

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 5月 4日現在

機関番号：13101

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2009～2011

課題番号：21390407

研究課題名（和文） fMRI Guided NIRSによる皮質下片麻痺治療法の開発

研究課題名（英文） A stepwise study to develop therapies for patients with subcortical hemiparesis using fMRI guided near-infrared spectroscopy

研究代表者

藤井 幸彦（FUJII YUKIHIKO）

新潟大学・脳研究所・教授

研究者番号：40283014

研究成果の概要（和文）：本研究は、脳卒中中の代表的な後遺症である片麻痺に対して、人と機械の間を仲介し、意思・情報を伝える装置として、機能的MRIと近赤外線分光法を用いた画期的な治療法を開発する段階的な研究計画の最初の段階と位置づけられる。今回の研究では、多チャンネル近赤外線分光法で「意思を捉えられる」ことが検証され、片麻痺患者に動かない手を動かそうという「意思が伝わる」実感を持って貰うことの可能性を証明した。

研究成果の概要（英文）：This study is considered as the first step of a stepwise study to develop therapies for patients with subcortical hemiparesis using functional MRI guided near-infrared spectroscopy (NIRS). The study validated the capability of detecting the intention of subjects using multichanneled NIRS, which was firmly believed to enable hemiparetic patients to actually feel execution of their intention to move their paretic hand.

交付決定額

（金額単位：円）

| | 直接経費 | 間接経費 | 合計 |
|--------|------------|-----------|------------|
| 2009年度 | 9,400,000 | 2,820,000 | 12,220,000 |
| 2010年度 | 2,300,000 | 690,000 | 2,990,000 |
| 2011年度 | 2,300,000 | 690,000 | 2,990,000 |
| 年度 | | | |
| 年度 | | | |
| 総計 | 14,000,000 | 4,200,000 | 18,200,000 |

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：外科系臨床医学・脳神経外科学

キーワード：脳血管障害学、NIRS、脳機能再構築、機能回復、片麻痺、fMRI

1. 研究開始当初の背景

本邦だけで100万人を越すといわれる片麻痺患者の治療は、近代医学において取り残された分野である。Brain Machine Interface (BMI) が有効であることは明らかであるにもかかわらず、この分野で大きな進展が見られない最大の理由は、臨床実践研究の欠如である。非線形要素が極めて高く、理論と実践との間に大きなギャップが存在する脳機能の治療法の開発には、初期の段階からヒトを

直接対象とする実践研究が必要である。しかし、臨床研究である限り非侵襲性は絶対的要素となり、かつ、皮質機能の再構築が日々進行する器質性疾患では、正常脳で蓄積された生理学的知見は役に立たない。臨床実践研究には、個々の患者で脳の使い方を詳細に検索でき、かつ、その信号をreal timeで取り出すことの出来る、非侵襲性技術が必須である。この臨床実践への高いハードルを越えた技術がfMRI guided NIRS (Near InfraRed

Spectroscopy) である。

2. 研究の目的

プロジェクトの最終目標は、「埋め込み型 NIRS probe」を用いた BMI による皮質下片麻痺治療の開発であるが、段階的に研究を遂行する。今回申請した3年間の研究では、皮質下片麻痺患者に、麻痺した上下肢に「意思が伝わる」という実感を持ってもらうことを目的とした。

3. 研究の方法

48チャンネル NIRS を最適化し、倫理委員会による研究プロトコルの承認を得た後、「意思が伝わる」実感を持って貰うことに必要不可欠である「意思を捉える」ことを、最適化された NIRS を基軸に以下の方法で検証した。1) 脳波の同時記録による随意運動時の運動関連電位の検討; 2) 運動性言語機能および感覚性言語機能の評価と、和田テストの結果との相関についての検討; 3) 硬膜下電極刺激に伴う脳血流反応の検討 (NIRS については主に佐藤が担当)。

4. 研究成果

NIRS の研究実践は主に、連携研究者の佐藤が担当した。1) NIRS と脳波の同時記録により、随意運動時における運動関連電位を用いて検討した。右手指の随意 pinch タスクにおいて NIRS と脳波の同時記録を行い、運動準備期から実行期にかけての脳活動を捉えることが可能であった。また両側前頭前野および背側運動前野における運動準備期脳活動から、対側感覚運動野の手指領域における運動実行期脳活動に至るまでの経時的な脳活動描出が可能であった。これらの結果から、運動機能において NIRS を用いて、「意思を捉えられる」ことを事象関連脳活動の観点から検証出来た。2) NIRS を用いた運動性言語機能および感覚性言語機能の評価と、和田テストの結果との相関を検討した。verb generation task と story listening test を用い、左右の言語野 (Broca 領域と Wernicke 領域) における総ヘモグロビン濃度変化を測定した。全例で左側優位の血流増加を認め、和田テストと完全に一致した。これにより、言語機能においても、NIRS を用いて「意思が捉えられる」ことを示した。3) 硬膜下電極刺激に伴う脳血流反応を NIRS を用いて検討した。皮質の刺激部位において血流変化を全施行で認めた。血流反応は刺激直後から生じ始め、数秒でピークを迎えた。特に Wernicke 野上の電極に対する刺激においては、刺激部位のみならず Broca 野においても有意な血流上昇を認めた。このことより、NIRS の変化が

意志を反映していることを直接皮質刺激からも検証できた。以上の結果から、NIRS で「意思を捉えられる」ことが検証され、片麻痺患者においても「意思が伝わる」実感を持って貰うことが可能であ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84件)

- 1) Tateuchi T, Itoh K, Nakada T. Neural mechanisms underlying the orienting response to subject's own name: An event-related potential study. Psychophysiology. (in press) 査読有
- 2) Huber VJ, Tsujita M, Nakada T. Aquaporins in drug discovery and pharmacotherapy. Mol Aspects Med (in press) 査読有
- 3) Hiraishi T, Fukuda M, Oishi M, Fujii Y. Facial nerve dysfunction after drainage of cerebrospinal fluid during vestibular schwannoma surgery. Clin Neurol Neurosurg (in press) 査読有
- 4) 佐藤洋輔, 福多 真史, 大石 誠, 藤井 幸彦. NIRS・脳波同時記録による運動関連脳皮質活動の研究. 新潟医学会雑誌 (印刷中) 査読無
- 5) 佐藤洋輔, 福多 真史, 大石 誠, 藤井 幸彦. 直接脳表電気刺激下 NIRS による言語機能神経ネットワーク解析. 新潟医学会雑誌 (印刷中) 査読無
- 6) Sato Y, Uzuka T, Aoki H, Natsumeda M, Oishi M, Fukuda M, Fujii Y. Near-infrared spectroscopic study and the Wada test for presurgical evaluation of expressive and receptive language functions in glioma patients: with a casereport of dissociated language functions. Neurosci Lett 510:104-109, 2012 査読有
- 7) Fukuda M, Oishi M, Hiraishi T, Saito A, Fujii Y. Pharyngeal motor evoked potentials elicited by transcranial electrical stimulation for intraoperative monitoring during skull base surgery. J Neurosurg 116:605-610, 2012 査読有
- 8) Yen YF, Nagasawa K, Nakada T. Promising application of dynamic nuclear polarization for in vivo (13)C MR imaging. Magn Reson Med Sci. 2011;10(4):211-217 査読有
- 9) Urakawa T, Matsuzawa H, Suzuki Y, Endo

- N, Kwee IL, Nakada T. Analysis of ascending spinal tract degeneration in cervical spondylotic myelopathy using 3D anisotropy contrast single-shot echo planar imaging on a 3.0-T system. *J Neurosurg Spine* 15:648-653, 2011 査読有
- 10) Suzuki K, Igarashi H, Watanabe M, Nakamura Y, Nakada T. Separation of perfusion signals from diffusion-weighted image series enabled by independent component analysis. *J Neuroimaging* 21:384-394, 2011 査読有
 - 11) Izumi S, Itoh K, Matsuzawa H, Takahashi S, Kwee IL, Nakada T. Functional asymmetry in primary auditory cortex for processing musical sounds: temporal pattern analysis of fMRI time series. *Neuroreport* 22:470-473, 2011 査読有
 - 12) Takado Y, Igarashi H, Terajima K, Shimohata T, Ozawa T, Okamoto K, Nishizawa M, Nakada T. Brainstem metabolites in multiple system atrophy of cerebellar type: 3.0-T magnetic resonance spectroscopy study. *Mov Disord* 26 :1297-1302, 2011 査読有
 - 13) Kanazawa M, Igarashi H, Kawamura K, Takahashi T, Kakita A, Takahashi H, Nakada T, Nishizawa M, Shimohata T. Inhibition of VEGF signaling pathway attenuates hemorrhage after tPA treatment. *J Cereb Blood Flow Metab.* 31 :1461-1474, 2011 査読有
 - 14) Terumitsu M, Seo K, Matsuzawa H, Yamazaki M, Kwee IL, Nakada T. Morphologic evaluation of the inferior alveolar nerve in patients with sensory disorders by high-resolution 3D volume rendering magnetic resonance neurography on a 3.0-T system. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 111:95-102, 2011 査読有
 - 15) Igarashi H, Huber VJ, Tsujita M, Nakada T. Pretreatment with a novel aquaporin 4 inhibitor, TGN-020, significantly reduces ischemic cerebral edema. *Neurol Sci* 32:113-116, 2011 査読有
 - 16) Kanazawa M, Kakita A, Igarashi H, Takahashi T, Kawamura K, Takahashi H, Nakada T, Nishizawa M, Shimohata T. Biochemical and histopathological alterations in TAR DNA-binding protein-43 after acute ischemic stroke in rats. *J Neurochem* 116:957-965, 2011 査読有
 - 17) Sorimachi T, Morita K, Ito Y, Fujii Y. Blood pressure measurement in the artery proximal and distal to an intra-arterial embolus during thrombolytic therapy. *J Neurointerv Surg* 3:43-46, 2011 査読有
 - 18) Kitaura H, Hiraishi T, Murakami H, Masuda H, Fukuda M, Oishi M, Ryufuku M, Fu . YJ, Takahashi H, Kameyama S, Fujii Y, Shibuki K, Kakita A. Spatiotemporal dynamics of epileptiform propagations: imaging of human brain slices. *Neuroimage* 58:50-59, 2011 査読有
 - 19) Sorimachi T, Nishino K, Morita K, Takeuchi S, Ito Y, Fujii Y. Blood Flow Changes Caused by Distal Filter Protection and Catheter Aspiration in the Internal Carotid Artery during Carotid Stenting: Evaluation Using Carotid Doppler Sonography, *AJNR* 32:288-293, 2011 査読有
 - 20) Oishi M, Fukuda M, Ishida G, Saito A, Hiraishi T, Fujii Y. Presurgical Simulation with Advanced 3-Dimensional Multifusion Volumetric Imaging in Patients with Skull Base Tumors. *Neurosurgery* 68(1 Suppl Operative):188-199, 2011 査読有
 - 21) Hiraishi T, Fukuda M, Oishi M, Nishino K, Sinbo J, Sorimach T, Ito Y, Fujii Y. Usefulness of motor-evoked potential monitoring during coil embolization of anterior choroidal artery aneurysms: technical reports. *Neurol Res* 33: 360-362, 2011 査読有
 - 22) Fukuda M, Oishi M, Hiraishi T, Natsumeda M, Fujii Y. Clinopathological factors related to regrowth of vestibular schwannoma after incomplete resection. *J Neurosurg* 114: 1224-1231, 2011 査読有
 - 23) Fukuda M, Oishi M, Hiraishi T, Saito A, Fujii Y. Intraoperative facial nerve motor evoked potential monitoring during skull base surgery predicts long-term facial nerve function outcomes. *Neurological Research* 33: 578-582, 2011 査読有
 - 24) Oishi M, Fukuda M, Ishida G, Saito A, Hiraishi T, Fujii Y. Presurgical Simulation with Advanced 3-Dimensional Multifusion Volumetric Imaging in Patients with Skull Base Tumors. *Neurosurgery* 68 Suppl 1: 188-199, 2011 査読有

- 25) Uzuka T, Aoki H, Natsumeda M, Kakita A, Takahashi H, Fujii Y. Indication of intraoperative immunohistochemistry for accurate pathological diagnosis of brain tumors. *Brain Tumor Pathol* 26:7-14, 2011 査読有
- 26) Miyahara H, Toyoshima Y, Natsumeda M, Uzuka T, Aoki H, Nakayama Y, Okamoto K, Fujii Y., Kakita A, Takahashi H. Anaplastic astrocytoma with angiocentric ependymal differentiation. *Neuropathology* 31:292-298, 2011 査読有
- 27) Oishi M., Fukuda M, Noto Y, Kawaguchi T, Hiraishi T, Fujii Y. Trigeminal Neuralgia Associated with the Specific Bridging Pattern of Transverse Ontine Vein: Diagnostic Value of Three-Dimensional Multifusion Volumetric Imaging. *Stereotact Funct Neurosurg* 89: 226-233, 2011 査読有
- 28) Tsukamoto Y, Oishi M., Shinbo J, Fujii Y. Transarterial embolization for refractory bilateral chronic subdural hematomas in a case with dentatorubral-pallidolusian atrophy. *Acta Neurochir* 153: 1145-1147, 2011 査読有
- 29) Sorimachi T, Kakita A, Morita K, Nishino K, Sasaki O, Koike T, Kumagai T, Ito Y, Fujii Y. Routine aspiration method during filter-protected carotid stenting: histological evaluation of captured debris and predictors for debris amount. *Acta Neurochir (Wien)* 153:2159-2167, 2011 査読有
- 30) Natsumeda M, Aoki H, Miyahara H, Yajima N, Uzuka T, Toyoshima Y, Kakita A, Takahashi H, Fujii Y. Induction of autophagy in temozolomide treated malignant gliomas, *Neuropathology* 31: 486-493, 2011 査読有
- 31) Morita K, Sorimachi T, Ito Y, Nishino K, Jimbo Y, Kumagai T, Fujii Y. Intra-aneurysmal Coil Embolization for Large or Giant Carotid Artery Aneurysms in the Cavernous Sinus. *Neurol Med Chir(Tokyo)* 51: 762-766, 2011 査読有
- 32) Itoh K, Suwazono S, Nakada T. Central auditory processing of noncontextual consonance in music: an evoked potential study. *J Acoust Soc Am* 128:3781-3787, 2010 査読有
- 33) Nakada T. Conversion of brain cytosol profile from fetal to adult type during the perinatal period: taurine-NAA exchange. *Proc Jpn Acad Ser B Phys Biol Sci* 86:630-62, 2010 査読有
- 34) Sorimachi T, Nishino K, Morita K, Sasaki O, Koike T, Ito Y, Fujii Y. Obstruction of pores in distal protection filters and angiographically-documented flow impairment during carotid artery stenting. *J Endovasc Ther* 17: 661-670, 2010 査読有
- 35) Sorimachi T, Suzuki K, Sasaki O, Koike T, Fujii Y. Three-dimensional digital subtraction angiography in evaluation of vertebro-basilar artery dissections : comparison with 2D DSA. *J Neuroimaging* 20: 228-233, 2010
- 36) Sorimachi T, Ito Y, Morita K, Fujii Y. Long-Term Follow Up of Patients With Good Outcome After Intra-arterial Thrombolysis for Major Arterial Occlusion in the Carotid Territory: Clinical and Magnetic Resonance Imaging Evaluation. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 50:13-19, 2010 査読有
- 37) Sorimachi T, Yajima N, Sasaki O, Koike T, Fujii Y. Hematoma in the Splenium of the Corpus Callosum in the Subacute Stage of Subarachnoid Hemorrhage -Three Case Reports-. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 50: 209-212, 2010 査読有
- 38) Nishino K, Ito Y, Sorimachi T, Shimbo J, Fujii Y. Sturge-Weber syndrome associated with arteriovenous malformation in a patient presenting with progressive brain edema and cyst formation. Case report. *J Neurosurg Pediatrics* 5: 529-534, 2010 査読有
- 39) Fu YJ, Miyahara H, Uzuka T, Natsumeda M, Okamoto K, Hirose T, Fujii Y., Takahashi H. Intraventricular pleomorphic xanthoastrocytoma with anaplastic features. *Neuropathology* 30:443-448, 2010 査読有
- 40) Fukuda M, Oishi M., Hiraishi T, Fujii Y. Facial nerve motor-evoked potential monitoring during microvascular decompression for hemifacial spasm. *Neurol Neurosurg Psychiatry* 81:519-523, 2010 査読有
- 41) Sorimachi T, Fujii Y. Early neurological change in patients with spontaneous supratentorial intracerebral hemorrhage. *J Clin Neurosci* 17:1367-71, 2010 査読有

- 42) Sorimachi T, Nishino K, Shimbo J, Morita K, Ito Y, Fujii Y. Routine use of debris aspiration before retrieval of distal filter protection devices in carotid arterial stenting: analysis of captured debris and evaluation of clinical results. *Neurosurgery* 67:1260-1267, 2010 査読有
- 43) Fujii Y, Nakada T. Diagnostic neuroimaging by magnetic resonance imaging: update. *Neurol med-chir* 50: 833-838, 2010 査読有
- 44) Terajima K, Matsuzawa H, Shimohata T, Akazawa K, Nishizawa M, Nakada T. Tract-by-tract morphometric and diffusivity analyses in vivo of spinocerebellar degeneration. *J Neuroimaging* 19:220-226, 2009 査読有
- 45) Kitaura H, Tsujita M, Huber VJ, Kakita A, Shibuki K, Sakimura K, Kwee IL, Nakada T. Activity-dependent glial swelling is impaired in aquaporin-4 knockout mice. *Neurosci Res* 64:208-212, 2009 査読有
- 46) Tani T, Sakimura K, Tsujita M, Nakada T, Tanaka M, Nishizawa M, Tanaka K. Identification of binding sites for anti-aquaporin 4 antibodies in patients with neuromyelitis optica. *J Neuroimmunol* 25:211:110-3, 2009 査読有
- 47) Terumitsu M, Ikeda K, Kwee IL, Nakada T. Participation of primary motor cortex area 4a in complex sensory processing: 3.0-T fMRI study. *Neuroreport* 6:20:679-683, 2009 査読有
- 48) Nakada T. Neuroscience of water molecules: a salute to professor Linus Carl Pauling. *Cytotechnology* 59:145-152, 2009 査読有
- 49) Kawasaki K, Kohno M, Inenaga C, Sato A, Hondo H, Miwa A, Fujii Y, Takahashi H. Chordoid glioma of the third ventricle: a report of two cases, one with ultrastructural findings. *Neuropathology* 29:85-90, 2009 査読有
- 50) Nishino K, Ito Y, Hasegawa H, Shimbo J, Kikuchi B, Fujii Y. Development of cranial nerve palsy shortly after endosaccular embolization for asymptomatic cerebral aneurysm: report of two cases and literature review. *Acta Neurochir* 151:379-383, 2009 査読有
- 51) Tsumanuma I, Tanaka R, Fujii Y. Occipital Transtentorial Approach and Combined Treatments for Pineal Parenchymal Tumors. Kobayashi T, Lunsford LD(eds), Pineal Region Tumors. Diagnosis and Treatment Options. *Prog Neurol Surg. Basel, Karger*23:26-43, 2009 査読有
- 52) Yoshimura J, Nishiyama K, Fukuda M, Watanabe M, Igarashi H, Fujii Y. Adult Cerebellopontine Angle Medulloblastoma Originating in the Pons Mimicking Focal Brainstem Tumor. *J Neuroimaging* 19:385-387, 2009 査読有
- 53) Fukuda M, Oishi M, Saito A, Fujii Y. Long-Term Outcomes after Surgical Treatment of Jugular Foramen Schwannoma. *Skull Base* 19:401-408, 2009 査読有
- 54) Hiraishi T, Kawaguchi T, Kobayashi T, Tomikawa M, Ito Y, Fujii Y. Unstable Stenosis of the Internal Carotid Artery Caused by a Craniofacial Nail-Gun Injury. *Neurol Med Chir(Tokyo)* 49:590-593, 2009 査読有
- [学会発表] (計34件)
- 1) 藤井幸彦. MRI の最新のトピックス. 脳血管外科フォーラム・ウィンター2012. 2012年1月27日, 吹田市
 - 2) 藤井幸彦. 治療方針確立のために脳卒中を科学する. 脳卒中学術講演会. 2011年12月12日, 倉敷市
 - 3) 藤井幸彦. MRI で脳を詳細に見る. 第2回山口 Brain Imaging. 2011年11月2日, 宇部市
 - 4) Nakada T. Brain science of water molecules. The First World Congress on Water Channel. Proteins. 2011年10月28日, Cluj-Napoca, Romania
 - 5) 藤井幸彦. 最新脳外科診療. 学士会会津支部総会. 2011年9月3日, 会津若松市
 - 6) 藤井幸彦. 意識障害のイメージング. 第20回日本意識障害学会. 2011年9月2日, 弘前市
 - 7) 藤井幸彦. 脳外科疾患を疑うとき—最新の治療を踏まえて—. 新潟大学口腔外科/歯科麻酔科同門会・特別講演. 2011年5月28日, 新潟市
 - 8) Nakada T. Development of aquaporin-4 pet imaging. XXXVth International Symposium on CBF, metabolism and Function & Xth International Symposium of Brain Function with PET. 2011年5月27日, Barcelona, Spain
 - 9) 藤井幸彦. 脳外科疾患を疑うとき—最新の治療を踏まえて—. 佐渡医師会講演会. 2011年5月13日, 佐渡市

- 10) 藤井幸彦. MRI による神経画像診断の進歩と展望- 3 テスラおよび 7 テスラ MRI を中心に. 第 67 回日本脳神経外科学会総会. 2010 年 10 月 28 日, 博多
- 11) 藤井幸彦. 3T-MRI の臨床応用について- 臨床使用 14 年間の経験から-. 第 7 回千葉北総神経放射線研究会. 2010 年 7 月 2 日, 千葉
- 12) Nakada T. Fetal to adult type brain conversion in the perinatal period. 7th International PWS Conference. 2010 年 5 月 21 日, 台湾、台北
- 13) 藤井幸彦. MRI で脳機能見る. 第 67 回切塚会. 2009 年 11 月 28 日, 秋田
- 14) Nakada T. High Field MRI. 第 28 回日本認知症学会学術集会. 2009 年 11 月 22 日, 仙台
- 15) Fujii Y. Advancement in Clinical Neuroimaging with 3T and 7T MRI. 9th Intl Conference on Cerebrovascular Surgery. 2010 年 11 月 13 日, 名古屋
- 16) Nakada T, Suzuki K, Kwee IL. Excess heat removal is likely to be the main role of increase in regional blood flow associated with brain activation. Society for Neuroscience. 2009 年 10 月 19 日, 米国、シカゴ
- 17) 藤井幸彦. 血液凝固と MRI で脳卒中を探る. 第 2 回北海道「脳と循環」講演会. 2009 年 10 月 3 日, 札幌
- 18) Nakada T. Detection rate of senile plaque-like pathology in relatively young normal subjects: SWI microscopic study on a clinical 7T MRI system. 19th annual meeting of European Neurological Society. 2009 年 6 月 23 日, イタリア、ミラノ
- 19) 藤井幸彦. MRI で脳卒中を探る. 第 12 回千里浜脳循環代謝カンファレンス. 2009 年 6 月 20 日, 金沢
- 20) Nakada T, Itoh K, Suzuki K, Terumitsu M, Kwee IL. One-shot real-time functional MRI: Next generation fMRI. American Academy of Neurology 61st Annual Meeting. 2009 年 4 月 30 日, 米国、シアトル

〔図書〕(計6件)

- 1) 岡本浩一郎, 藤井幸彦. メジカルビュー社. ビジュアル脳神経外科 3 脳幹・基底核・小脳 脳幹・基底核・小脳の画像診断. 2011, 218 ページ
- 2) 福多真史, 藤井幸彦. メジカルビュー社. NS NOW No.10 後頭蓋窩手術 これだけは知っておこう 術中電気生理学的モニタリング. 2011, 156 ページ
- 3) Nishino K, Sorimachi T, Fujii Y.

Springer (東京). Magnetic resonance imaging and angiography for moyamoya disease (B-K. Cho and T. Tominaga 編: Moyamoya Disease Update). 2010, 387 ページ

- 4) 米岡有一郎, 藤井 幸彦, 中田 力. 医学書院 (東京). 3-Tesla MR 画像の応用と有用性. 寺本明・長村義之編: 下垂体腫瘍のすべて. 2009, 472 ページ
- 5) 藤井幸彦, 中田 力. 中外医学社 (東京). fMRI による前頭葉・側頭葉の機能解析. 伊達勲編: 脳神経外科エキスパート: 前頭葉・側頭葉. 2009, 229 ページ
- 6) 宇塚岳夫, 棗田 学, 青木 洋, 大石 誠, 福多真史, 斉藤明彦, 相場恵美子, 藤井幸彦. MC メディカ出版. 神経膠腫摘出術における補足運動野関連症状の検討. In: 脳腫瘍の外科 -Multimodality 時代の脳腫瘍の外科-(編)河本圭司. 2009, 343 ページ

6. 研究組織

(1) 研究代表者

藤井 幸彦 (FUJII YUKIHIKO)
新潟大学・脳研究所・教授
研究者番号: 40283014

(2) 研究分担者

中田 力 (NAKADA TSUTOMU)
新潟大学・脳研究所・教授
研究者番号: 50281720

大石 誠 (OISHI MAKOTO)
新潟大学・脳研究所・助教
研究者番号: 00422593

(3) 連携研究者

佐藤洋輔 (SATO YOSUKE)
新潟大学・医歯学総合病院・医員
研究者番号: 70594349

鈴木 清隆 (SUZUKI KIYOTAKA)
新潟大学・脳研究所・准教授
研究者番号: 40303169

松澤 等 (MATSUZAWA HITOSHI)
新潟大学・脳研究所・准教授
研究者番号: 70303170

照光 真 (TERUMITSU MAKOTO)
新潟大学・歯学部・准教授
研究者番号: 60401767