

Graduate School of Brain Science
Doshisha University

❖ 同志社大学大学院

脳科学研究科

■ 分子細胞脳科学分野

■ システム脳科学分野

■ 病態脳科学分野

次世代の脳科学研究を

同志社大学大学院脳科学研究科は5年一貫制の博士課程です。

脳・神経領域の研究は、生命科学のフロンティアのひとつとされ、世界中で数多くの研究が進められています。記憶、思考、判断などといった高次の脳機能や神経・精神疾患関連の研究に注目が集まる中、それらを下支えする神経細胞や神経回路に関する基礎研究のさらなる強化が必須です。

基礎研究と応用研究との関係は、球根と花のようなものです。球根の状態では、将来どんな花が咲くかはわかりません。仮に、応用研究という花が咲いたとしても、球根を取り除いてしまえば枯れてしまいます。我々脳科学研究科は、将来大輪の花を咲かせるかもしれない基礎研究の推進に力を入れています。

本研究科で学ぶみなさんには、時間のかかる基礎研究のテーマを自ら立ち上げ、進行していくことを通じて、研究戦略・目標設定力、深い思索、コミュニケーション力などを鍛える場を提供します。5年一貫の課程の中で、将来研究者として独立するための「真の実力」を身につけてもらいたいと願っています。

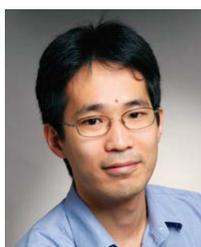
■ 研究部門代表者（部門長）

分子細胞脳科学分野

脳のはたらきを支える分子の役割とメカニズムを解明する

シナプス分子機能部門

坂場 武史



- シナプス伝達の分子細胞メカニズムとシナプスの神経回路機能における役割

神経膜分子機能部門

高森 茂雄



- 神経活動依存的なシナプス小胞動態の解析
- 神経細胞における選択的タンパク質輸送システムの解明
- 神経伝達物質再充填の分子メカニズム

神経発生分子機能部門

元山 純



- 神経幹細胞の発生を制御する分子機構の理解
- 上皮の形態形成における細胞変形と細胞配置転換の制御機構の理解
- 神経幹細胞における自発的細胞内Ca²⁺濃度変動の生理的意義の理解

システム脳科学分野

神経細胞が作る回路ネットワークの成り立ちと作動原理を解明する

神経回路情報伝達機構部門

櫻井 芳雄



- 情報の表現と変容を担うセル・アセンブリのダイナミクス
- 嗅覚記憶の形成と動機づけ行動の神経回路メカニズム
- 適応行動における前頭葉-皮質下回路の役割とメカニズム

認知行動神経機構部門

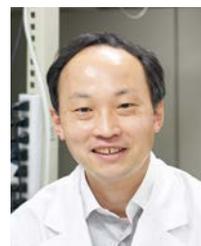
高橋 晋



- エピソード記憶を支える神経機構の解明
- ナビゲーションを実現する神経機構の解明

脳回路機能創出部門

正水 芳人



- 神経細胞ファイバーを複製する技術の確立
- 神経細胞ファイバーを脳に移植する技術の確立
- 神経回路創出による脳機能の回復
- 神経回路創出による脳機能の拡張

病態脳科学分野

さまざまな脳神経疾患の基本メカニズムを解明し、治療への道を開く

神経再生機構部門

金子 奈穂子



- 成体脳内で産生される新生ニューロンの役割と制御機構の解析
- 脳梗塞後の新生ニューロンの挙動とニューロン再生機構の解析
- ニューロンの再生を促進する介入法の開発

チャネル病態生理部門

御園生 裕明



- 細胞内チャネル局在の分子機構(小胞輸送メカニズム、live-cell imaging)
- K⁺チャネルによる睡眠行動の制御(ノックアウト・マウスを使った行動実験)
- アルツハイマー病タウタンパク質の軸索局在化とその破綻のメカニズム



支える人材を養成する

[脳科学研究科の特色]

1 5年一貫制博士課程

5年間にわたって勉学・研究に集中することにより、
研究活動に必要な実力を養成
※脳科学研究科で授与される学位は、博士(理学)です

2

脳科学研究の最前線で国際的に活躍する
8部門のスタッフによるオーダーメイドの教育

全学年
学生収容定員数

50

教員数
(部門長)

8

各部門**2名**の
特任研究・教育スタッフ

アドバイザー制度

単位取得のデザイン、学位論文研究
テーマの企画、研究上の問題点、修了
後の進路などに関して相談にあたる

3

学費(入学金、授業料、実習費)相当の
奨学金給付

入学時32歳未満(転入学時34歳未満)の学生に対して、
5年間給付 [返還必要なし]

4

自主学習を軸とする教育

チュートリアル方式、ディスカッションの大幅な導入

5

国際基準の教育

英語教材を大幅に取り入れ、英語による討論、発表訓練

6

複数領域の方法論を体得、
視野を広げる教育

研究科内部門間共同研究
生命医科学研究科、心理学研究科、神学研究科等との連携

7

真の実力を養う教育

目標を見出す能力、生涯にわたって学習を継続する能力、
人と人の交流を円滑有効に行う能力、異なる価値観を有する
人材を包括する能力、情報を過不足なく発信する能力の養成

8

キャリア支援

海外サマーコースへの参加支援、国際学会・シンポジウム
参加発表の奨励と支援、企業インターンシップへの参加等、
多様なキャリアパスに対する支援

脳科学研究科では分子細胞脳科学、システム脳科学、病態脳科学の3分野にわたる8部門を配置し、各部門の教員が質の高い教育・研究指導を行っています。

ここでは、脳科学研究科専任教員2名の研究内容と大学院教育に対する考えを紹介します。

システム脳科学分野

脳回路機能創出部門 正水 芳人 教授

脳の神経回路をつなぐために必要な神経細胞ファイバー作製に成功

脳のなかでは神経細胞が各領域をつなぐことで、神経回路のネットワークが構成されています。たとえばパーキンソン病では黒質緻密部から線条体に投射する神経細胞が減少してドーパミンが不足することにより、身体の運動機能に障害が発生します。脳卒中や頭の外傷による脳の損傷でも同様に、身体の機能障害が生じます。また各脳領域の直接的な損傷はもちろんですが、脳の各領域をつなぐ神経細胞の働きが失われることは、身体の機能や認知機能などに大きな影響をもたらすのです。

このため脳の領域間をつなぐ神経細胞ファイバーが必要とされてきました。私は組織工学の技術を応用し、脳に移植可能な神経細胞ファイバーを作製する技術の確立を目指してきました。長年の試行錯誤の結果、神経細胞の塊と軸索の束からなるファイバーを作製する方法を確立することができました。

さまざまな研究機関で脳の神経細胞について研究

もともと私の研究は京都大学大学院にいたころから始まりました。胎仔の脳内でどのようにして神経回路が形成されるのか、という研究がすべての発端です。2008年から国立精神・神経医療研究センター神経研究所に所属し、人や霊長類を対象とした認知神経学の研究に従事。2010年からは愛知県の基礎生物学研究所でげっ歯類（マウス）を対象とした神経生理学の研究に従事し、2016年に東京大学大学院に移ってからは、細胞分子生理学教室で研究を行ってきました。2019年から2021年までは理化学研究所 脳神経科学研究センターで、脳機能動態学連携研究チームの副チームリーダーを担当。また、2018年から2021年はJSTさきがけ「生命科学分野における光操作技術の開発とそれをを用いた生命機能メカニズムの解明」領域の研究員としても活動していました。

このようにさまざまな研究機関を渡り歩いてきた私ですが、発生学や

組織工学などの知識・技術をもとに、神経細胞ファイバーの作製という独自性の高い分野に取り組み始めたのは2018年から。

そして同志社大学 大学院脳科学研究科の教授として就任したのが2021年。現在は確立した技術で作製した神経細胞ファイバーを、マウスの脳に移植し、新たな神経回路を創出する技術の確立を目指しています。現在は神経細胞ファイバーでつないだマウスの脳領域間で、きちんと情報を伝えることができるかどうかを確認しようとしているところです。実験では蛍光カルシウムセンサを活用して、もともとの脳由来の神経細胞と移植した神経細胞ファイバーを色分けすることで可視化し、その活動をマクロズーム・多点走査型共焦点顕微鏡で確認しています。

この研究は、脳の神経疾患などで途切れた神経回路を再生させることにつながります。または領域A→領域B→領域Cとつながる脳の回路の中継地点である領域Bが損傷した場合、領域Aと領域Cを直接つなぐことで脳膜傷部位を迂回したバイパスを作ることも可能となります。

さらに神経細胞ファイバーでこれまでつながっていなかったげっ歯類の脳の各領域をつなぐことで、そこに霊長類特有の神経回路を創出し、構成的アプローチによって霊長類の脳の理解につなげることができないか、という課題にも取り組んでいく予定です。

現在は情報工学系の学生が研究に参加 前例のない研究に面白みを感じる人に

現在、私の研究室には2人の大学院生が所属。2人は大学の生命医科学部 医工学科の出身です。また、リサーチインターンとして医情報学部の学部生が研究に参加。私の研究は組織工学や再生医療につながるものですが、脳における情報伝達を扱うその性質上、情報工学系学生の興味を引き付けるところがあるようです。ただ私は薬学部出身ですし、様々な分野の学生を募集しております。

私の研究はいわば、脳研究における新たな分野の開拓。研究の成果が人間に応用されるのは、20年以上は先のことになるでしょう。とても息が長く、そのぶん可能性に満ちた研究です。

前例のないなかで試行錯誤を重ねることに面白さを感じる人とともに、これからも研究を進めていきたいと思っています。



病態脳科学分野

神経再生機構部門 金子 奈穂子 教授

精神医療の臨床医として感じた「根本原因」解明の重要性

私はこれまで、脳神経細胞の研究を行いながら、精神科の臨床医としてさまざまな精神の疾患を診てきました。2007年、山梨大学大学院医学工学総合教育部の博士課程で学位を取得。その後、名古屋市立大学大学院医学研究科の再生医学分野で研究を続け、2022年に同志社大学大学院脳科学研究科の教授として着任しました。

精神科の臨床を続けていて実感したのは、「精神の病気に対する医学」にはここ20年ほど革新的・画期的な発見や進歩が見られないこと。臨床医の主な仕事は薬物療法や精神療法などですが、こうした医療行為だけでは疾患の根本原因に迫ることはまずありません。そんなことから、疾患の本質に迫る基礎研究に注力していきようになりました。

成体の脳でも産出されるニューロンの仕組みと挙動に注目

私の研究テーマは脳の神経回路のなかで情報処理と伝播をつかさどるニューロン（神経細胞）に関するものです。哺乳類の脳のなかでニューロンが活発に産生されるのは、胎児期であり、それ以降はニューロンはほとんど産生されない、というのが近年までの研究者の理解でした。疾患や外傷などによって脳内のニューロンが死滅すると、それは新しい細胞に置き換えられることはありません。そのため、脳の再生能力は極めて低くなっています。いわば人間は生まれる前に作られたニューロンとともに80年にも及ぶ一生を過ごしていることになります。

脳室周囲には「脳室下帯」という領域があります。様々な哺乳類を用いた研究の結果、この領域では例外的に、成体の脳でもニューロン産生が行われていることが分かってきました。また興味深いことに、脳室下帯で生まれたニューロンは活発に脳内を移動し、既存の神経回路を改変します。さらに、新生ニューロンは損傷された脳の領域に移動し、ニューロンの再生に寄与するのです。私の研究では、こうした新生ニューロンの挙動に着目してきました。

人間の脳室下帯では、ニューロンの産生は1歳半くらいまでに激減し

てしまいます。しかし、脳梗塞で死亡した人の脳を調べたところ、そこに新しく産生されたと思われるニューロンがあることが報告されて、成熟した人間の脳でも病気などの特定の状況下ではニューロンが新たに産生されるのではないかと考えられるようになりました。

脳室下帯で作られた新生ニューロンの能力は、脳の機能を完全に再生するには不十分です。私の研究ではその機能やメカニズムを解明し、新生ニューロンの産出・移動・分化をコントロールすることを目指しています。これが実現すれば、現状では治療困難な病気や脳の損傷に対する、新たな治療法を開発することにつながります。

研究の面白さにのめり込める、そんな若手研究者を育てる

当研究室ではマウスを用い、脳梗塞や外傷性傷害がある脳内での新生ニューロンの振る舞いを、ライブイメージングや組織学・行動学的解析を行いながら、解析しています。新生ニューロンがどう移動してどの位置で定着するのか既存の神経回路とどう関わっていくのかを観察。ニューロンの再生システムはどこまで可能性を持つのか、またその限界はどこまでなのかを理解し、新生ニューロンの再生促進や、振る舞いを制御するための新たな方法を探っています。新生ニューロンの挙動をコントロールして脳内に効率よく配置できるようになれば、移植細胞を用いた治療法でも、少数の細胞で効率よく脳の機能を再生できると考えています。

私が医学部を持たない大学で研究に取り組むのは、同志社大学がはじめて。これまで他大学でたくさんの学生に研究を教えてきましたが、ほとんどが臨床職に進みました。同志社大学大学院での私のテーマは、優秀で熱意ある若手研究者を育てていくこと。私自身が臨床の世界から研究に進み、その面白さにのめり込んでいったように、心から研究を「面白い」と感じて没頭できる、そんな人たちと研究を続けていくことが今後の目標です。



PUTU ADI ANDHIKAさん 2018年度生
神経発生分子機能部門（元山研究室）
「神経幹細胞の自己複製能力の仕組み解明」

宮野 里菜子さん 2018年度生
シナプス分子機能部門（坂場研究室）
「シナプス可塑性のメカニズム解明」

谷隅 勇太さん 2017年度生
神経回路情報伝達機構部門（櫻井研究室）
「嗅覚記憶のメカニズム解明」

同志社大学大学院脳科学研究科では、脳科学をテーマに大学院生たちがさまざまな角度から研究に取り組んでいます。3人の大学院生に入学のきっかけや脳科学研究の魅力について語ってもらいました。

脳科学研究科を選んだ理由、 きっかけは何ですか。

宮野 私は、同志社大学の生命医科学部から大学院に進学しました。学部時代に坂場先生の「ニューロサイエンス入門」という講義を受講していて、神経細胞の情報伝達の仕組みや記憶、行動のメカニズムにまず学問としての魅力を感じました。そして何よりも大きかったのは、坂場先生の人間的魅力に強く惹かれたことでした。脳科学研究科に進んで、坂場先生についていきたいと思いました。

谷隅 私も生命医科学部からの進学組です。医情報学科で学んでい

て、心のありようや感情に関わる神経回路メカニズムを解明したいと考えようになりました。脳科学研究科には学部生から大学院のラボに通って研究に取り組むことができるリサーチインターンシッププログラムという制度があります。私は櫻井研究室に学部3年生から通い始めて、何かしら運命的なものを感じました。

PUTU 私は、インドネシアからの留学生です。バリ島にあるウダヤナ大学医学部を卒業しました。医療現場での経験から、自己複製能と多分化能を併せもった神経幹細胞の医療分野における役割は今後、医薬品の投薬や外科的な治療法と同じくらい需要が高まると考えています。リサーチインターンシッププログラムを通じて元山先生の神経幹細胞検出法に興味を持ちました。さらにこの脳科学研究科の研究室には地元の大学にはない研究機器があり、それを利用して神経幹細胞について研究したいと考え留学を決意しました。

現在、どんな研究に取り組んでいますか。

宮野 神経細胞同士の情報伝達の間であるシナプスを対象に、研究をしています。情報伝達の効率変化はシナプス可塑性と呼ばれ、その変化によって脳の柔軟な情報処理が可能になっている重要な機能ですが、可塑性のメカニズムはわかっていません。私は電気生理学的な手法で可塑性のメカニズムを明らかにしたいと考えていて、実験をメインに研究を続けています。



谷岡 私は、五感のうちの嗅覚の感覚に注目し、ニューロンの電気活動をみる研究をしています。具体的にはラットの脳に電極を挿入して匂い行動課題時の脳活動を記録し、匂いから思い出される記憶との関連性を解析しています。研究室はいつでも行けて、いつ帰ってもいいオープンな環境なので、土曜日以外の週6日は研究室に通って、実験を中心に研究活動を行っています。

PUTU 私は、神経幹細胞の自己複製能力が弱くなるメカニズムについて研究しています。神経幹細胞は、神経細胞になる前の細胞で、若い時は他の神経幹細胞を生み出す自己複製能力が備わっていますが、それが日ごとに弱くなっていきます。私はその制御機構を見つけることで、神経幹細胞の自己複製能力を人為的にコントロールする方法を見つけたいと考えています。この方法は脊髄損傷などへの治療的なメリットのほか、人間はなぜ歳をとるのかという老化研究にも貢献できると思っています。土日は休みますが、平日は終日実験中心の研究生活です。

大学院の学びの成果を今後どう生かしていこうと考えていますか。

宮野 私は、博士号取得後も大学院に残り、基礎研究を続けていきたいと考えています。研究所では企業の所属でなく大学の附属機関や公的な研究所に魅力を感じています。卒業後は自分の研究のすそ野をさらに広げていきたいと考えていますので、大学院生のうちに自分の研究活動の軸として電気生理学の手法をしっかり身につけておきたいと思っています。



谷岡 私は、大学教授か研究者になりたいと思っています。大学院の間に基礎をしっかり身につけ、国内外のラボでポストを見つけたいと考えています。恩師である櫻井先生や同じラボの先生方の推薦や、国際学会で知り合った研究者からの紹介などいろんな可能性があるはずです。そして、アルツハイマー病と嗅覚障害との関係性を明らかにすることで、社会に貢献したいと思っています。

PUTU 博士号取得後は、日本の研究機関でさらに高度な技術を身につけ、経験を積んでからインドネシアに帰国するつもりです。まずは脳科学の自分の研究成果を母国の後輩たちに伝えたいのとインドネシアの脳科学の研究基盤の充実、発展につなげたいという思いです。いずれは大学教員として教育活動に従事しつつ、老化防止研究や、幹細胞を用いた治療技術向上に力を尽くしたいと思っています。



脳科学研究科の魅力など未来の後輩に対するメッセージをお願いします。

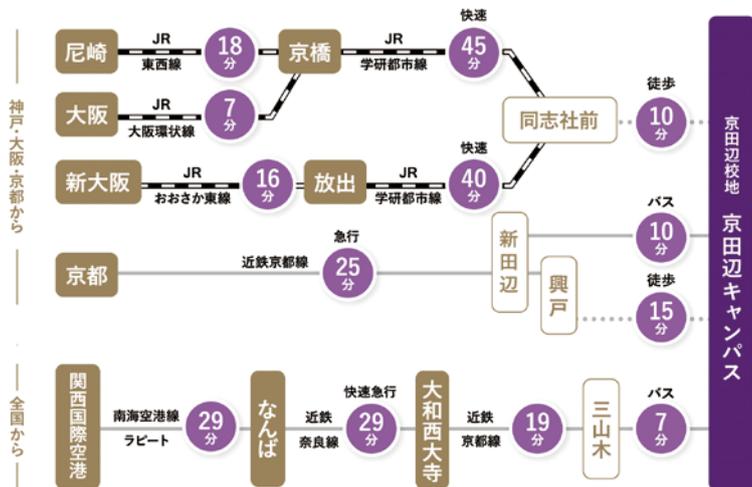
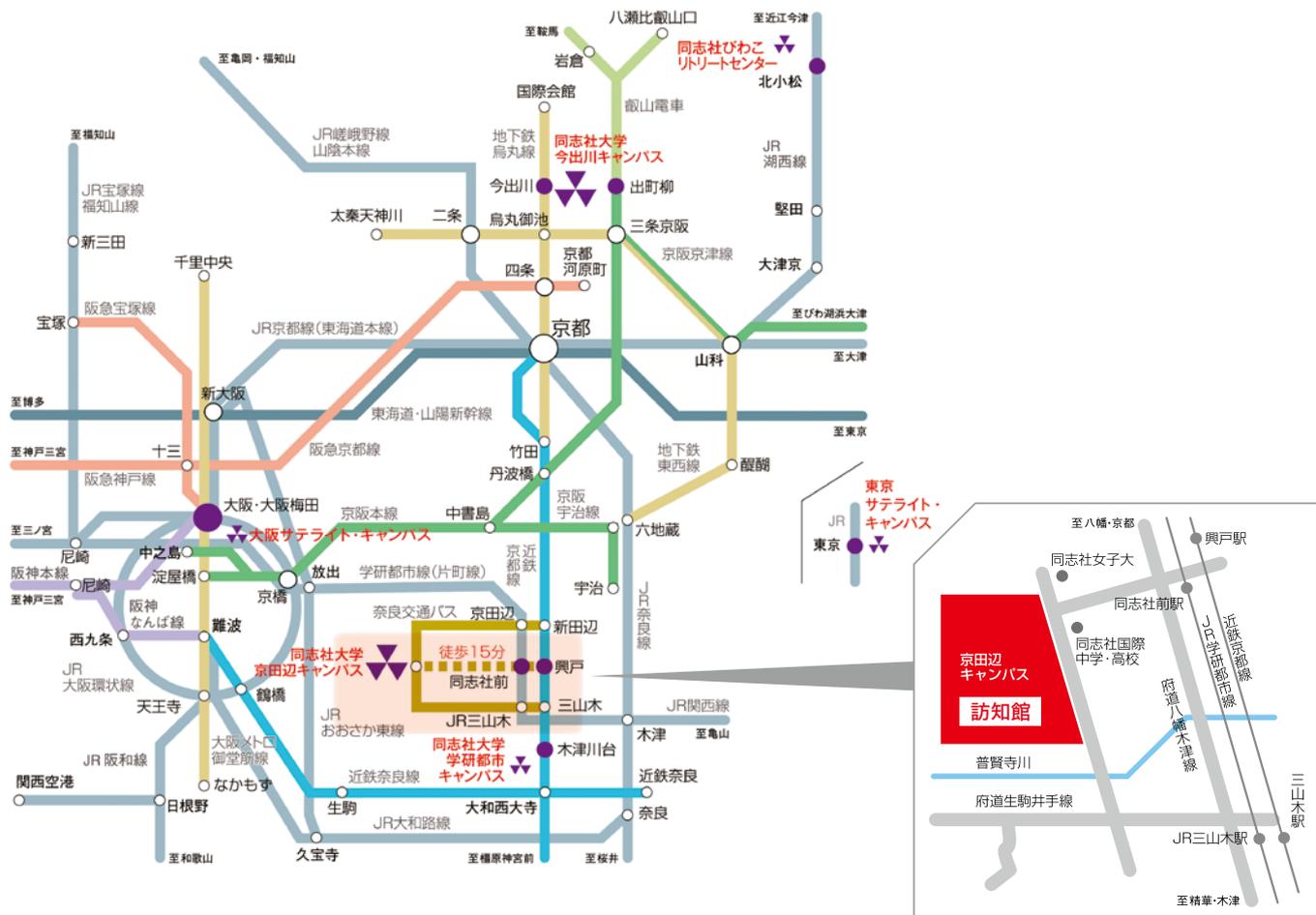
谷岡 脳科学研究科は、研究者の道を歩んでいきたいと考えている人におすすめです。5年間一貫して研究を極められる環境が整っていて、奨学金などの制度も充実しているので、金銭的な心配もなくしっかり腰を据えて勉強に専念できます。自分のやりたいことがはっきりしていて、それを解明したいという目標がはっきり定まっていれば、どんな手法でも学ぶことができると思います。

PUTU ここでは脳科学や神経細胞、神経幹細胞の働きに興味があれば、専門分野だけでなく様々な研究分野の研究者と気軽に議論ができます。また、いろんな研究分野の学生たちと情報や研究成果を共有でき、充実した時間が過ごせます。先生方との距離もとても近くて、研究以外の相談もできて抜群の研究環境です。5年間学費が給付される奨学金もあり、学生への負担が少ないことから後輩におすすめできます。

宮野 未来の後輩の皆さんには、まず自分が楽しめることをやればよいと伝えたいと思います。私自身もリサーチインターン生として学部時代に坂場研究室に通い、面白そうだと思って進学して実際にとても充実した研究生生活を送っています。やりたいと思ったら、躊躇せずに取り合えずやってみる。そんな思い切りの良さが求められると思います。5年間一貫した研究生生活なのでやりきる気力も必要になってくると思います。

■ 5年間の学費相当の奨学金 とは…

入学時32歳未満（転入学時34歳未満）の大学院学生に対して、5年間（転入学者は3年間）を上限に学費（入学料（初年度のみ）、授業料、教育充実費、実験実習料）相当として給付される「同志社大学大学院脳科学研究科特別奨学金」のことである。



ほうちかん
訪知館

2015年竣工の複合的研究施設で、3・4階が脳科学研究科の専用スペース。館名は、旧約聖書の箴言2章10節「知恵があなたの心を訪れ、知識が魂の喜びとなり」から。

同志社大学大学院 脳科学研究科

〒610-0394 京都府京田辺市多々羅都谷1-3

TEL : 0774-65-6053 FAX : 0774-65-6099 E-mail : jt-nkgjm@mail.doshisha.ac.jp

<https://brainscience.doshisha.ac.jp/>