

機関番号：12301

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2008～2010

課題番号：20390310

研究課題名（和文）統合失調症と気分障害における意欲症状の  
脳基盤の解明と改善のためのNIRS研究研究課題名（英文）Brain substrates of and therapeutic approaches for motivational  
symptoms in schizophrenia and mood disorders: a near-infrared spectroscopy (NIRS) study

研究代表者

福田 正人 (FUKUDA MASATO)

群馬大学・大学院医学系研究科・准教授

研究者番号：20221533

研究成果の概要（和文）：統合失調症や気分障害における意欲症状の脳基盤を解明するために、MRI・NIRS・MEGを用いた検討を行なった。健常者においては眠気・疲労感・幼小児期の養育・協調性が前頭前野の体積や賦活反応性と関連すること、統合失調症の前頭極部機能が機能の全体的レベル（GAF）や $\sigma 1$ 受容体・COMT遺伝子多型と関連すること、摂食障害の前側頭部機能が臨床症状と関連すること、双極性障害ではMMNm成分の潜時延長が認められることを明らかにし、前頭葉の体積や賦活反応性が健常者や精神疾患における意欲と密接に関連することを示した。

研究成果の概要（英文）：Brain substrates of motivational symptoms in psychiatric disorders were investigated using magnetic resonance imaging (MRI), near-infrared spectroscopy (NIRS), and magnetoencephalography (MEG). Prefrontal cortex volume and function correlated 1) with subjective sleepiness and fatigue, parental bonding in infancy, and cooperative personality in healthy subjects, 2) with global assessment of functioning (GAF), DNA polymorphism of sigma-1 receptor and catecholamine-O-methyl transferase (COMT) in schizophrenia, 3) with clinical symptoms in eating disorders, and 4) with mismatch negativity latency in bipolar disorder. These results suggest prefrontal cortex as brain substrates of motivational symptoms in psychiatric disorders.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	3,400,000	1,020,000	4,420,000
2009年度	3,400,000	1,020,000	4,420,000
2010年度	1,800,000	540,000	2,340,000
年度			
年度			
総計	8,600,000	2,580,000	11,180,000

研究分野：精神医学

科研費の分科・細目：内科系臨床医学・精神神経科学

キーワード：統合失調症，気分障害，意欲，近赤外線スペクトロスコピー

## 1. 研究開始当初の背景

- (1) 脳科学による解明が  
立ち遅れている意欲症状

統合失調症における陰性症状としての意欲低下や、大うつ病で認められる精神運動制止、双極性障害で認める欲動の亢進など、意

欲症状は多くの精神疾患で認められる中心的な症状であり、患者の自覚的苦痛の原因になるとともに、そのQOLに大きな影響をおよぼす。

しかし、意欲症状についての脳科学的な解明は大きく立ち遅れている。人間の精神機能のうちで、「知」が1950年代から、「情」が1970年代から、「社会性」が1990年代からそれぞれ脳科学的に解明が進んだのとは対照的に、「意」については検討が進んでいない。これまでに行われてきている意欲についての基礎研究のほとんどは金銭報酬について皮質下構造の関与を指摘したもので、精神疾患における意欲症状のモデルとしては適切ではない。

こうした意欲症状についての研究の立ち遅れの理由は、①臨床場面での意欲症状の客観的評価が困難であること、②検査場面で意欲を定量評価するための方法が確立されていないことであり、その背景には③意欲は状態依存性や変動性が顕著であるため、自然な状態でないと評価や検査が困難であることがある。

### (2) 脳画像研究が困難な前頭極 frontal pole

サルと比較してヒトで発達した脳部位は、前頭前野の全体ではなく Brodmann 10 野（前頭極 frontal pole）であることが最近明らかとなってきたことから（Semendeferi ら 2001）、精神疾患の病因・病態において前頭極は重要な役割を担っていると想定できる。しかし前頭前野の背外側面や眼窩面と比較して、骨や前頭洞によるアーチファクトの影響を受けやすいため、fMRI・PET を用いた脳機能画像研究において前頭極の機能は十分な検討が難しいという技術的な問題がある。そのため精神疾患における前頭極の役割についても検討が不十分なままに留まっている。

### (3) 意欲や前頭極の検討に適した

#### 近赤外線スペクトロスコピー NIRS

上記の2点について、近赤外線スペクトロスコピー near-infrared spectroscopy (NIRS) には他の脳機能画像検査法より優れた特徴がある。すなわち、①ガントリー内に頭部を固定した仰臥位での安静状態でないと検査ができない fMRI・PET と異なり、発話や手指運動が可能な座位という自然な状態での検査が可能であり、②頭皮に近接した前頭極は NIRS が最も測定しやすく良いデータが得やすい部位である。したがって、NIRS を用いることで精神疾患についての意欲症状の脳機構を、とくに前頭極と関連させて検討することが可能となると考えられる。しかし、こうした取組はこれまでまったく行われてきていない。

## 2. 研究の目的

本研究は、統合失調症と気分障害で認められる意欲症状の本態について、近赤外線スペクトロスコピー NIRS を用いた検討を行い、前頭極 frontal pole の脳機能という観点から解明することにより、意欲症状の客観的な定量評価を実現し、その改善を図る具体的な方法を明らかにすることを目的とする。

本研究の到達目標は、(1)意欲を評価するための NIRS 検査法を確立する、(2)その検査法を用いて精神疾患における意欲症状の定量評価を実現し、意欲症状の脳機構を解明する、(3)そうした結果にもとづきその改善を図る具体的な方法を検討する、の3点である。

## 3. 研究の方法

### (1) 意欲評価のための NIRS 検査法の確立

#### ①NIRS プローブ装着部位の決定

前頭極 (Brodmann 10 野) を計測するための NIRS プローブ装着部位を決定する。すでに、食品総合研究所・檀一平太博士との共同研究において、NIRS 測定チャンネルと頭皮および標準脳との対応関係をバーチャルレジストレーション法を用いて確立してきた。それをもとに、前頭極を計測するのに適したプローブの頭皮上の装着部位を決定した。

#### ②意欲評価のための NIRS 検査法の確立

意欲を評価するための具体的な NIRS 検査法を確立する。

意欲については、これまでの先行研究が金銭報酬による検討を行ってきたので、ひとつは課題遂行成績に応じて金銭報酬を支払うという金銭報酬条件とする。もうひとつは、そうした外部からの報酬に依存した意欲ではなく、みずから目標を設定してその目標を目指すという、能動的で自発的・内発的な意欲としての目標志向条件を設定する。この意欲2条件と、そうした意欲喚起を行わない対照条件について、同一の課題を用いて NIRS 測定を行って、自覚的な意欲、課題遂行成績との関連を検討した。

健常者25名を対象とした予備実験においては、①こうした課題により自覚的な意欲が喚起可能であること、②NIRS で測定した言語流暢性課題による大脳皮質賦活が言語野付近において金銭報酬条件において増大すること、③自覚的な意欲と NIRS データとは、対照条件と金銭報酬条件で負の相関を示すことを示した。この予備実験の結果にもとづいて課題を工夫して、精神疾患患者に適用可能な NIRS 検査法を確立した。

### (2) 精神疾患における意欲症状の定量評価と

## その脳機構の解明

### ①統合失調症・気分障害を対象としたNIRS検査の実施

統合失調症と大うつ病の患者各25名を対象として、平成20年度に確立したNIRS検査法を用いて、前頭極(Brodmann 10野)を中心として脳機能計測を実施する。得られたNIRSデータについて、前頭葉機能(測定に用いた言語流暢性検査の課題遂行成績)、臨床症状(統合失調症については陽性・陰性症状評価尺度PANSS、大うつ病についてはハミルトンうつ病評価尺度HAM-D)、機能レベル(機能の全体的評定尺度GAF)との関連を検討した。

### ②精神疾患における意欲症状の脳機構の検討

上記のデータにもとづいて、統合失調症と気分障害における意欲症状の脳機構を検討する。具体的には、①臨床症状として認める意欲症状とNIRSデータとの関連についての横断的検討、②意欲症状とNIRSデータについての治療経過にそった縦断的検討、③上記した前頭葉機能検査・臨床症状・機能レベル・錐体外路症状とNIRSデータとの関連が、対照条件・金銭報酬条件・目標志向条件という3通りの意欲条件によってどう変化するかについての検討、を行う。解析にあたっては、他の脳機能画像では検討しにくくNIRSによる測定が適した前頭極(Brodmann 10野)に焦点を当てて検討を行う。さらに、頭部MRI画像が得られている被検者については、それらによる脳各部の体積との関連についても検討を行う。

## 4. 研究成果

統合失調症や気分障害における意欲症状の脳基盤を解明するために、健常者や精神疾患患者を対象として頭部用の多チャンネル近赤外線スペクトロスコピー(NIRS)やMRI装置を用いて大脳皮質の賦活反応性や脳構造について検討を行なった。

(1) 健常者においてMRIで評価した脳体積とParental Bonding Inventory(PBI)で評価した幼小児期の養育環境の関連を検討すると、左半球の背外側前頭前野の灰白質体積が父親のケアと正の相関を、父母の過保護と負の相関を示した(*Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry*, in press)。

(2) 言語流暢性課題を用いてNIRSにより脳賦活を検討すると、自覚的な疲労感は前頭葉腹外側面の賦活反応性と負の相関を、検査前夜の睡眠時間が前頭葉背外側面の賦活反応性と負の相関を示し、眠気と疲労感の自覚はそれぞれ前頭葉背外側と腹外側によって担われることが示唆された(*Brain Res*

1252:152, 2009)。

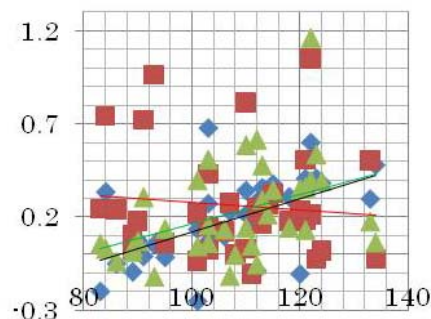
(3) 健常者を対象にNIRSで測定した初対面の相手との会話中の脳賦活は、Temperament Character Inventory(TCI)で評価した協調性の性格特徴と特に前頭極付近で負の相関を示し、協調性の乏しい被検者ほど初対面の相手との会話に脳賦活を要することが示唆された(*Neuropsychologia* 48:441, 2010)。

(4) 統合失調症における言語流暢性課題における脳賦活をNIRSを用いて検討すると、前頭極部の賦活反応性の程度がCOMTや $\sigma 1$ 受容体の遺伝子多型と関連していた(*PLoS ONE* e5495, *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry* 33:491, 2009)。

(5) 双極性障害ではMEGにおけるミスマッチ陰性成分MMNmの潜時延長が認められ、前注意過程の障害を反映すると考えられた(*Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry* 34:903, 2010)。

(6) 摂食障害を対象に言語流暢性課題を用いてNIRSで測定した脳賦活とEating Attitude Scale(EAT-26)で評価した臨床症状との関連を検討すると、ダイエット心理が右前側頭領域の低賦活と、食行動異常が左前側頭眼窩領域の低賦活と関連していた(*J Psychiatr Res* 44:547, 2010)。

(7) 健常者25名を対象に言語流暢性課題について、A.対照条件、B.金銭報酬条件、C.目標提示条件の3条件で検査を行ない、金銭および目標提示という意欲喚起の背景にある脳機能を検討した。その結果、①金銭報酬条件で自覚的な意欲は高まったが、課題遂行成績には変化はなかった、②脳賦活はNEO-PI-Rで検討した性格傾向のうちagreeablenessとは正の、neuroticismやconscientiousnessとは負の相関を示すこと、③脳賦活とagreeablenessとの関連は目標提示条件と対照条件で強く、金銭報酬条件で低かった、ことが明らかとなった(横軸:agreeableness得点, 縦軸:脳賦活, ◆:対照条件, ■:金銭報酬条件, ▲:目標提示条件)[投稿中]。



以上の結果から、健常者における意欲や精神疾患患者で認められる意欲症状が、前頭葉の賦活反応性や体積と関連していることが

明らかとなった。これらの結果にもとづき、被検者ごとの NIRS データについての解析法を詳細に記述した冊子『NIRS 波形の臨床判読—先進医療「うつ症状の光トポグラフィー検査」ガイドブック』を作成した。



CONTENTS	
はじめに	4
<b>1 測定原理</b>	6
1.1 NIRSとは	
1.2 NIRSの原理	
1.3 反射光を用いた脳機能測定	
1.4 NIRSの神経生理学的基礎	
1.5 NIRSの長所と短所	
<b>2 記録法</b>	9
2.1 標準化検査法について	
2.2 実際の条件	
2.3 検査装置とソフトウェア	
2.4 測定パラメータの設定	
2.5 検査環境	
2.6 測定時間と精度	
2.7 課題解決の実際	
2.8 検査後の処理	
2.8.1 再検査を要する場合	
2.8.2 検査中での処理	
2.8.3 ノイズ、アーチファクトの判別	
2.8.4 Integral 解析	
2.8.5 平均値の作成	
<b>3 波形の読み方</b>	25
3.1 波形の種類	
3.2 波形のパターン	
3.2.1 興奮時の反応の大きさ	
3.2.2 興奮後の回復のタイミング	
3.2.3 興奮後の持続性	
3.2.4 興奮後の持続性中の反応の大きさ	
3.3 よく見られる特徴的な波形	
3.3.1 左右差	
3.3.2 ゆらぎ・変動	
3.4 異常な波形	
<b>4 異常な波形</b>	41
4.1 異常な波形の種類	
4.2 異常な波形を伴う状態	
4.2.1 性別・年齢・課題成績	
4.2.2 疲労・疲労	
4.2.3 波形の再現性	
<b>5 疾患波形</b>	48
5.1 大うつ病	
5.2 双極性障害	
5.3 統合失調症	
5.3.1 再発	
<b>6 多施設共同研究データによる脳野アルゴリズム</b>	59
6.1 標準化プロファイル	
6.2 NIRS 検査アルゴリズムの概要	
6.3 大うつ病性障害と統合失調症の鑑別	
6.4 大うつ病性障害と双極性障害の鑑別	
<b>7 評価の書き方</b>	64
7.1 報告書作成の流れ	
7.2 年報 (Line 0)	
7.3 うつ症状の鑑別 (Line 1)	
7.4 併存障害 (Line 2)	
7.5 検査結果とアーチファクト (Line 3)	
7.6 前頭部の波形パターンの評価	
7.6.1 同軸化 (Line 4)	
7.6.2 前頭部の反応の大きさとタイミング (Line 5)	
7.7 興奮時の反応の大きさ	
7.8 典型的でない場合	
<b>8 症例紹介</b>	67
8.1 気分障害発症時の経過	
8.2 診断確定での経過	
8.3 判断が難しい場合・印象に残った事例	
<b>9 先進医療の実践</b>	90
9.1 先進医療の実践状況	
9.2 国立精神・神経医療研究センター病院光トポグラフィー (NIRS) 検査の実施	
9.3 東京大学「この心検査」プログラム	
<b>10 検査に必要な書類</b>	94
10.1 検査申請書	
10.2 検査実施書	
10.3 検査報告書	
10.4 検査報告書	
10.5 診療報酬請求書の交付	
<b>11 検査実施に関する Q&amp;A</b>	100
11.1 国立精神・神経医療研究センター病院	
11.2 東京大学	
文献	113
	3

## 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] (英文原著のみ) (計 17 件)

[1] Narita K, Suda M, Takei Y, Aoyama Y, Majima T, Kameyama M, Kosaka H,

Amanuma M, Fukuda M, Mikuni M (in press) Volume reduction of ventromedial prefrontal cortex in bipolar II patients with rapid cycling: a voxel-based morphometric study. *Prog Neuro-Psychopharmacol Biol Psychiatry*. [査読有]

[2] Ikeda Y, Kameyama M, Narita K, Takei Y, Suda M, Aoyama Y, Yuuki N, Sakurai N, Amanuma M, Fukuda M, Mikuni M (2010) Total and regional brain volume reductions due to the Syndrome of Irreversible Lithium-Effectuated Neurotoxicity (SILENT): A voxel-based morphometric study. *Prog Neuro-Psychopharmacol Biol Psychiatry* 34:244-246. [査読有]

[3] Takei Y, Kumano S, Maki Y, Hattori S, Kawakubo Y, Kasai K, Fukuda M, Mikuni M (2010) Preattentive dysfunction in bipolar disorder: MEG study using auditory mismatch negativity. *Prog Neuro-Psychopharmacol Biol Psychiatry* 34:903-912. [査読有]

[4] Narita K, Takei Y, Suda M, Aoyama Y, Uehara T, Kosaka H, Amanuma M, Fukuda M, Mikuni M (2010) Relationship of parental bonding styles with gray matter volume of the dorsolateral prefrontal cortex in young adults. *Prog Neuro-Psychopharmacol Biol Psychiatry* 34 : 624-631. [査読有]

[5] Suda M, Uehara T, Fukuda M, Sato T, Kameyama M, Mikuni M (2010) Dieting tendency and eating behavior problems in eating disorder correlate with right frontotemporal and left orbitofrontal cortex: a near-infrared spectroscopy study. *J Psychiatr Res* 44:547-555. [査読有]

[6] Suda M, Takei Y, Aoyama Y, Narita K, Sato T, Fukuda M, Mikuni M (2010) Frontopolar activation during face-to-face conversation: an in situ study using near-infrared spectroscopy. *Neuropsychologia* 48:441-447. [査読有]

[7] Suda M, Kubota F, Hiraoka T, Hattori S, Aihara Y, Fukuda M, Mikuni M (2009) A case of lithium intoxication with periodic sharp waves. *Pharmacopsychiatry* 42:122-123. [査読有]

- [8] Takizawa R, Tochigi M, Kawakubo Y, Marumo K, Sasaki T, Fukuda M, Kasai K (2009) Association between catechol-O-methyltransferase Val108/158Met genotype and prefrontal hemodynamic response in schizophrenia. *PLoS ONE* 4:e5495. [査読有]
- [9] Takizawa R, Hashimoto K, Tochigi M, Kawakubo Y, Marumo K, Sasaki T, Fukuda M, Kasai K (2009) Association between sigma-1 receptor gene polymorphism and prefrontal hemodynamic response induced by cognitive activation in schizophrenia. *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry* 33:491-8. [査読有]
- [10] Nishida A, Sasaki T, Harada S, Fukuda M, Masui K, Nishimura Y, Ikebuchi E, Okazaki Y (2009) Risk of developing schizophrenia among Japanese high-risk offspring of affected parent: outcome of a twenty-four-year follow up. *Psychiat Clin Neurosci* 63:88-93. [査読有]
- [11] Suda M, Fukuda M, Sato T, Iwata S, Song M, Kameyama M, Mikuni M (2009) Subjective feeling of psychological fatigue is related to decreased reactivity in ventrolateral prefrontal cortex. *Brain Res* 1252:152-160. [査読有]
- [12] Aoyama Y, Hanaoka N, Kameyama M, Suda M, Sato T, Song M, Fukuda M, Mikuni M (2009) Stimulus intensity dependence of cerebral blood volume changes in left frontal lobe by low-frequency rTMS to right frontal lobe: a near-infrared spectroscopy study. *Neurosci Res* 63:47-51. [査読有]
- [13] Takei Y, Kumano S, Hattori S, Uehara T, Kawakubo Y, Kasai K, Fukuda M, Mikuni M (2009) Preattentive dysfunction in major depression: magnetoencephalography study using auditory mismatch negativity. *Psychophysiology* 46:52-61. [査読有]
- [14] Matsubayashi J, Kawakubo Y, Suga M, Takei Y, Kumano S, Fukuda M, Ito K, Yumoto M, Kasai K (2008) The influence of gender and personality traits on individual difference in auditory mismatch: a magnetoencephalographic (MMNm) study. *Brain Res* 1236:159-165. [査読有]
- [15] Takizawa R, Kasai K, Kawakubo Y, Marumo M, Kawasaki S, Yamasue H, Fukuda M (2008) Reduced frontopolar activation during verbal fluency task in schizophrenia: a multi-channel near-infrared spectroscopy study. *Schizophr Res* 99:250-262. [査読有]
- [16] Suda M, Sato T, Kameyama M, Ito M, Suto T, Yamagishi Y, Uehara T, Fukuda M, Mikuni M (2008) Decreased cortical reactivity underlies subjective daytime light sleepiness in healthy subjects: a multichannel near-infrared spectroscopy study. *Neurosci Res* 60:319-326. [査読有]
- [17] Takahashi K, Oshima A, Ida I, Kumano H, Yuuki N, Fukuda M, Amanuma A, Endo K, Mikuni M (2008) Relationship between age at onset and magnetic resonance image (MRI)-defined hyperintensities in mood disorders. *J Psychiatr Res* 42:443-450. [査読有]
- [学会発表] (国際学会のみ) (計 10 件)
- [1] Fukuda M, Suda M, Takei Y, Aoyama Y, Sato T, Sakurai N, Narita K, Kameyama M, Uehara T, Mikuni M : Near-infrared spectroscopy in psychiatry (Symposium 2 : Use of near-infrared spectroscopy (NIRS)). The 29th International Congress of Clinical Neurophysiology, Kobe, Japan, 2010.10.28.-11.1.
- [2] Takizawa R, Kasai K, Fukuda M : Near-infrared spectroscopy (NIRS) in psychiatric disorders (Symposium 12 : Physiological abnormalities in psychiatric disease). The 29th International Congress of Clinical Neurophysiology, Kobe, Japan, 2010.10.28.-11.1.
- [3] Fukuda M, Suda M, Takei Y, Aoyama Y, Sato T, Sakurai N, Narita K, Kameyama M, Uehara T, Mikuni M : Approval of NIRS as the advanced medical technology in psychiatry (Symposium 52 : NIRS application in clinical psychiatry). The 29th International Congress of Clinical Neurophysiology, Kobe, Japan, 2010.10.28.-11.1.
- [4] Takizawa R, Kasai K, Fukuda M : NIRS application to psychiatric diagnosis

- and clinical evaluation (Symposium 52 : NIRS application in clinical psychiatry). The 29th International Congress of Clinical Neurophysiology, Kobe, Japan, 2010.10.28.-11.1.
- [5] Fukuda M, Suda M, Aoyama Y, Takei Y, Sato T, Kameyama M, Narita K, Uehara T, Mikuni M : Near-infrared spectroscopy in mood disorders (Symposium S-05 : Near-infrared spectroscopy in psychiatry: current status and future prospect). The 9th World Congress of Biological Psychiatry, Paris, France, 2009. 6. 28. -7. 2.
- [6] Suda M, Fukuda M, Uehara T, Sato T, Aoyama Y, Mikuni M : Frontal lobe function in eating disorders: a multichannel near-infrared spectroscopy study. 13th Pacific Rim College of Psychiatrists Scientific Meeting, Tokyo, Japan, 2008. 10. 30. -11. 2.
- [7] Kameyama M, Fukuda M, Uehara T, Ida I, Mikuni M : Frontal lobe dysfunction in schizophrenia: a near-infrared spectroscopy study (Symposium 21: Cognitive impairment in schizophrenia: neurobiology and therapeutic intervention). 2nd WFSBP Asia-Pacific Congress and 30th Annual Meeting of JSBP, Toyama, Japan, 2008. 9. 11-13.
- [8] Takizawa R, Tochigi M, Kawakubo Y, Marumo K, Sasaki T, Fukuda M, Hashimoto K, Kasai K : Effect of sigma-1 receptor gene polymorphism on prefrontal function in schizophrenia: a NIRS study. 2nd WFSBP Asia-Pacific Congress and 30th Annual Meeting of JSBP, Toyama, Japan, 2008. 9. 11-13.
- [9] Fukuda M, Mikuni M (2008) Future prospect of diagnosis and treatment of psychiatry disorders using near-infrared spectroscopy (Symposium S-14. Monitoring pharmacotherapy in psychiatric disorders: functional neuroimaging and neurophysiological perspectives). The XXVI Collegium Internationale Neuro-Psychopharmacologium, Munich, Germany, 2008. 7. 13-17.
- [10] Suda M, Fukuda M, Sato T, Kameyama M, Mikuni M (2008) Frontal lobe function in eating disorders: a multichannel near-infrared spectroscopy study. The XXVI Collegium Internationale Neuro-Psychopharmacologium, Munich, Germany, 2008. 7. 13-17.
- [図書] (編著監修のみ) (計5件)
- [1] 福田正人 監修 (2011) 『NIRS 波形の臨床判読—先進医療「うつ症状の光トポグラフィ検査」ガイドブック』, 中山書店.
- [2] 福田正人, 鹿島晴雄 編 (2010) 『前頭葉でわかる精神疾患の臨床』, 中山書店, 東京.
- [3] 福田正人 編 (2009) 『精神疾患とNIRS - 光トポグラフィ検査による脳機能イメージング』, 中山書店, 東京.
- [4] 福田正人 編著 (2008) 『もう少し知りたい統合失調症の薬と脳』, 日本評論社, 東京
- [5] 福田正人 編著 (2008) 専門医のための精神科臨床リュミエール『精神疾患と脳画像』, 中山書店, 東京.

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

福田 正人 (FUKUDA MASATO)  
 群馬大学・大学院医学系研究科・准教授  
 研究者番号：20221533

### (2) 研究分担者

三國 雅彦 (MIKUNI MASAHIKO)  
 群馬大学・大学院医学系研究科・教授  
 研究者番号：00125353

上原 徹 (UEHARA TORU)  
 群馬大学・健康支援総合センター・准教授  
 研究者番号：60303145

亀山 正樹 (KAMEYAMA MASAKI)  
 群馬大学・大学院医学系研究科・助教  
 研究者番号：00455982

結城 直也 (YUUKI NAOYA)  
 群馬大学・大学院医学系研究科・助教  
 研究者番号：20420193

高橋 啓介 (TAKAHASHI KEISUKE)  
 群馬大学・医学部・助教  
 研究者番号：20455984