：2010～2014

課題番号：22122001

研究課題名（和文）領域研究「血管-神経ワイヤリングにおける相互依存性の成立機構」の統括と運営

研究課題名（英文）Management of the research group of Neuro-vascular Wiring

研究代表者

高橋 淑子（Takahashi, Yoshiko）

京都大学・理学（系）研究科（研究院）・教授

研究者番号：10183857

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 45,000,000円

研究成果の概要（和文）：血管-神経という2大ネットワークは、私達のからだの最も重要なシステムネットワークを構築しており、そこでは複雑な高次機能の獲得やその情報処理が行われる。本領域では、血管-神経ネットワーク形成に関わる両者組織間の相互作用（血管-神経ワイヤリング）の解明をめざした。総括班では、1) 領域のスムーズな運営、2) 血管-神経融合研究の促進、3) 血管-神経融合研究の国際的な発信、4) 若手研究者の育成、及び5) 領域研究の進行状況や領域運営に対する外部からの評価・助言をもとにした領域運営の改善をおこなった。

研究成果の概要（英文）：In the vertebrate body, blood vessel (vascular) network and neural network enable elaborate physiological functions. These two major networks interact each other (called "neuro-vascular wiring"). We aimed at promoting the activities of the group research to understand the mechanisms by which the neuro-vascular wiring is established with a particular focus on cellular dynamism and molecular signaling. We promoted: 1) efficient management of the research group, 2) inter-disciplinary researches between neuro- and vascular biology, 3) international visualization of our research, 4) support for young investigators' career, and 4) improvement of the group management based on external evaluation.

研究分野：発生生物学、細胞生物学、神経科学、血管生物学

キーワード：領域運営 班会議 国際会議 評価者アドバイス 血管と神経 国際発信

1. 研究開始当初の背景

血管-神経という2大ネットワークは、私達のからだの最も重要なシステムネットワークを構築しており、そこでは複雑な高次機能の獲得やその情報処理が行われる。血管-神経ネットワークが形成されるとき、これらの組織間では密接な相互作用（血管-神経ワイヤリング）が存在し、このワイヤリング機構は、それぞれのネットワークとしての情報処理や、個体全体のホメオスタシスの維持に重要であることは疑いない。しかしながら、これら2大ネットワークの成り立ちとワイヤリングの仕組みは、現代生命科学においてはほとんど理解されていなかった。その理由として、血管-神経の双方を俯瞰してそのクロストークのメカニズムを解明するという解析の糸口が限定されていたこと、そして血管生物学と神経科学が別々の分野で発展してきたことなどが考えられる。研究開始当初の国際情勢といえば、血管-神経の相互作用や共通メカニズムを示唆する分子・細胞レベルでの知見が報告され始めた頃であった。また主に本領域構成メンバーによって、さまざまな革新的技術が開発されたことなどから、血管-神経ワイヤリングの形成機構を、分子レベルから細胞レベル、そして器官形成レベルにいたるまで、総合的に解析できる素地が整ったため、本領域のスタートに踏み切った。

2. 研究の目的

本研究領域においては、血管と神経のワイヤリングが体内3次元環境でどのように確立されるかについて、特に両者間に働く相互作用（血管-神経ワイヤリング）とその共通原理という観点から解き明かすことを目的とした。領域内には、[A01] 血管-神経相互依存性を支える細胞挙動（久保田、高橋、望月、榎本^秀）及び [A02] 血管-神経相互依存性を支える分子実体（関口、瀬原、榎本^和、太田）の2つの研究項目をおいた。総括班は、(a) 領域全体のスムーズな運営、(b) 血管-神経融合研究の促進、(c) 血管-神経融合研究の国際的な発信力の強化、(d) 若手研究者の育成、(e) 領域研究の進行状況や領域運営に対する外部からの評価・助言、などの項目につき、それぞれの効率的な遂行を目指した。

3. 研究の方法

(a) 領域全体のスムーズな運営：8名の計画研究代表者（総括班においては研究代表者、研究分担者及び連携研究者）による領域運営会議の開催。ニュースレターの発行。領域会

議の開催など。

(b) 血管-神経融合研究の促進：[A01] 項目と[A02] 項目につき、項目内及び項目間における活発な共同研究の推奨。

(c) 血管-神経融合研究の国際的な発信力の強化：国際会議の開催や英語総説論文集の企画など。

(d) 若手研究者の育成：若手公募班の海外渡航援助や国際シンポジウムへの講演招待。

(e) 領域研究の進行状況や領域運営に対する外部からの評価・助言：須田年生博士（慶応大学医学部教授・総合医科学研究センター長）と、向山洋介博士（米国 NIH・遺伝発生生物学センター・ラボヘッド）にアドバイザーを依頼した。

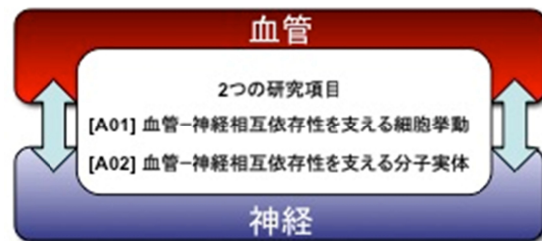


図. 本領域に設置した2つの研究項目

4. 研究成果

(a) 領域全体のスムーズな運営：8名の計画研究代表者がメール会議をとおして、頻りに領域運営に関する打ち合わせを行った。ニュースレターを発行し、班員同士のスムーズ連絡を図った。毎年複数回の領域会議を開催した。

(b) 血管-神経融合研究の促進：[A01] 項目と[A02] 項目につき、項目内及び項目間の活発な共同研究を推奨した。領域会議において、血管-神経融合研究の萌芽育成を図った。

(c) 血管-神経融合研究の国際的な発信力の強化：3年目と最終年には国際会議を開催した。領域構成員は全員出席。招待講演者は次のとおり。<3年目：2012年> 1st Neuro-Vascular Wiring Symposium 2012. (奈良県新公会堂、奈良市、11月12日-13日、2012年) 参加者80人(招聘者は外国から5人、国内から3人)。<5年目：2015年> 2nd Neuro-Vascular Wiring International Symposium 2014. (関西セミナーハウス、京都市、1月28日-29日、2015年)。参加者79人(招へい者は外国から5人、国内から3人)。

(d) 若手研究者の育成：若手公募班の海外渡航を援助した(3件)。学会シンポジウム(3

件)やワークショップ(1件)において、若手班員の講演招待を積極的に行った。

(e) 領域研究の進行状況や領域運営に対する外部からの評価・助言: 須田年生教授と、向山洋介博士には、領域会議や血管-神経国際会議すべてに参加いただき、アドバイスや特別講演がなされた。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計146件)

研究代表者 高橋淑子

1. Atsuta, Y. and *Takahashi, Y.: FGF8 coordinates tissue elongation and cell epithelialization during early kidney tubulogenesis. *Development*, 査読有 in press
2. Murai, H., Tadokoro, R., Sakai, K. and *Takahashi, Y.: In ovo gene manipulation of melanocytes and their adjacent keratinocytes during skin pigmentation of chicken embryos. *Dev. Growth Differ.*, 査読有 57(3):232-241 2015 (DOI: 10.1111/dgd.12201)
3. Takahashi, T., Takase, Y., Yoshino, T., Saito, D., Tadokoro, R. and *Takahashi, Y.: Angiogenesis in the developing spinal cord: Blood vessel exclusion from neural progenitor region is mediated by VEGF and its antagonists. *PLOS ONE*, 査読有 10: e0116119, 2015 (DOI:10.1371/journal.pone.0116119)
4. Yoshino, T., Saito, D., Atsuta, Y., Uchiyama, C., Ueda, S., Sekiguchi, K. and *Takahashi, Y.: Inter-epithelial signaling: Formation of an epithelial cell sheet requires its underlying epithelial tube during kidney development. *Proc. Natl. Acad. Sci. U S A*, 査読有 111:6660-5, 2014 (DOI: 10.1073/pnas.1316728111)
5. Takase, Y., Tadokoro, R. and *Takahashi, Y.: A low cost labeling with highlighter ink efficiently visualizes developing blood vessels in avian and mouse embryos. *Dev. Growth Differ.*, 査読有 55: 792-801, 2013 (DOI:10.1111/dgd.12106)
6. *Takahashi, Y., Sipp, D. and *Enomoto, H.: (Review) Tissue interactions in neural crest cell development and disease. *Science*, 341(6148): 860-863, 2013 (DOI: 10.1126/science.1230717)
7. Kita, Y., Kawakami, K., Takahashi, Y. and *Murakami, F.: Development of Cerebellar Neurons and Glia Revealed by in Utero Electroporation: Golgi-Like Labeling of Cerebellar Neurons and Glia. *PLoS ONE*, 査読有 8: e70091, 2013 (DOI:10.1371/journal.pone.0070091)
8. Atsuta, Y., Tadokoro, R., Saito, D. and *Takahashi, Y.: Transgenesis of the Wolffian duct visualizes dynamic behavior of cells undergoing tubulogenesis in vivo. *Dev. Growth Differ.*, 査読有 55(4): 579-90, 2013 (DOI:10.1111/dgd.12047)
9. Freeman, S., Chrysostomou, E., Kawakami, K., Takahashi, Y. and *Daudet, N.: Tol2-mediated gene transfer and in ovo electroporation of the otic placode: a powerful and versatile approach for investigating embryonic development and regeneration of the chicken inner ear. *Methods Mol Biol.* 査読有 916:127-39, 2012 (DOI:10.1007/978-1-61779-980-8_10)
10. Saito, D., Takase, Y., Murai, H. and *Takahashi, Y.: The dorsal aorta initiates a molecular cascade that instructs sympatho-adrenal specification. *Science (Report)*, 査読有 22, 1578-1581, 2012 (DOI:10.1126/science.1222369)
11. Macdonald, J., Taylor, L., Sherman, A., Kawakami, K., Takahashi, Y., Sang, H.M. and *McGrew, M.J.: Efficient genetic modification and germ-line transmission of primordial germ cells using piggyBac and Tol2 transposons. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 査読有 109: 1466-1472, 2012 (DOI:10.1073/pnas.1118715109)
12. Wang, H., Bonnet, A., Delfini, M.C., Kawakami, K., Takahashi, Y. and *Duprez, D.: Stable, conditional, and muscle-fiber-specific expression of electroporated transgenes in chick limb muscle cells. *Dev. Dyn.*, 査読有 240: 1223-1232, 2011 (DOI:10.1002/dvdy.22498)
13. Yoshino, T., Saito, D., Tadokoro, R. and *Takahashi, Y.: In vivo gene manipulations of epithelial cell sheets: a novel model to study epithelial-to-mesenchymal transition. *Dev. Growth Differ.*, 査読有 53: 378-388, 2011 (DOI: 10.1111/j.1440-169X.2011.01252.x)
14. Shimokita, E. and *Takahashi, Y.: Secondary neurulation Fate-mapping and gene manipulation of the neural tube in tail bud. *Dev. Growth Differ.*, 査読有 53: 401-410, 2011 (DOI: 10.1111/j.1440-169X.2011.01260.x)
15. Yokota, Y., Saito, D., Tadokoro, R. and *Takahashi, Y.: Genomically integrated transgenes are stably and conditionally expressed in neural crest cell-specific lineages. *Dev. Biol.*, 査読有 353: 382-395, 2011 (DOI:10.1016/j.ydbio.2011.02.001)
16. Adameyko, I., Lallemand, F., Furlan, A., Zinin, N., Aranda, S., Kitambi, S. S., Blanchart, A., Favaro, R., Nicolis, S., Lübke, M., Müller, T., Birchmeier, C., Suter, U., Zaitoun, I., Takahashi, Y. and *Ernfors, P.: *Sox2* and *Mitf* cross-regulatory interactions consolidate progenitor and melanocyte lineages in the cranial neural

- crest. *Development*, 査読有 139: 397-410, 2012 (DOI:10.1242/dev.065581)
17. *Binder, B. J., Landman, K. A., Donald F. Newgreen, D. F., Simkin, J. E., Takahashi, Y. and Zhang, D.: Spatial Analysis of Multi-species Exclusion Processes: Application to Neural Crest Cell Migration in the Embryonic Gut. *Bulletin of Mathematical Biology*, 査読有 74: 474-490, 2012 (DOI: 10.1007/s11538-011-9703-z)
 18. Hou, X., Omi, M., Harada, H., Ishii, S., Takahashi, Y. and *Nakamura, H.: Conditional knockdown of target gene expression by tetracycline regulated transcription of double strand RNA. *Dev. Growth Differ.*, 査読有 53: 69-75, 2011 (DOI:10.1111/j.1440-169X.2010.01229.x.)
 19. Yoshida, A., Yamaguchi, Y., Nonomura, K., Kawakami, K., Takahashi, Y. and *Miura, M.: Simultaneous expression of different transgenesis in neurons and glia by combining in utero electroporation with Tol2 transposon mediated gene transfer system. *Genes Cells*, 査読有 15: 501-512, 2010 (DOI:10.1111/j.1365-2443.2010.01397.)
 20. Watanabe, T. and *Takahashi, Y.: Tissue morphogenesis coupled with cell shape changes. *Current Opinion in Genetics & Development*, 査読有 20: 443-447, 2010 (DOI:10.1016/j.gde.2010.05.004)

研究分担者 榎本和生

1. Yasunaga K, Tezuka A, Ishikawa N, Dairyo Y, Togashi K, Koizumi H and *Emoto K. Adult *Drosophila* sensory neurons specify dendrite territories independent of dendritic contacts through the Wnt5-Drl signaling pathway. *Genes Dev* 査読有 in press.
2. Kanamori T, Yoshino J, Yasunaga K, Dairyo Y and *Emoto K. Local endocytosis triggers dendrite thinning and pruning in *Drosophila* sensory neurons. *Nat Commun* 6: 6515, 査読有 2015 (DOI:10.1038/ncomms7515)
3. Kanamori T, Kanai M, Dairyo Y, Yasunaga K, Morikawa R and *Emoto K. Compartmentalized calcium transients trigger dendrite pruning in *Drosophila* sensory neurons. *Science* 340: 1475-1478, 査読有 2013 (DOI: 10.1126/science.1234879.)
4. Morikawa R, Kanamori T, Yasunaga K and *Emoto K. Different levels of the TRIM protein Asap regulate distinct axonal projections of *Drosophila* sensory neurons. *Proc Natl Acad Sci USA* 108: 19389-19394, 査読有 2011 (DOI: 10.1073/pnas.1109843108.)
5. Yasunaga K, Kanamori T, Morikawa R.,

Suzuki E and *Emoto K. Dendrite reshaping of adult *Drosophila* sensory neurons requires matrix metalloproteinase-mediated modification of the basement membranes. *Dev Cell* 18: 621-632, 査読有 2010 (DOI: 10.1016/j.devcel.2010.02.010.)

〔学会発表〕(計 327 件)

研究代表者 高橋淑子

1. Takahashi, Y.: Angiogenesis in the developing spinal cord: blood vessel exclusion from neural progenitor region is mediated by VEGF and its antagonists. 2nd International Symposium of Neurovascular Wiring, Kyoto, 2015.01.28
2. Takahashi, Y.: Cell migration during morphogenesis and development. “Centre for Reproduction, Development and Growth Symposium”, the Cheung Kung Hai Conference Centre, Li Ka Shing Faculty of Medicine, Hong Kong, 2014.12.12
3. Takahashi, Y., Murai, H., Sakai, K. and Tadokoro, R.: Cell communications during skin pigmentation. Symposium “Cells-to-organs and biodiversity” 第37回日本分子生物学会年会、横浜市、2014.11.26
4. Takahashi, Y.: Inter-epithelial signaling protects tissues from EMT. 18th International Conference of the Society for Differentiation in conjunction with the British Society for Developmental Biology, The Guoman Tower Hotel, London, UK, 2014.11.03
5. Takahashi, Y.: Tissue interactions that control cell migration and EMT during organogenesis. Meeting Spanish Society for Developmental Biology, Madrid, Spain, 2014.10.13 (Plenary Lecture)
6. 高橋淑子: 動物発生にみる細胞のふるまい、第87回日本生化学会大会、特別講演京都市、2014.10.17
7. Takahashi, Y.: In ovo live imaging analyses of endothelial cells during vascular remodeling in chicken embryos. 8th International Kloster Seeon Meeting “Angiogenesis”: Molecular Mechanisms and Functional Interactions, Kloster Seeon, Germany, 2014.09.21
8. Atsuta, Y. and Takahashi, Y.: Tubulogenesis using Wolffian duct as a model: Tubule elongation and cell epithelialization are coordinated by FGF signals. Society for Developmental Biology 73rd Annual Meeting Univ. of Washington, USA, 2014.07.18
9. Takahashi, Y., Takase, Y., Takahashi, T. and Saito, D.: Determination of the growing path of blood vessels in the spinal cord during embryogenesis. The 18th

- International Vascular Biology Meeting
2014, Kyoto, 2014.04.15
10. Takahashi, Y., Yoshino, T., Murai, H., Takase, Y., Saito, D. and Tadokoro, R.: Cell-and tissue communications during organogenesis. シンポジウム、第36回日本分子生物学会年会, 神戸市, 2013.12.3
 11. Takahashi, Y.: Morphogenesis of neural crest cells: from single cell behavior to tissue shape. “Swiss-Kyoto Symposium 2013” ETH Zurich and the University of Zurich, Zurich, Switzerland, 2013.11.21.
 12. Takahashi, Y., Takase, Y., Takahashi, T. and Saito, D.: Neuro-vascular wiring during development. 第86回日本生化学会大会インターナショナルセッションシンポジウム, 横浜市, 2013.9.12
 13. Takahashi, Y.: Morphogenesis of neural crest cells. The 17th International Congress of Developmental Biology, Cancun, Mexico, 2013.6.19
 14. Takahashi, Y.: Neuro-vascular interactions during development. 7th Niche Neuro-Angiology Conference (NNAC), 大阪市, 2013.5.25
 15. 高橋淑子: 「神経系の成り立ちを制御する血管性シグナル」 Neuro-vascular interactions during development of sympathetic lineages. 第1回IRG (Inflammation and Regeneration) Meeting, 東京, 2013.1.11, (主催: 田辺三菱製薬) Keynote lecture
 16. Takahashi, Y.: Migration of neural crest cells is controlled by dorsal aorta. International Society of Differentiation Conference “Stem Cells, Development and Regulation”, Amsterdam, Nederland, 2012.11.6.
 17. Takahashi, Y., Takahashi, T., Murai, H., Takase, Y. and Saito, D.: Neuro-vascular interactions instruct morphogenesis during development. 第35回日本神経科学大会, 名古屋, 2012.9.21
 18. Takahashi, Y.: "Dynamic cell rearrangements during vascular development "Gordon Research Conference on Notch signaling in development, regeneration and disease, Lewiston, ME, U.S.A.2012.8.13.
 19. 高橋淑子: 発生における血管-神経相互作用. 包括脳夏のワークショップ, 仙台市, 2012.7.27
 20. 高橋淑子: 生体内におけるメラニン輸送の可視化と制御機構. 第36回日本小児皮膚科学会, 特別講演 前橋市, 2012.7.14
 21. Takahashi, Y., Murai, H., Sakai, K. and Tadokoro, R.: Live imaging of melanosome transfer in the developing skin. 21st International Pigment Cell Conference, Bordeaux, France, 2011.9.21.
 22. Takahashi, Y., Sakai, K. and Tadokoro, R.: Ex vivo live-imaging at high resolution to directly visualize melanin transfer from melanocytes to keratinocytes. 第33回日本分子生物学会年会第83回日本生化学会大会合同大会シンポジウム, 神戸市, 2010.12.9
 23. 高橋淑子: 生物物理学会50周年記念講演会, パネリストとして招待講演, 東京, 2010.12.2
 24. Takahashi, Y. and Shimokita, E.: Secondary neurulation: Another type of neurulation by mesenchymal-to-epithelial transition. The 16th International Conference on the International Society of Differentiation, Nara, 2010.11.15.
 25. Takahashi, Y.: Neuro-vascular interactions: Dorsal aorta signals on morphogenesis of neural crest lineages. Society for Developmental Biology 69th Annual Meeting Jointly with the Japanese Society of Developmental Biologists, Albuquerque, U.S.A., 2010.8.7. (Plenary lecture)
 26. Takahashi, Y.: Switching of BMP signaling regulates migration and lineage segregation of neural crest cells. 2nd Joint Meeting of the French and Japanese Societies for Developmental Biology, Paris, 2010.5.27.
- 〔図書〕(計 36 件)
研究代表者 高橋淑子
1. 阿形清和, 高橋淑子(監訳): ギルバート発生生物学、メディカル・サイエンス・インターナショナル、2015
 2. 吉野剛史, 高橋淑子: 「側板中胚葉の器官形成と上皮-間充織転換」細胞工学(秀潤社) 33 (6):633-638, 2014
 3. 高橋淑子: 「細胞の声を聞く」學士會會報(学士会)901: 71-75, 2013
 4. 高橋淑子: 「私のメンター～受け継がれる研究の心～ Nicole M. Le Douarin - 発生研究に興したヌーヴェルヴァーグ, 実験医学(羊土社)31(13): 2159-2162, 2013
 5. 齋藤大介, 高橋淑子: 「神経-血管相互作用から読み解く自立神経系の成立機構」臓器円環による生体恒常性のダイナミクス実験医学増刊(羊土社) 31(3), 759-764, 2013
 6. 田所竜介, 村井英隆, 酒井謙一郎, 高橋淑子: 「ライブイメージング法を用いた表皮内メラノサイトの可視化」日本小児皮膚科学会雑誌((株)日本小児医事出版社) 32(2): 95-99, 2013
 7. 高橋淑子: 「特集: 神経-血管ワイヤリングオーバービュー」血管医学(メディカルレビュー社)14(3): 7-8, 2013
 8. 高橋淑子, 齋藤大介: 「自立神経の発生における血管の関わり」血管医学(メディカルレビュー社)14(3): 9-13, 2013
 9. 齋藤大介, 高橋淑子: 「自立神経系の形

- 成における血管の役割」生体の科学(医学書院) 63(6), 606-611, 2012
10. 高橋淑子:「トランスポーゼを用いた遺伝子発現」,目的別で選べる遺伝子導入プロトコル実験医学別冊(羊土社)111, 2012
 11. 高橋淑子:「動物発生を支える細胞の振る舞い」,日仏生物学会誌,巻頭 Vol.51:1-9, 2011.16. 5.
 12. Takahashi, Y.: (Invited) Rekindling Japan's Spirit. *Science*, Editorial Vol. 332: 1241, 2011.
 13. 高瀬悠太, 安江泰治, 高橋淑子:「血管ワイヤリングにおける組織間相互作用」細胞工学, 29: 1087-1092, 2010.

研究分担者 榎本和生

1. 榎本和生:第6章「ニューロンの機能分化と樹状突起パターンング」脳の発生学(共著)化学同人 90-104, 2013
2. 榎本和生:「生体膜」等, 遺伝学図鑑(共著)悠書館, 2013
3. 金森崇浩・榎本和生:「局所性カルシウムシグナルによる樹状突起の選択的除去メカニズム」実験医学 31: 2603-2606, 2013

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

取得状況(計1件)

名称:スフィンゴシン 1- 燐酸トランスポーター分子

発明者:望月直樹 他3名

権利者:国立循環器病研究センター、トーアエイヨー株式会社

種類:

番号:特許 5373346

出願年月日:平成 20 年 9 月 25 日

取得年月日:平成 25 年 9 月 27 日

国内外の別:国内

〔その他〕

ホームページ等

<http://develop.zool.kyoto-u.ac.jp/neurovascular/index.html>

主催シンポジウム

1. 新学術領域「血管 神経ワイヤリングにおける相互依存性の成立機構」班会議(関西セミナーハウス(京都) 2015.01.29-30)
2. 2nd Neuro-Vascular Wiring International Symposium 2014. (Seminar House Kansai, Kyoto; 2015.01.28-29)
3. 新学術領域「血管 神経ワイヤリングにおける相互依存性の成立機構」班会議(ホテル阪急エキスポパーク(大阪) 2013.08.26-28)
4. 新学術領域「血管 神経ワイヤリングに

- における相互依存性の成立機構」班会議(奈良県新公会堂(奈良)2012.11.13-14)
5. 1st Neuro-Vascular Wiring Symposium 2012. (Nara Shin-kokaido, 2012.11.12-13)
 6. 新学術領域「血管 神経ワイヤリングにおける相互依存性の成立機構」班会議(ホテルグリーンピア南阿蘇(熊本) 2011.08.18-20)
 7. 新学術領域「血管 神経ワイヤリングにおける相互依存性の成立機構」班会議(神戸市兵衛向陽閣(神戸)2011.01.17-19)
 8. 新学術領域「血管 神経ワイヤリングにおける相互依存性の成立機構」キックオフミーティング(千里ライフサイエンスセンター(大阪) 2010.09.13)

6. 研究組織

(1)研究代表者

高橋 淑子(TAKAHASHI, Yoshiko)
京都大学・大学院理学研究科・教授
研究者番号:10183857

(2)研究分担者

榎本 和生(EMOTO, Kazuo)
東京大学・大学院理学系研究科・教授
研究者番号:80300953

(3)連携研究者

望月 直樹(MOCHIZUKI, Naoki)
国立循環器病センター・部長
研究者番号:30311426

久保田 義顕(KUBOTA, Yoshiaki)
慶應義塾大学・医学部・教授
研究者番号:50348687

榎本 秀樹(ENOMOTO, Hideki)
神戸大学・大学院医学研究科・教授
研究者番号:00360511

関口 清俊(SEKIGUCHI, Kiyotoshi)
大阪大学・蛋白質研究所・教授
研究者番号:50187845

瀬原 淳子(SEHARA, Atsuko)
京都大学・再生医学研究所・教授
研究者番号:60209038

太田 訓正(OHTA, Kunimasa)
熊本大学・大学院生命科学研究部・准教授
研究者番号:90244128

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