

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 1 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2012～2015

課題番号：24240041

研究課題名(和文) 平均特性と個人間変異の統合による重層的認知制御機構の神経基盤の解明

研究課題名(英文) Neural basis of interactive cognitive control: Common underlying mechanisms and individual differences

研究代表者

齋木 潤 (Saiki, Jun)

京都大学・人間・環境学研究科(研究院)・教授

研究者番号：60283470

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 36,100,000円

研究成果の概要(和文)：認知制御における個人間変異の規定因と行動制御、作業記憶、パターン認識、視覚意識における制御の役割を解明するために、5つのプロジェクトを実施した。マインドワンダリング、視覚性作業記憶、図的表現の理解、両眼視野闘争を題材に、fMRI実験、脳波測定、tDCS等の手法を用いて、各現象・課題に関連した脳領域(DMN、頭頂葉、高次視覚領野など)と前頭前野の活動の間の相互作用を明らかにした。認知制御課題の個人差を検討するプロジェクトでは、MSIT課題における干渉効果がドーパミンとアセチルコリンに関連する遺伝子多型に影響されること、遺伝子型が脳領域間の結合性のパターンに影響していることを明らかにした。

研究成果の概要(英文)：We conducted 5 research projects to elucidate the determinants of individual differences in cognitive control, and to investigate the role of cognitive control in behavior control, working memory, pattern recognition, and visual awareness. Projects on mind wandering, visual working memory, diagram understanding, and binocular rivalry revealed various interactions between task specific brain regions (default mode network [DMN], parietal lobe, higher visual areas, etc.) and prefrontal regions, using fMRI, EEG, and tDCS techniques. A project on individual differences in cognitive control revealed the effects of genetic polymorphisms related to dopamine and acetylcholine functions on both behavioral interference in MSIT task, and on the pattern of functional connectivity among brain regions.

研究分野：認知神経科学

キーワード：認知制御 個人間変異 遺伝子多型 fMRI EEG 機能的結合性 前頭前野

1. 研究開始当初の背景

認知制御には前頭前野、特に、外側前頭前野が重要であり、作業記憶、反応抑制を含む多くの過程で共通して外側前頭前野の活動が報告されている。これらの知見は外側前頭前野が階層的システムの頂点で要素的認知過程を制御していると解釈できるが、神経心理学研究の知見などは、こうした階層的な見方が一面的なものであることを示唆する。

認知制御に関する従来の研究は二つの問題がある。一つは、知覚、記憶など要素過程に閉じた形で研究が進んできたこと、二つ目は、多くの研究が、被験者集団の平均的特性を議論し、個人間変異は測定誤差として捨象されてきた点である。

上記の問題を解決するには、脳機能の個人間変異に注目して、知覚、作働記憶、反応選択などの課題間の認知制御機構の共通性と差異を体系的に研究する必要がある。認知制御能力の課題間の共通性と差異、及びその神経基盤の検討は、知能の一般因子、領域特異性をめぐる古くからの論争に対して、生物学的基盤を伴った説明を与え、我々の人間観に大きな影響を与える可能性がある。

こうした背景から、(1)行動制御、(2)視覚性作業記憶、(3)パターン認識、(4)視覚意識、(5)認知制御における個人間変異の研究プロジェクトを通して、重層的認知制御の神経基盤の解明を目指した。

2. 研究の目的

各研究プロジェクトの目的を以下に示す。

(1) 行動制御プロジェクト

遂行中の課題に無関連な思考、すなわちマインドワンダリングは、課題のパフォーマンスに悪影響を与えることが知られる。マインドワンダリングはデフォルトモードネットワーク (default mode network; DMN) の活動との関連が示唆されているが、その因果性、すなわち DMN の活動によってマインドワンダリングが生起しているかについては明らかとなっていない。そこで本研究では、非侵襲的に脳活動およびネットワークを調節可能な手法である経頭蓋直流電流刺激法 (tDCS) を用いて、DMN の活動とマインドワンダリングとの因果的関連を検討した。

対象への注意を継続する集中瞑想 (FA) と現在の経験を受容する洞察瞑想 (OM) の 2 種のマインドフルネス瞑想に関わる神経基盤を検討した。

(2) 視覚性作業記憶プロジェクト

視覚情報を短期間保持する視覚性作業記憶は、単に情報を受動的に保持するのではなく、記憶内容の選択、抑制など制御機構が含まれる。記憶表象に対する選択過程を検討する事後手掛かり (retrocue) 課題を用い、行動実験によって記憶表象に対する注意による選択機構の特性を検討した。記憶情報の符号化と保持における刺激特徴次元の選択的処理過程の特徴、特に空間次元と非空間次元

の機能的差異を検討する課題を考案し、脳波測定によりその神経基盤を検討した。さらに、非空間特徴の統合における空間次元の効果を検討するための課題を開発し脳波測定を用いてその神経基盤を検討した。

(3) パターン認識プロジェクト

パターン認識課題における認知的制御メカニズムについて、図的表現を用いた検討を行った。図的表現の読解においては、その構成要素が示す情報を安定して読み取ることができるだけでなく、読み手の目的に応じて柔軟に構成要素をグループ化してより高次の情報を再構成できる必要がある。こうしたパターン認識課題の遂行に必要な安定性と柔軟性を同時に実現するためには認知的制御の役割は不可欠であり、図的表現を刺激として用いることでそのメカニズムを明らかにできることを期待して研究が進められた。

(4) 視覚意識プロジェクト

両眼視野闘争に着目し、当初は知覚の交替速度の個人差と視覚的注意の影響を題材として、両眼闘争における視覚皮質と前頭・頭頂領域の役割を明らかにすることを目的としていた。ところが、最近の研究から、前頭・頭頂の活動は、知覚交替というよりはむしろ知覚の報告に関わっていることがわかってきた。そこで、視覚皮質でのボトムアップ過程とフィードバック・トップダウン過程に着目して、重層的認知制御の神経基盤の解明を目指した。

(5) 個人間変異プロジェクト

認知制御の主な機能の一つに、課題を妨害する情報を抑制し、適切な行動を促進する機能が挙げられる。この機能の個人差を規定する要因を明らかにするために、本研究では Multi Source Interference Task (MSIT) と呼ばれる認知の抑制機能を調べる課題を用い、課題時の脳活動および安静時の脳活動から得られる機能的ネットワーク、構造画像から得られる脳の構造特性、遺伝子多型データ、BIS/BAS 等の人格特性質問紙のデータの相互関連を解析した。特に、ドーパミン作動性ニューロンやアセチルコリン受容体の感度が高いほど実行注意の働きが強くなるという仮説を、ドーパミン受容体 D4 およびアセチルコリン受容体の 4 ユニットの遺伝子多型を用いて検討した。

3. 研究の方法

(1) 行動制御プロジェクト

80 名の大学生をランダムに 3 刺激条件 (陽極、陰極、偽刺激) に割り振った。tDCS は、刺激電極を DMN のうち皮質表面に位置する右下頭頂小葉 (IPL) に配置した。すべての条件で、刺激後に知覚的注意課題を実施した。参加者は 100ms 呈示される文字群の中から、干渉刺激 (円の周辺に呈示される N または X) を無視して、ターゲット刺激 (円上に配置された文字中の N または X) にできるだけ速く、かつ正確に回答した。課題中、ラ

ンダムなタイミングで思考プロンプトが呈示され、直前の思考内容を回答するよう求められた。思考内容のうち、課題無関連思考をマインドワンダリングとして分析を行った。

従来、後帯状皮質 (PCC) の活性が、自己参照中に上昇し、OM 中に低下すること、およびデフォルトモードネットワークを形成する PCC-右下頭頂小葉 (IPL) 間の機能的結合性がマインドフルネス瞑想実践者の安静時に増加していることが指摘されている。そこで本研究は、12 名の瞑想経験者を対象として、FA 中と OM 中の PCC-右 IPL 間の機能的結合性を比較した。

(2) 視覚性作業記憶プロジェクト

記憶画面提示後の保持期間に選択手掛かりを呈示する retrocue 課題を用いて、視覚性作業記憶表象における特徴ベースの注意選択、注意選択の切り替え過程を調べた。

特徴次元を選択的に無視する短期記憶課題を用いて、特徴を無視して記憶する効率性とその特徴次元間の差異、さらに脳波測定によりその神経基盤を検討した。

冗長性利得課題の記憶課題バージョンと、object-reviewing 課題と組み合わせた新課題を開発し、視覚性短期記憶における色と形態の統合と統合における位置情報の寄与を行動実験と脳波測定によって検討した。

(3) パターン認識プロジェクト

認知心理学的な注意研究において用いられてきた刺激図形を基にマトリクス型の図的表現の作成を行い、視覚認知実験および fMRI を用いて図的表現の読解時の脳活動を計測する方法により研究を実施した。

マトリクス型の図的表現は、構成要素が規則的に配置されているために、構成要素間の空間関係や生成される大域的オブジェクトの特性に関して、検証すべき仮説が構築しやすいという利点があった。視覚認知実験および fMRI 実験はともに実験パラダイムとして、課題手がかり法を用いた。標的刺激として提示される図的表現に対して、先行して読解方略を指定する手がかりが提示されて、実験参加者はその手がかりに応じて読解方略を変化させた。こうした実験パラダイムを用いることで、同じ図的表現に対して目的に応じて設定される方略により反応時間といった行動指標および脳活動に関してどのような違いがみられるかを検討した。

(4) 視覚意識プロジェクト

両眼視野闘争中の知覚の変動する際の視覚野の活動を、fMRI を用いて詳細に調べた。集団的受容野推定法を応用して、特定の視野位置をレチノトピックに表象する活動を、視覚的意識の状態に応じて抽出し、各被験者の知覚交替の速さとの関係を調べた。

(5) 個人間変異プロジェクト

MSIT は、画面上の 3 つのアラビア数字の中で 1 つだけ異なる数字を見つけてボタン押しで解答する課題で、視覚刺激とキーの位置の間の干渉 (Simon 効果)、課題関連刺激間

の干渉 (flanker 効果) を含んでいる。干渉条件と統制条件の反応時間の差分が大きいほど妨害刺激の干渉効果が大きかったことを示しており、認知制御の能力が高いほど、干渉効果は小さくなる。100 名の大学生・大学院生に対し最初に MRI スキャナの中で 5 分間の安静状態を測定した後に、MSIT の課題を行い、課題中の行動成績および脳活動を記録した。その後、人格特性質問紙に回答し、遺伝子多型解析のために頬の内側から口内粘膜を採集した。

4. 研究成果

(1) 行動制御プロジェクト

tDCS による下頭頂葉 (rIPL) 刺激により、マインドワンダリング頻度が減少することを見出した。さらに 60 名の健常成人を対象に fMRI を用いて、rIPL への tDCS による脳内ネットワークへの影響を明らかにした。すなわち (a) 右 IPL→PCC 結合は MW 抑制性の結合であること、(b) mPFC→PCC 結合は MW 促進性の結合であること、(c) 抑制結合に比べて促進結合の減少が大きいことにより MW が減少することなどを示した。

瞑想は、瞑想中の機能的結合性を変化させるとともに、その変化は瞑想後にも持続しうること、および集中瞑想と洞察瞑想に関する機能的結合性の差異が DMN において認められ、集中瞑想においては主に注意制御に関わる神経結合が、洞察瞑想においては主に長期記憶の想起に関わる神経結合における変化が見出された。

(2) 視覚性作業記憶プロジェクト

retrocue 課題を用いて、視覚性短期記憶表象に対する特徴ベースの注意選択は視覚刺激に対する注意選択と異なる特性を示すことを明らかにした。また、一旦選択した記憶表象を別の記憶項目に切り替える操作をすると、系列的に選択した両方の項目の記憶成績が向上することを発見した。この知見は記憶表象に対して系列的に手掛かりを呈示することで記憶成績を向上させられる可能性を示す。

色・形態・位置で定義された刺激に対してある特徴次元を無視して記憶する課題から非空間特徴である色や形態を無視することは容易であるが、位置情報を無視することは困難であることが分かった。また、この行動成績の変化は、単に記憶検索時の効果ではなく、記憶保持期間の脳活動に関連することが示された。

反応時間分布解析から色と形態の結びつきを明示的に記憶する必要がない課題においても特徴の結びつきが特徴の検出を促進している積極的な証拠を得た。また、この特徴統合の効果は、物体の位置情報に依存しないことが分かった。脳波解析から色と形態の統合は前頭部の活動が関与するのに対し、位置情報共有の効果は頭頂部の活動が関与することが示された。

(3) パターン認識プロジェクト

表刺激の大域的特性が注意に及ぼす影響：手がかりにより誘導された読解方向に沿って2つの要素が提示された場合の方が、直交する方向に沿って2つの要素が提示されている場合よりも読み取りが容易であることが明らかにされた。このことは表刺激の読解時に目的に応じた形で表刺激の分節化が行われたことを示している。

大域的読解の神経メカニズム：表刺激に対して局所的読解課題と大域的読解課題の間の課題切り替え課題中の脳活動の計測を、事象関連型デザインのfMRIにより実施した。その結果、以下の3点が明らかにされた：

(a)大域的読解課題の準備期において、両側の線条外皮質の活動が局所的読解課題と比較して有意に増加し、大域的読解課題においてより広範な領域に選択的に注意を向けていたことを示す。(b)局所的読解課題の遂行期に大域的読解課題と比較して左の側頭頭頂接合部において有意な活動の増加がみられ、表刺激内での読解位置の制御の必要性を示している。(c)大域的読解課題の遂行期に局所的読解課題と比較して左の下前頭接合部で有意に活動が増加した。下前頭接合部は、課題表象の活性化と関係しているため、大域的読解課題における他の可能な読み方の抑制過程を反映している可能性がある。これまで図的表現の読解に関する神経基盤を検討した研究はほとんどなく、課題による神経基盤の違いを明らかにした研究成果は大きな意義がある。

大域的読解における認知的制御過程の多重性：課題を修正した追加実験から、大域的方略をとる場合に課題セットの活性化と維持を担う右の島から前頭前野弁蓋部、局所的方略をとる場合に意味的制御を担う右中側頭回の活動増加が示された。読解方略に応じた制御過程の切替により柔軟な読解が実現していると考えられる。認知的制御過程は、前頭-頭頂経路と帯状-弁蓋経路の両方が含まれ、安定性と柔軟性を同時に実現するために試行ごとに必要な修正が行われている。

大域的読解における反応抑制：フランカー課題で使用される文字を要素として表刺激を作成し、大域的読解を行う際にどのように表刺激に対するパターン認識が行われるかを検討した結果、前部島皮質や視床前部等の課題セットの保持に関わる領域に加え、右下前頭回および前運動補足野等の反応抑制に関わる領域の活動の増加が認められた。この結果は、反応抑制が効果的な大域的読解に必要であることを示唆し、図的表現の読解における個人差の理解や、読解能力の訓練手法に重要な手掛かりを与える。

(4) 視覚意識プロジェクト

視覚野の活動の詳細な解析により、両眼視野闘争には、視覚的意識の対象の視覚刺激を表象するレチノトピックな活動と、その周辺部を含むより広範囲の視野領域を表象する

ノンレチノトピックな活動が関与していることがわかった。レチノトピックな活動は、受容野の小さい低次視覚野から入力されるボトムアップ処理を反映しており、ノンレチノトピックな活動は、受容野の大きい高次視覚野からのフィードバックによる処理を反映していると考えられる。これらの活動の強さと、個々の被験者の知覚交替の速さとの関係を調べたところ、第3次および第4次視覚野の、見えない刺激に対するレチノトピックな応答の強さと、知覚抑制の持続時間の間に、負の相関があることがわかった。一方、ノンレチノトピックな応答と知覚交替の個人差の間には、有意な相関は見られなかった。以上より、主観的な知覚の個人差には、視覚処理の中間段階におけるボトムアップな処理が深く関与していると考えられる。

(5) 個人間変異プロジェクト

行動データでは、反応時間は干渉条件 > 統制条件、正答率は干渉条件 < 統制条件となった。この差分の個人間変異の規定因を探るため、遺伝子多型に基づいた解析を行った。DRD4においてTT多型かつCHRNA4においてCC多型を持つ参加者は、他の参加者に比べて、干渉効果が有意に小さかった。

課題中の脳活動を分析したところ、干渉条件では統制条件に比べて、DLPFCやdACCにおいて、強い賦活が見られた。遺伝子多型の群間比較の結果、DRD4においてTT多型かつCHRNA4においてCC多型を持つ参加者は、他の参加者に比べて、課題中に楔前部や角回、中前頭回、腹外側前頭前野(三角部)で有意な賦活が見られた。これに対し、他の遺伝子多型を持つ参加者では、DLPFCやdACCの賦活が強く見られた。認知制御課題の効率が高い参加者の脳活動は、そうでない参加者と質的に異なることを示唆する。

脳のネットワーク解析から、DRD4においてT-アレルを多く持つ参加者では、無関係な情報の除外処理を司る三角部とコンフリクトのモニタリング・解消を司るdACCの結合性が弱く、これらが別個に活動することでより柔軟な処理体系を形成していることが示唆された。一方、CHRNA4においてT-アレルを多く持つ参加者では、脳の多くの領域が同時に賦活しており、C-アレルを持つ参加者に比べて、情報処理の流れが洗練されていない可能性が示唆された。干渉効果の小さな群では効率の良い脳のネットワークが形成され、実行機能を必要とする課題成績が良くないと考えられる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計9件)

Kajimura, S., Kochiyama, T., Nakai, R., Abe, N., Nomura, M. (2016) Causal relationship between effective connectivity within the default mode

network and mind-wandering regulation and facilitation. *Neuroimage*. 133, 21-30, [査読有]

doi:10.1016/j.neuroimage.2016.03.009.

梶村昇吾・野村理朗 (2016) 日本語版 DDFS および MWQ の作成 心理学研究. [査読有]

doi:http://doi.org/10.4992/jjpsy.87.14223

Kajimura, S., Nomura, M. (2015) Decreasing propensity to mind-wander with transcranial direct current stimulation. *Neuropsychologia*, 75, 533-537. [査読有] doi: 10.1016/j.neuropsychologia.

Saiki, J. (2016). Location-Unbound Color-Shape Binding Representations in Visual Working Memory. *Psychological Science*, 27, 178-190. [査読有]

DOI: 10.1177/0956797615616797

Li, Q. & Saiki, J. (2015). Different effects of color-based and location-based selection on visual working memory. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 77, 450-463. [査読有]

DOI:10.3758/s13414-014-0775-3

Li, Q. & Saiki, J. (2014). The effects of sequential attention shifts within visual working memory. *Frontiers in Psychology*, 5, 1-10, [査読有]

10.3389/fpsyg.2014.00965

Sugio, T., Shimojima, A., and Katagiri, Y., Psychological evidence of mental segmentation in table reading, Diagrammatic Representation and Interference (LNAI 7352), 2012, 124-131 [査読有]

DOI: 10.1007/978-3-642-31222-9

Sugio, T., Neural mechanisms of global reading, Diagrammatic Representation and Interference (LNAI 8578), 2014, 198-212 [査読有]

DOI: 10.1006/978-3-662-44043-8

Yamashiro H., Yamamoto H., Mano H., Umeda M., Higuchi T., Saiki J. (2014). Activity in early visual areas predicts interindividual differences in binocular rivalry dynamics. *Journal of Neurophysiology*, 111(6), 1190-202. [査読有]

[学会発表](計 17 件)

Fujino, M., Ueda, Y., Mizuhara, H., Saiki, J., & Nomura, M. (2015). Effects of two types of Mindfulness Meditation on brain functional connectivity. *Mind and Life Summer Research Institute*, New York, USA. June 2015. June 13-19.

Nomura, M., Kadono, Y., Kajimura, S. (2015). Does the right inferior parietal

lobule correlate with task-unrelated thoughts? : A transcranial direct current stimulation study. 12th International Conference on Alzheimer's and Parkinson's Diseases, Nice, France, March 18-22.

野村理朗 平成 27 年度生理学研究所研究会(講演)「情動制御の方略が脳活動および行動に及ぼす影響」(2015.10.7) [招待講演]

野村理朗 制御機構の認知神経科学:平均特性と個人間変異の統合に向けて、日本心理学会第 79 回大会、公募シンポジウム、2015 年 9 月 23 日、名古屋

Saiki, J. Partial representation of objects in visual working memory. RIEC International Symposium on Vision and Cognition, Sendai, Japan, March 20, 2015 [招待講演]

Saiki, J. Visual cognition by integration of object and ensemble representations. NTU-Kyoto University International Symposium for Cognitive and Neural Science, Taipei, Taiwan. September 6, 2015. [招待講演]

齋木潤、視覚性ワーキングメモリにおける認知的制御、日本心理学会第 79 回大会、公募シンポジウム、2015 年 9 月 23 日、名古屋

Saiki, J., & Li, Q. Constructing Partial Representation of Objects in Visual Working Memory. *Neuroscience 2015*, 80.04/V39, October 17-21 2015, Chicago, USA.

Saiki, J. Parallel maintenance of type and token representations in visual working memory. *Vision Sciences Society Annual Meeting*. May 17 2015. St.Pete Beach FL, USA.

Sugio, T., Neural mechanism of global reading, 8th International Conference, Diagram 2014, 2014/7/31, Melbourne (Australia)

杉尾武志、ダイアグラムの読解における制御機構、日本心理学会第 79 回大会、公募シンポジウム、2015 年 9 月 23 日、名古屋

Yamashiro H., Yamamoto H., Mano H., Umeda M., Higuchi T., Saiki J. Multiple neural processes underlying binocular rivalry in retinotopic visual areas. *Neuroscience 2014*, 550.19/RR45, 2014/11/15-19, Washington DC, USA.

Yamashiro H., Yamamoto H., Mano H., Umeda M., Higuchi T., Saiki J. Two distinct patterns of activity in early visual areas during binocular rivalry. *The 10th Asia-Pacific Conference on Vision*, P2-13, 2014/7/19-22, Takamatsu, Japan.

山本洋紀、視覚意識の制御と初期視覚野一両眼視野闘争の fMRI 研究一、日本心理学会第 79 回大会、公募シンポジウム、2015 年

9月23日、名古屋

Ueda Y., Kikuno Y., Yamamoto H., Saiki J. Inferior parietal lobules plays an important role in individual differences in executive function: a study with fMRI and SNP. Neuroscience 2015, 80.04/V39, October 17-21 2015, Chicago, USA.

Ueda Y., Kikuno Y., Yamamoto, H., Saiki, J. Higher affinity state allele variants in DRD4 and CHRNA4 lead to increased executive attention and related brain activations. Neuroscience 2014, 838.19/RR31, 2014/11/15-19, Washington DC, USA.

上田祥行、菊野雄一郎、山本洋紀、齋木潤、脳機能イメージングと遺伝子多型からみた認知制御メカニズムの個人間変異、日本心理学会第79回大会、公募シンポジウム、2015年9月23日、名古屋

〔図書〕(計11件)

野村理朗 (2016) 遺伝と環境 子安増生・楠見孝・齋藤智・野村理朗 (編)「教育認知心理学の展望」Pp 159-171 (総291頁) ナカニシヤ出版.

Nomura, M. (2016) Genes, brain and culture through a 5-HTT lens. In Chiao, J, Shu-Chen, Rebecca, Bob (eds.), Handbook of Cultural Neuroscience: Cultural Neuroscience and Health. New York: Oxford University Press. pp. 121-128 (総393頁)

野村理朗 (2015) 遺伝学的方法: 発達科学との架橋に向けて 榊原洋一・米田英嗣 (編)「発達科学ハンドブック 第8巻『脳の発達科学』」Pp 86-93 (総317頁). 新曜社.

野村理朗 (2014) 脳とこころ 唐沢かおり (編)「新社会心理学 -心と社会をつなぐ知の統合-」 Pp 17-31. 北大路書房.

野村理朗 (2014) 情動 田中啓治・御子柴克彦 (編)「脳科学辞典」

野村理朗 (2013) 表情 氏家達夫 (編)「発達心理学事典」丸善出版.

野村理朗 (2013) 顔と社会 柿木隆介・山口真美 (編)「顔を科学する: 適応と障害の脳科学」Pp 241-259, 東京大学出版会.

齋木潤 (2015) 注意 榊原洋一・米田英嗣 (編)「発達科学ハンドブック 第8巻『脳の発達科学』」Pp 158-168 (総317頁). 新曜社.

齋木潤 (2014) 注意と認知的制御、その他, 誠信心理学事典, 誠信書房.

齋木潤 (2012) 知覚と記憶における特徴の統合(分担執筆)現代電子通信選書「知識の森」感覚・知覚・認知の基礎 オーム社.

山本洋紀 (2014) 色の知覚, 誠信心理学事典, 05-04節, pp.152-155, 誠信書房.

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

取得状況(計0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年月日:
国内外の別:

〔その他〕
ホームページ等
齋木研究室ホームページ
<http://www.cv.jinkan.kyoto-u.ac.jp/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

齋木潤 (SAIKI, Jun)

京都大学・大学院人間・環境学研究科・教授

研究者番号: 60283470

(2) 研究分担者

山本洋紀 (YAMAMOTO, Hiroki)

京都大学・大学院人間・環境学研究科・助教

研究者番号: 10332727

野村理朗 (NOMURA, Michio)

京都大学・大学院教育学研究科・准教授

研究者番号: 60399011

杉尾武志 (SUGIO, Takeshi)

同志社大学・文化情報学部・教授

研究者番号: 60335205

(3) 連携研究者