

自然科學研究機構

生理學研究所

要覽·2021



巻頭言 1

生理学研究所の概要

- 概要 2
- 沿革 3-6
- 組織 7
- 運営会議 8
- 所長・副所長・主幹 8
- 名誉教授・名誉技官・物故名誉教授 8

研究領域

- 分子細胞生理研究領域
 - 神経機能素子研究部門 9
 - 生体膜研究部門 10
 - 生体分子構造研究部門 11
 - 神経発達・再生機構研究部門 12
- 生体機能調節研究領域
 - 細胞構造研究部門 13
 - 細胞生理研究部門 14
 - 心循環シグナル研究部門 15
 - 生殖・内分泌系発達機構研究部門 16
 - 超微形態研究部門 17
- 基盤神経科学研究領域
 - 生体恒常性発達研究部門 18
 - 視覚情報処理研究部門 19
 - バイオフィotonics研究部門 20
- システム脳科学研究領域
 - 認知行動発達機構研究部門 21
 - 生体システム研究部門 22
 - 神経ダイナミクス研究部門 23
 - 心理生理学研究部門 24

研究センター

- 研究連携センター 25
 - 共同利用研究推進室 26
 - 学術研究支援室 27
 - NBR 事業推進室 28
 - 国際連携研究室 29
- 脳機能計測・支援センター 30
 - 多光子顕微鏡室 31
 - 電子顕微鏡室 32
 - 生体機能情報解析室 33
 - 時系列細胞現象解析室 34
 - 機器研究試作室 54

行動・代謝分子解析センター 35

- ウィルスベクター開発室 36
- 遺伝子改変動物作製室 37
- 多階層生理機能解析室 38
- 情報処理・発信センター 39
- アーカイブ室 40
- 医学生理学教育開発室 41
- ネットワーク管理室 42

安全衛生管理室 43

研究力強化戦略室 44

岡崎共通研究施設

- 技術課 45-46
- 生命創成探究センター 47
- 動物資源共同利用研究センター 48
- 動物実験コーディネータ室 48
- NIPS リサーチフェロー 49

共同利用実験機器 50-53

生理研・基生研共通施設 54-55

共同研究等 56-59

採択一覧表 60-64

国際研究集会 65-66

総合研究大学院大学

生命科学研究科生理科学専攻の概要 67-69

国際交流 70

研究所の現況 71

岡崎共通施設 72-73

自然科学研究機構岡崎統合事務センター 74

位置図・配置図 75

交通案内 76

職員索引 77-79

巻頭言

生理学研究所は、基礎医学分野の大学共同利用機関として「ヒトのからだの働きやその仕組みの理解」を目指して、国内外の研究者と共同で研究を推進する機関です。研究を通じて、健康を維持する仕組みやその破綻による病態の理解、治療に向けた基盤情報の発信を目指します。現在は、生物界のなかでヒトにおいて最も発達している脳を中心に研究を推進しています。脳は記憶・学習や感覚・運動ばかりでなく、摂食などの個体行動に加え、他者との関係など社会性行動にも重要な役割を担っています。例えば、ヒトや動物が社会的環境にどのように適応していくのか？発達期や障害後の回復過程で脳の中でなにが起こっているのか？これまでの研究で少しずつ解明されつつありますが、その全容の解明にはまだ多くの謎が残っています。また、脳は諸臓器と相互協力的にからだの働きを調節する役割を果たしています。からだの健康を保つために必要な恒常性維持の仕組みを総合的に理解するために、心・循環調節や温度・代謝調節やバリア機能などの仕組みについての研究も推進しています。これらを理解するために、分子・細胞から臓器・個体までの幅広いレベルにおいて世界をリードする研究を国内外の研究者とともに行うために、最先端の機器や高度な実験技術の開発・導入を行っています。今後、人工知能や計算論的な研究戦略を取り入れ、からだの機能の総合的な理解を進める取り組みを推進していきます。

生理学研究所には3つのミッションがあります。

第1のミッションは、分子から細胞、臓器から個体レベルでの最先端の研究を行うとともに、各階層をつなぎ、生体機能の統合的な理解とメカニズムの解明を行うことです。生命科学の研究はますます多様化してきています。生理学研究所は、生体機能の理解のために、国際的に高いレベルでの研究を推進していきます。

第2のミッションは、大学共同利用機関として、日本の研究の向上を目指して共同研究のハブとなることです。そのために、みずから最先端の研究を行うとともに、大学などでは配備することが困難な最先端の実験機器の設置や高度な実験技術の開発・導入を行い、国内外の研究者と共同研究を推進します。例えば、最先端の電子顕微鏡・光学顕微鏡や超高磁場磁気共鳴装置などの先端イメージング機器の整備や、遺伝子導入用ウイルスベクターや遺伝子改変マウス・ラットの作成・供給を行っています。不易たる基盤実験技術の維持・提供を行っています。また、民間企業の研究者との研究連携も推進します。さらに、国内外の研究者の連携や研究支援事業のハブ的役割を果たすことも重要な使命です。現在、包括型脳科学研究推進支援ネットワークの事務局や「先端バイオイメージング支援プラットフォーム」や「戦略的国際脳科学研究推進プログラム」の中核機関として貢献しています。

2020年度は新型コロナ感染拡大のため、生理研に研究者を受け入れて実施する共同利用・共同研究が大きく制限されました。一方で、生理研研究会のオンライン開催などの試みが行われ、共同利用・共同研究の実施方法について新しい展開が加速しています。今後はリモート化・スマート化を推進して、共同利用・共同研究の効率的な実施体制を整備していきます。

第3のミッションは、若手研究者を育成することです。生理学研究所は、国立大学法人・総合研究大学院大学の基盤機関として生命科学研究科生理科学専攻を担当し、医学博士課程コースを含む5年一貫制の大学院教育を実施します。国内外の大学の大学院生を特別共同利用研究員として受け入れて教育を行うとともに、実験技術トレーニングコースなどを開催し、国内外の大学や企業からの若手研究者の育成にも貢献します。今後はクロスアポイントメント制度等を利用して大学との連携を強化します。

生理学研究所は、国際的にも開かれた共同研究を推進する最先端研究機関としての役割をこれからも果たすべく努力していきます。



生理学研究所 所長
鍋倉 淳一

医学博士。九州大学医学部卒業。東北大学医学部助手、秋田大学医学部助教授、九州大学医学研究院助教授、生理学研究所教授を経て、2019年4月から生理学研究所所長、自然科学研究機構副機構長。
専攻：神経生理学、発達生理学

概 要

生理学研究所は、唯一の人体基礎生理学研究・教育のための大学共同利用機関であり、人体の生命活動―特に脳と人体の働き―の総合的な解明と、そのための国際的研究者の育成を究極の目標としています。即ち、生理学研究所は、「ヒトのからだと脳の働きを大学と共同して研究し、そのための研究者を育成している研究所」です。そのために、最先端の研究技術や最高度の研究機器を開発すると共に、それらを共同利用研究に供しています。

設置形態

国立大学法人法により、国立天文台、核融合科学研究所、基礎生物学研究所、生理学研究所及び分子科学研究所が大学共同利用機関法人自然科学研究機構となりました。

組 織

4 研究領域、16 研究部門、4 センター、18 室と研究力強化戦略室及び技術課を置いています。

共同利用

生理学研究所は、大学共同利用機関として、国内外の研究者の提案に基づく共同利用研究を実施しています。

総合研究大学院大学生理科学専攻の担当

総合研究大学院大学は学部を持たない大学院だけの大学であり、大学院の課程は5年一貫制博士課程及び博士課程（3年次編入学）です。同大学は大学共同利用機関との緊密な連携・協力の下で教育研究を実施しており、生理学研究所はその一専攻を担当しています。授与する学位は博士（学術）、博士（理学）、博士（脳科学）又は博士（医学）です。

大学院教育協力

国公私立大学の要請に応じ、当該大学の大学院における教育に協力しています。

国際交流

生理学の分野の国際的な学術交流を活発化するため、研究者の交流や国際シンポジウム等を開催しています。

運営組織

自然科学研究機構に、経営、教育研究及び機構運営に関する重要事項を審議するため経営協議会、教育研究評議会及び機構会議を置いています。また、研究所に、研究教育職員の人事等、研究所の運営に関する重要事項で、所長が必要と認めるものについて所長の諮問に応じる運営会議を置いています。

事務組織

研究所の事務は、自然科学研究機構岡崎統合事務センターが処理しています。

1960年頃から生理学研究者の間に研究所設立の要望が高まり、日本生理学会を中心に種々検討がなされました。

1967年11月

日本学術会議は第49回総会において、人体基礎生理学研究所（仮称）の設立について内閣総理大臣に勧告した。

1973年10月

学術審議会は分子科学研究所、基礎生物学研究所（仮称）及び生理学研究所（仮称）を緊急に設立すべき旨、文部大臣に報告した。

1975年4月

昭和50年度予算に岡崎基礎総合研究所（仮称）調査費が計上された。

1975年5月

事務次官裁定により岡崎基礎総合研究所（仮称）調査会議が設置された。

1975年12月

岡崎基礎総合研究所（仮称）調査会議から文部大臣に報告が行われた。

1976年5月

昭和51年度予算に分子科学研究所調査室経費が計上され、5月10日、文部大臣裁定により分子科学研究所に調査室（定員5人）及び岡崎総合研究機構調査会議が設置された。

1976年6月

岡崎総合研究機構調査会議においては、昭和50年度の岡崎基礎総合研究所（仮称）調査会議の報告を踏まえ岡崎地区における総合研究機構はさしあたり基礎生物学及び生理学の2研究所より構成することとし、その具体的な事項について調査検討した。

1977年5月

生物科学総合研究機構（基礎生物学研究所、生理学研究所）が創設された。

国立学校設置法の一部を改正する法律（昭和52年法律第29号）の施行により生物科学総合研究機構が創設され、機構に基礎生物学研究所及び生理学研究所が設置された。

内菌耕二教授が生理学研究所長に任命された。

創設初年度に設置された生理学研究所の組織は次のとおりである。

分子生理研究系 超微小形態生理研究部門

細胞器官研究系 生体膜研究部門

生体情報研究系 高次神経機構研究部門

生理機能研究施設

技術課

分子科学研究所の管理部が管理局となり、生物科学総合研究機構の事務を併せ処理することとなった。

1978年4月

生体調節研究系が設置され、併せて、同系に高次神経性調節研究部門が、分子生理研究系に細胞内代謝研究部門が、生体情報研究系に神経情報研究部門がそれぞれ設置された。

1979年4月

生体調節研究系に高次液性調節研究部門が、細胞器官研究系に機能協同研究部門、能動輸送研究部門がそれぞれ設置された。

1980年4月

研究施設として動物実験施設が設置され、生体情報研究系に液性情報研究部門、情報記憶研究部門が設置された。

1981 年 4 月

岡崎国立共同研究機構が創設された。

国立学校設置法の一部を改正する法律(昭和56年法律第23号)の施行により, 分子科学研究所及び生物科学総合研究機構(基礎生物学研究所, 生理学研究所)は, 昭和56年4月14日をもって総合化され, 3研究所は岡崎国立共同研究機構として一体的に運営されることとなった。

1982 年 4 月

分子生理研究系に神経化学研究部門が設置された。

1984 年 4 月

生体調節研究系に生体システム研究部門が設置された。

1985 年 4 月

江橋節郎教授が所長に任命された。

1988 年 10 月

総合研究大学院大学(総研大)が創設され, 生理学研究所に同大学生命科学研究科生理科学専攻が置かれた。

1990 年 6 月

研究施設として統合生理研究施設が設置された。

1991 年 12 月

濱清教授が所長に任命された。

1997 年 4 月

佐々木和夫教授が所長に任命された。

1998 年 4 月

大脳皮質機能研究系が設置され, 併せて, 同系に脳形態解析研究部門, 大脳神経回路論研究部門, 及び心理生理学研究部門が設置された。

また, 生理機能研究施設が廃止され, 研究施設として脳機能計測センターが設置された。

2000 年 4 月

動物実験施設が廃止された。共通研究施設として, 統合バイオサイエンスセンター, 計算科学研究センター, 動物実験センター, アイソトープ実験センターが設置された。

2003 年 4 月

水野昇教授が所長に任命された。

統合生理研究施設が廃止された。発達生理学研究系が設置され, 併せて, 同系に認知行動発達機構研究部門, 生体恒常機能発達機構研究部門, 生殖・内分泌系発達機構研究部門, 環境適応機能発達研究部門が設置された。また, 分子生理研究系の超微小形態生理研究部門が分子神経生理研究部門に, 生体情報研究系の神経情報研究部門が感覚認知情報研究部門に, 生体調節研究系の高次神経性調節研究部門が感覚運動調節研究部門にそれぞれ改称された。

2004 年 4 月

大学共同利用機関法人自然科学研究機構が創設された。

国立大学法人法(平成15年法律第112号)の施行により, 国立天文台, 核融合科学研究所, 基礎生物学研究所, 生理学研究所及び分子科学研究所が統合再編され, 大学共同利用機関法人自然科学研究機構となった。

分子生理研究系神経化学研究部門が神経機能素子研究部門に, 生体情報研究系液性情報研究部門が神経シグナル研究部門に, 生体調節研究系が統合生理研究系に, 同系高次液性調節研究部門が計算神経科学研究部門に, 共通研究施設統合バイオサイエンスセンターが岡崎統合バイオサイエンスセンターにそれぞれ改称された。

岡崎国立共同研究機構管理局は大学共同利用機関法人自然科学研究機構岡崎統合事務センターとなった。

2005 年 11 月

生体情報研究系高次神経機構研究部門が廃止され, 行動・代謝分子解析センターが設置された。

2007 年 4 月

岡田泰伸教授が所長に任命された。

分子生理研究系にナノ形態生理研究部門が、細胞器官研究系に細胞生理研究部門が、生体情報研究系に神経分化研究部門がそれぞれ設置された。

2008 年 4 月

細胞器官研究系能動輸送研究部門が神経細胞構築研究部門に改称され、生体情報研究系情報記憶研究部門が廃止された。

また、脳機能計測センターが廃止され、新たに多次元共同脳科学推進センター、脳機能計測・支援センター及び情報処理・発信センターが設置された。

2009 年 4 月

分子生理研究系細胞内代謝研究部門が廃止された。

2011 年 4 月

安全衛生管理室が設置された。

2013 年 4 月

井本敬二教授が所長に任命された。

2013 年 10 月

研究力強化戦略室が設置された。

2014 年 1 月

生体情報研究系に心循環シグナル研究部門が、多次元共同脳科学推進センターに脳科学研究戦略推進室がそれぞれ設置された。

2014 年 4 月

生体情報研究系神経分化研究部門が視覚情報処理研究部門に改称され、分子生理研究系ナノ形態生理研究部門、細胞器官研究系機能協同研究部門及び情報処理・発信センター広報展開推進室が廃止された。

2016 年 4 月

分子生理研究系、細胞器官研究系、生体情報研究系、統合生理研究系、大脳皮質機能研究系、発達生理研究系、多次元共同脳科学推進センターを廃止した。

計算神経科学研究部門、環境適応機能発達研究部門を廃止した。

脳形態解析研究部門を細胞構造研究部門に改称した。

感覚運動調節研究部門を統合生理研究部門に改称した。

生体恒常機能発達機構研究部門を生体恒常性発達研究部門に改称した。

分子細胞生理研究領域、生体機能調節研究領域、基盤神経科学研究領域、システム脳科学研究領域、研究連携センターが設置された。

分子細胞生理研究領域に、神経機能素子研究部門、分子神経生理研究部門、生体膜研究部門、神経細胞構築研究部門、神経発達・再生機構研究部門が設置された。

生体機能調節研究領域に、細胞構造研究部門、細胞生理研究部門、心循環シグナル研究部門、生殖・内分泌系発達機構研究部門が設置された。

基盤神経科学研究領域に、神経シグナル研究部門、大脳神経回路論研究部門、生体恒常性発達研究部門、視覚情報処理研究部門が設置された。

システム脳科学研究領域に、感覚認知情報研究部門、認知行動発達機構研究部門、生体システム研究部門、統合生理研究部門、心理生理学研究部門が設置された。

研究連携センターに共同利用研究推進室、学術研究支援室、流動連携研究室、国際連携研究室が設置された。

脳機能計測・支援センターのウィルスベクター開発室は行動・代謝分子解析センターに、霊長類モデル研究室はNBR事業推進室に改称し研究連携センターにそれぞれ移行した。

情報処理・発信センターの点検連携資料室がアーカイブ室に改称された。

2018 年 3 月

岡崎統合バイオサイエンスセンターが廃止された。

2018 年 10 月

分子細胞生理研究領域神経細胞構築研究部門及び基盤神経科学
研究領域神経シグナル研究部門を廃止した。

システム脳科学研究領域に神経ダイナミクス研究部門が設置さ
れた。

2019 年 4 月

鍋倉淳一教授が所長に任命された。

分子細胞生理研究領域分子神経生理研究部門及びシステム脳
科学研究領域感覚認知情報研究部門を廃止した。

生体機能調節研究領域に超微形態研究部門が設置された。

動物実験センターが動物資源共同利用研究センターに改称さ
れた。

2019 年 10 月

システム脳科学研究領域統合生理研究部門を廃止した。

基盤神経科学研究領域にバイオフィotonics研究部門が設置さ
れた。

2021 年 4 月

基盤神経科学研究領域大脳神経回路論研究部門を廃止した。

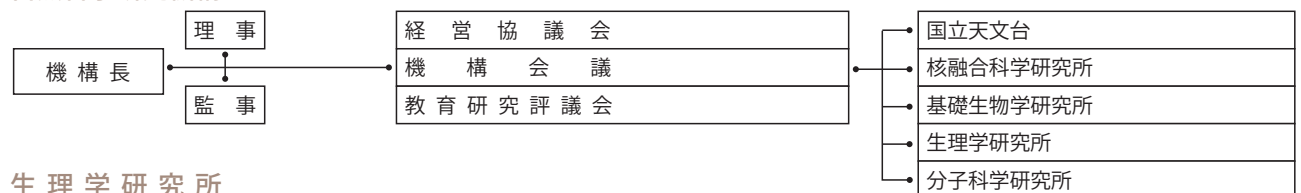
分子細胞生理研究領域に生体分子構造研究部門が設置され
た。

脳機能計測・支援センターに時系列細胞現象解析室が設置さ
れた。

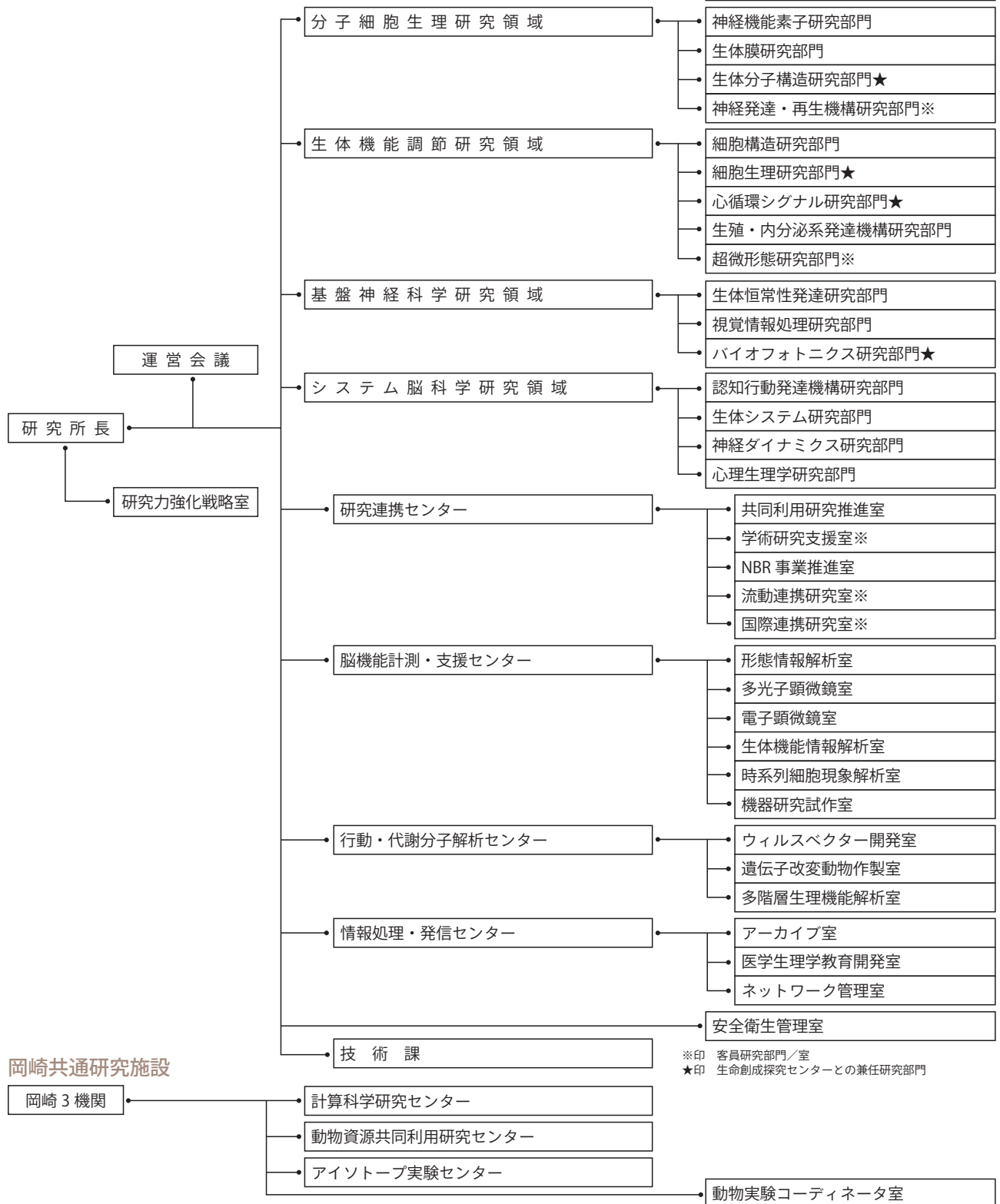
行動・代謝分子解析センターの行動様式解析室と代謝生理解
析室を統合し、多階層生理機能解析室が設置された。

組 織

自然科学研究機構



生理学研究所



※印 客員研究部門／室
★印 生命創成探究センターとの兼任研究部門

運営会議

◎は議長，○は副議長

研究教育職員の人事等，研究所の運営に関する重要事項で，所長が必要と認めるものについて所長の諮問に応じる。

(所外)

赤羽 悟美 東邦大学医学部 教授
上田 陽一 産業医科大学医学部 教授
尾野 恭一 秋田大学医学部 教授
高田 昌彦 京都大学霊長類研究所 教授
(生理学研究所 客員教授)

中別府 雄作 九州大学生体防御研究所 教授
那波 宏之 和歌山県立医科大学薬学部 教授
飛田 秀樹 名古屋市立大学医学部 教授
藤山 文乃 北海道大学大学院医学研究院 教授
○宮田 卓樹 名古屋大学大学院医学系研究科 教授
柚崎 通介 慶應義塾大学医学部 教授

(所内)

磯田 昌岐 システム脳科学研究領域 教授
久保 義弘 分子細胞生理研究領域 教授
定藤 規弘 システム脳科学研究領域 教授
富永 真琴 生命創成探究センター 教授
生体機能調節研究領域 教授

南部 篤 システム脳科学研究領域 教授
◎深田 正紀 分子細胞生理研究領域 教授
古瀬 幹夫 生体機能調節研究領域 教授
箕越 靖彦 生体機能調節研究領域 教授
吉村 由美子 基盤神経科学研究領域 教授

所長／副所長／主幹

所 長 鍋倉 淳一
副所長(併) 南部 篤
研究総主幹(併) 久保 義弘
共同研究担当主幹(併) 定藤 規弘
動物実験問題担当主幹(併) 箕越 靖彦

安全衛生・研究倫理担当主幹(併) 富永 真琴
学術情報発信担当主幹(併) 深田 正紀
教育担当主幹(併) 古瀬 幹夫
特別事業担当主幹(併) 吉村 由美子

名誉教授

大村 裕 永山 國昭
渡辺 昭 岡田 泰伸
山岸 俊一 大森 治紀
森 茂美 小松 英彦
小幡 邦彦 井本 敬二
金子 章道 柿木 隆介
水野 昇 川口 泰雄

物故名誉教授

入澤 宏 塚原 仲晃
内 薫 耕二 矢内原 昇
江橋 節郎 亘 弘
勝木 保次 佐々木 和夫
久野 宗 池 中 一 裕
濱 清

名誉技官

大平 仁夫

神経機能素子研究部門

久保 義弘
教授
生物物理学
神経生物学

立山 充博
准教授
薬理学
生理学

下村 拓史
助教
分子生理学
生物物理学

イオンチャネル・受容体・Gタンパク質の分子機能のメカニズムと動的構造機能連関に関する研究

イオンチャネル、受容体、Gタンパク質等の膜関連タンパク質は、神経細胞の興奮性とその調節に重要な役割を果たし、脳機能を支えています。本研究部門では、これらの神経機能素子を対象として、生物物理学的興味から「その精妙な分子機能のメカニズムと動的構造機能連関についての研究」に取り組み、また、神経科学的興味から「各素子の特性の脳神経系における機能的意義を知るための個体レベルでの研究」を進めています。

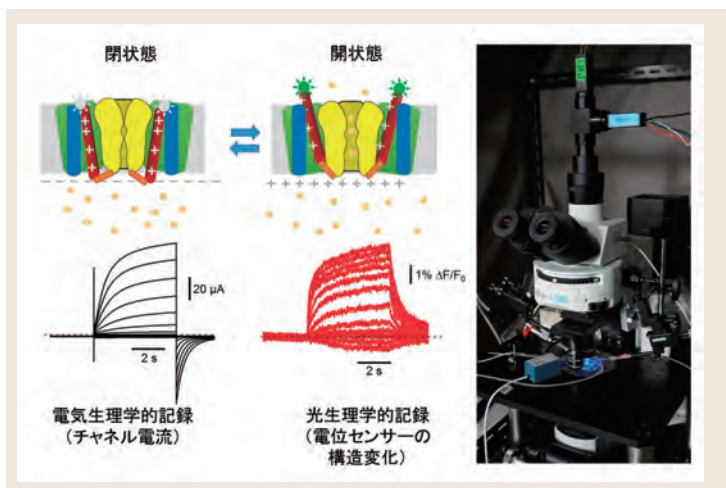
具体的には、分子生物学的手法により、神経機能素子の遺伝子の単離、変異体の作成、蛍光蛋白やマーカーの付加等を行い、アフリカツメガエル卵母細胞、HEK293細胞等の遺伝子発現系に再構成し、二電極膜電位固定法、パッチクランプ法等の電気生理学的手法、細胞内 Ca^{2+} イメージング、全反射照明下での FRET 計測や単一分子イメージングによるサブユニットカウント、蛍光非天然アミノ酸を用いた膜電位固定下における電流と蛍光強度変化の同時測定等の光生理学的手法により、その分子機能や動的構造変化を解析しています。また、外部研究室との連携により、構造生物学的アプローチ、遺伝子改変マウスの作成と行動生理学的解析も進めています。

主たる研究対象分子は、Two pore 型 Na^+ チャネル (TPC)、Gタンパク質結合型内向き整流性 K^+ チャネル (GIRK)、Two pore 型 K^+ チャネル、hERG K^+ チャネル、ATP 受容体チャネル P2X2、Sigma-1 受容体、オープン受容体 Prt3 を含む種々の Gタンパク質結合型受容体等です。また、共同利用研究として TRP チャネル、Kv1.2 チャネル、オプシン等の膜タンパク質や、種々のイオンチャネル毒素を対象とした研究課題に取り組んでいます。

方法論の特徴として、まず、in vitro 発現系を用いて観察対象を純化することにより厳密な生物物理学的解析を行っている点が挙げられます。特にアフリカツメガエル卵母細胞の発現系は二電極膜電位固定法というハイスループットの解析を可能とし、新規薬剤のスクリーニング、機能発現法 cDNA クローニング、構造機能連関解析等に威力を発揮します。そのため、この系を利用して、これまで多くの共同利用研究を実施してきました。もうひとつの特徴として、電気生理・光生理同時記録により、機能と構造の動的変化を対応づけて解析している点があります。このアプローチは、機能時の姿を知るという意味で有効な方法論であると考えています。これらの実験系と解析手技を活用して、今後も研究を推進するとともに、共同利用研究の充実に尽力していきます。

- * Shimomura T, Kubo Y (2019) J Gen Physiol. 151: 986-1006.
- * Chen IS, Liu C, Tateyama M, Karbat I, Uesugi M, Reuveny E, Kubo Y (2019) Br J Pharmacol 176: 3161-3179.
- * Kume S, Shimomura T, Tateyama M, Kubo Y (2018) J Physiol 596: 4629-4650.
- * Tateyama M, Kubo Y (2018) PLoS One 13: e0204447.
- * Kitazawa M, Kubo Y, Nakajo K (2015) J Biol Chem 290: 22724-22733.

図1 アフリカツメガエル卵母細胞を用いた、膜電位固定下でのチャネル電流と蛍光強度の同時測定による、KCNQ1/ KCNE1 K^+ チャネル複合体の機能と動的構造変化の解析 (Nakajo and Kubo, Nature Commun (2014))



シナプス伝達の基本原理とその異常で引き起こされる脳疾患の分子病態機構の解明

本研究部門の研究目標は、脳高次機能の基本機能単位であるシナプス伝達を制御する中心的分子機構、さらには脳病態におけるその破綻機構について明らかにすることです。具体的には、記憶や学習の分子基盤をなすと考えられている AMPA 型グルタミン酸受容体 (AMPA 受容体) を介したシナプス伝達の制御機構に着目しています。我々はこれまでに、特異性と定量性を重視した生化学的手法に基づいて、AMPA 受容体制御分子である、パルミトイル化脂質修飾制御酵素とてんかん関連リガンド・受容体 LGI1・ADAM22 を独自に発見しました (図 A, C)。また、超解像顕微鏡イメージングと独自のパルミトイル化蛋白質の可視化プローブを組み合わせて、シナプス内の蛋白質ナノドメイン構造を発見しました (図 B)。生化学的にパルミトイル化修飾率を定量的に解析する新たな手法も開発しました (図 D)。さらに、マウス遺伝学、電気生理学などを組み合わせて、これら AMPA 受容体制御分子やナノドメインの生理機能、及び脳病態 (てんかんや自己免疫性脳炎) におけるそれらの機能の破綻のメカニズムを先導的に明らかにしてきました。今後は、これら AMPA 受容体制御分子がいかにしてシナプス伝達の可塑的側面、さらにはマウス・ヒトの記憶、学習、認知機能を制御するのかを明らかにします。

本研究部門では、下記のような独自あるいは最先端の手法を用いて研究を進めています。また、これらの手法を国内外の研究室と広く共有して、多くの共同研究を展開しています。

- 1) 脳内蛋白質複合体の精製と構成分子の同定
- 2) パルミトイル化酵素・基質ペアのスクリーニング
- 3) 蛋白質のパルミトイル化修飾率の定量的解析
- 4) 超解像顕微鏡を用いたシナプス観察
- 5) LGI1 変異を有する家族性てんかんモデルマウスの解析

共に興味を分かち合い、世界に情報発信したいと望む若者を募集しています。

* Fukata Y et al., Proc. Natl. Acad. Sci. USA. **118**, e2022580118 (2021)

* Yamagata A, Miyazaki Y et al., Nat. Commun. **1546** (2018)

* Yokoi N, Fukata Y et al., J. Neurosci. **36**, 6431 (2016)

* Yokoi N et al., Nat. Med. **21**, 19 (2015)

* Fukata Y and Fukata M, Nat. Rev. Neurosci. **11**, 161 (2010)

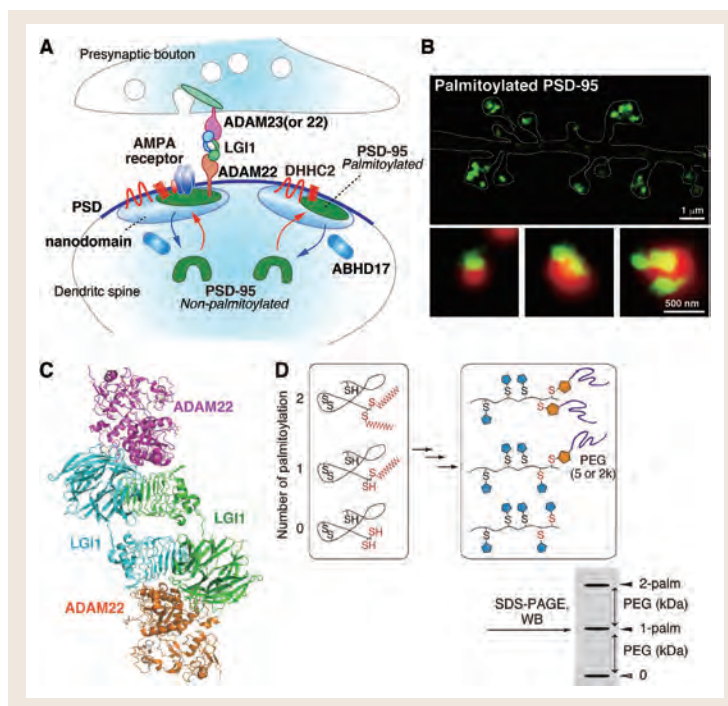


図 (A) 独自に発見した AMPA 受容体制御分子：パルミトイル化酵素 DHHC、脱パルミトイル化酵素 ABHD17 とてんかん関連リガンド・受容体 LGI1・ADAM22、そして、パルミトイル化 PSD-95 で構成されるナノドメイン。(B) パルミトイル化 PSD-95 特異的プローブと超解像顕微鏡によるポストシナプスナノドメインの発見。(C) LGI1・ADAM22 複合体の X 線結晶構造。(D) パルミトイル化修飾率の定量的解析法。



深田 正紀

教授
神経科学
生化学
細胞生物学

深田 優子

准教授
神経科学
生化学
細胞生物学

横井 紀彦

助教
神経科学
生化学
生物無機化学
構造生物学

宮崎 裕理

特任助教
神経科学
生化学
細胞生物学

生体分子構造研究部門

(兼務) 生命創成探究センター 物質-生命境界領域研究グループ

村田 和義

特任教授 (兼任)
構造生物学
電子顕微鏡学

宋 致弘

特任助教 (兼任)
細胞生物学
構造生物学

クライオ電子顕微鏡による生体分子複合体の構造解析

生命体は、タンパク質をはじめとする生体分子により形作られ、またこれらが引き起こす化学反応により維持されています。私たちの研究部門では、「生きているとは何か？」を明らかにするため、これら生体分子の構造を、クライオ電子顕微鏡と言う手法を用いて研究しています。

クライオ電子顕微鏡は、生物試料を急速凍結してこれを低温に保ったまま電子顕微鏡で観察する方法です。このことで、生きた状態に近い生体分子の構造を原子のレベルで解析することが可能になります。2017年には、ノーベル化学賞がクライオ電子顕微鏡の開発の元になった3名の研究者に贈られました。

私たち部門の主な研究設備としては、電子カウンティングが可能な電子直接検出カメラを装備した200kVの走査透過型クライオ電子顕微鏡(JEM2100F; Gatan K2 camera) (図1左), およびゼルニケ位相板を備えた200 kVのエネルギー分光型位相差クライオ電子顕微鏡(JEM2200FS; DE-20 camera)があります(図1右)。

これらのクライオ電子顕微鏡により得られた高分解能画像をハイエンドのコンピュータで単粒子解析やトモグラフィー解析することにより、生体分子の立体構造を再構築します。

図2は、これらクライオ電子顕微鏡の単粒子解析により3Å分解能で三次元再構築された可溶性タンパク質複合体のアポフェリチンです(Kayama et al. 2021)。個々のアミノ酸側鎖まで確認することはできませんでした。

私たちの部門は今年度からスタートします。そこで、このような構造生物学に興味のある若手研究者および大学院生の参加を歓迎します。

- * Song et al., PLOS Pathogens 16, e1008619 (2020)
- * Yagi-Utsumi et al., Microgravity 6, 17 (2020)
- * Okamoto et al., Structure 28, 888 (2020)
- * Yagi-Utsumi et al., Sci Rep 10, 1540 (2020)
- * Imachi et al., Nature 577, 519 (2020)

図1 200 kV 走査透過型電子顕微鏡 JEM2100F と Gatan K2 camera (左) とエネルギー分光型 200 kV 位相差クライオ電子顕微鏡 JEM2200FS と DE-20 camera (右)。クライオ電顕として Gatan 626 クライオトランスファーホルダーを使用。

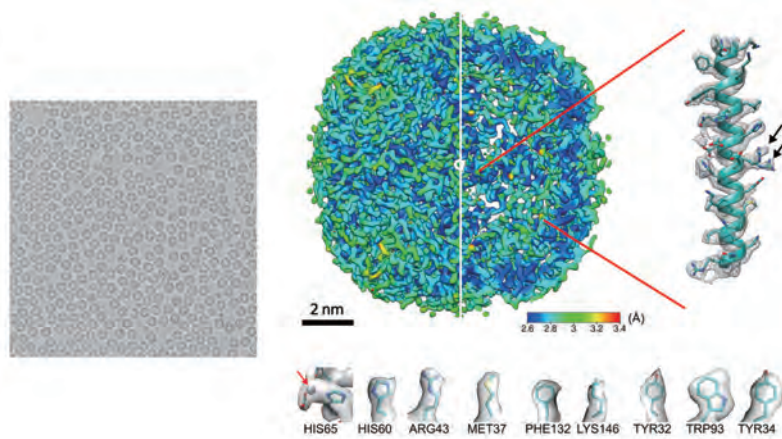


図2 アポフェリチンのクライオ電顕像 (左) と三次元再構成されたマップ (右)。

神経発達・再生機構研究部門（客員研究部門）

生後脳におけるニューロン新生のメカニズムと意義の解明

脳に内在する再生機構の解明と操作技術の開発

生後の脳においても、神経幹細胞から継続的にニューロンやグリア細胞が産生されており、脳の発達や恒常性の維持に関わっていることが明らかになりつつあります。また、脳が傷害を受けると、このメカニズムが活性化し、失われたニューロンを再生させることも明らかになってきました。我々のグループでは、生理研の他の研究部門と共同で、新生ニューロンやグリア細胞の移動メカニズムに注目して研究を行ってきました。本研究部門においては、正常動物と脳傷害モデル動物を用いて、生後の脳におけるニューロンやグリアの新生メカニズムとその意義を解明し、新しい治療法の開発に役立てることを目指しています。

- * C. Nakajima et al., Postnatal neuronal migration in health and disease. *Curr Opin Neurobiol* 66: 1-9 (2021)
- * M. Akter et al., Dynamic changes in the neurogenic potential in the ventricular-subventricular zone of common marmoset during postnatal brain development. *Cerebral Cortex* 30: 4092-4109 (2020)
- * M. Matsumoto et al., Dynamic changes in ultrastructure of the primary cilium in migrating neuroblasts in the postnatal brain. *J Neurosci* 39: 9967-9988 (2019)
- * N. Kaneko, et al., New neurons use Slit-Robo signaling to migrate through the glial meshwork and approach a lesion for functional regeneration. *Sci Adv* 4: eaav0618 (2018)
- * H. Jinnou, et al., Radial glial fibers promote neuronal migration and functional recovery after neonatal brain injury. *Cell Stem Cell* 22: 128-137 (2018)

図2 成体マウスの脳内を移動する新生ニューロンの微細形態を、生理研の連続ブロック表面走査型電子顕微鏡によって観察した。哺乳類の脳室下帯では継続的に神経幹細胞からニューロンが産生され、鎖状の細胞塊を形成しながら嗅球へ移動する。各々のニューロンには、基底小体（緑）、一次繊毛（ピンク）、核（黄）、ゴルジ体（オレンジ）、ミトコンドリア（青）などの構造物が観察される (Matsumoto et al., *J Neurosci* 2019)。

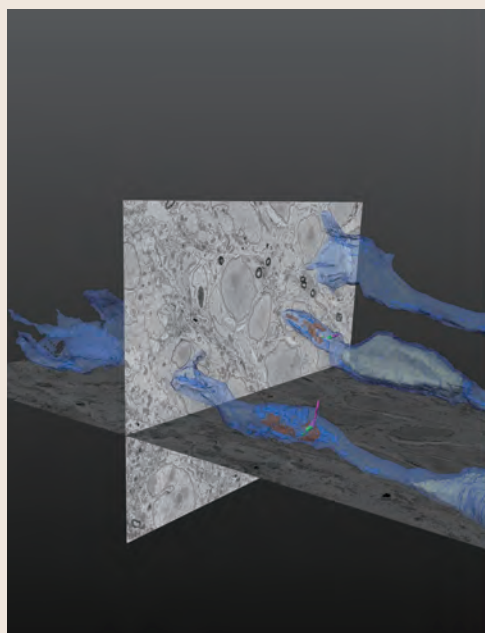
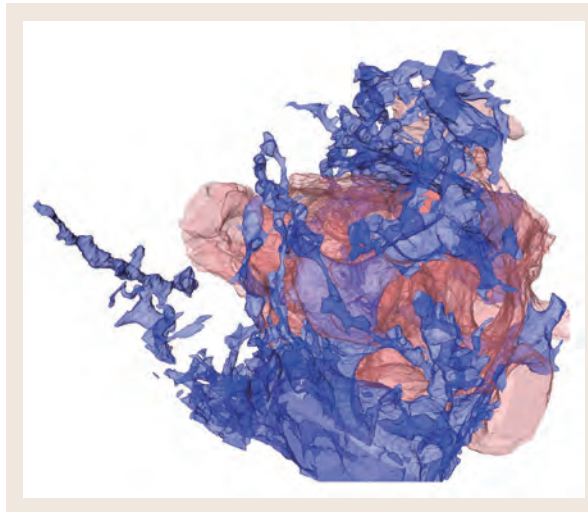
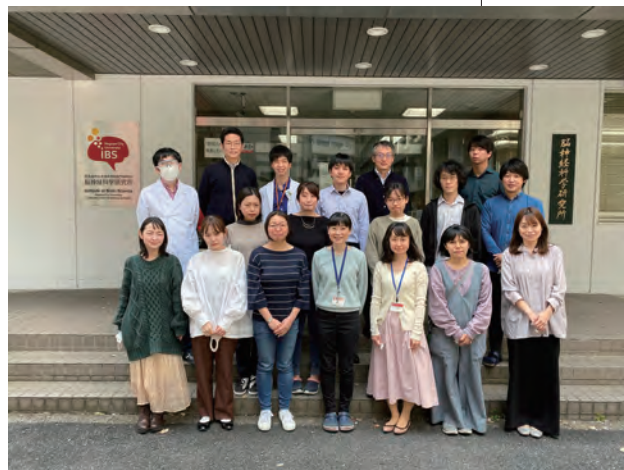


図1 生理研に設置されている連続ブロック表面走査型電子顕微鏡（SBF-SEM）により、脳梗塞で活性化して増殖・肥大化するアストロサイト（青色）と呼ばれる細胞が、再生したニューロン（赤色）の移動を妨げている様子を三次元的に観察した (Kaneko et al., *Sci Adv* 2018)。



澤本 和延
客員教授
神経科学
再生医学



細胞構造研究部門

古瀬 幹夫
教授
細胞生物学

泉 裕士
准教授
細胞生物学

大谷 哲久
助教
細胞生物学

大橋 正人
助教
分子細胞生物学
生化学
発生生物学
細胞構造研究部門

藤原 佐知子
特任助教
細胞生物学

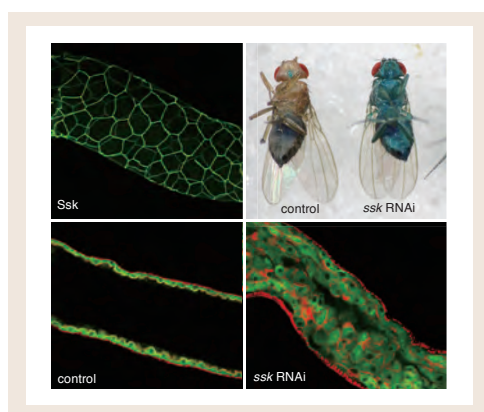
上皮バリア機能を制御する細胞間接着の分子基盤

上皮は、バリアとして体を区画化しつつ選択的な物質輸送を行うことにより、様々な器官の生理機能と恒常性に寄与しています。本研究部門では、このような上皮の基本的な役割を担う特徴的な細胞構造の分子基盤を解き明かそうとしています。具体的には、上皮細胞同士の隙間からの物質の漏れを制御する細胞間結合（閉塞結合）であるタイトジャンクションとその関連構造に着目し、分子構築、形成機構、生理機能、動的なふるまいを調べています。研究の特徴は、独自に同定した閉塞結合の構成分子や制御分子の性状を解析することにより、これら分子の機能について分子生物学、生理学、免疫電子顕微鏡法や凍結切断電子顕微鏡法を含む形態学的手法を組み合わせ、培養上皮細胞とモデル生物であるマウスやショウジョウバエを用いて解析しています。ゲノム編集技術の発達により、培養上皮細胞でもタンパク質分子の確実な機能喪失実験が容易に可能となったことで、様々な新しい知見が得られつつあります。

現在、以下の研究課題を進めています。

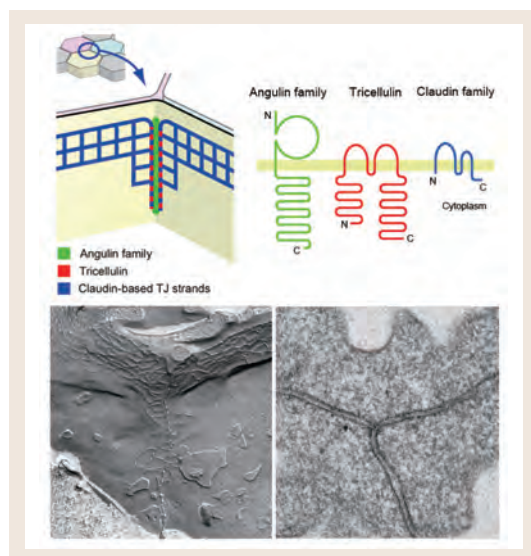
- 1) タイトジャンクションの構造と機能特性の多様性の分子メカニズムの解明。
- 2) トリセルラータイトジャンクションの分子解剖と生理機能の解明。
- 3) 遺伝子改変マウスを用いたタイトジャンクションとその関連構造の生理機能とその異常による病態の解明。
- 4) ショウジョウバエの腸管バリア機能と幹細胞増殖制御における閉塞結合の役割の解明

* Otani et al. J Cell Biol 218, 3372 (2019)
* Izumi et al., J Cell Sci 132(18). pii: jcs232108 (2019)
* Oda, Sugawara et al., J Biol Chem 295, 4289 (2020)



ショウジョウバエの腸管における細胞間結合スミースセプテートジャンクションの機能

スミースセプテートジャンクションに存在する膜タンパク質 Ssk (図左上) の発現を成虫の腸管で RNAi によって抑制すると、腸管バリア機能が破綻して、餌に混ぜた色素が腸管から体全体に浸透し、致死となる (図右上)。このとき、本来は単層の腸管上皮細胞は Ssk の発現抑制によって異常増殖して腸の閉塞を引き起こす (図下)。



トリセルラータイトジャンクション分子構築と超微形態。

トリセルラータイトジャンクションは3つの上皮細胞の角が集まる点に形成される特殊な細胞間結合で、膜タンパク質アンギュリンファミリーとトリセルリンを含み、クローディングが形成するタイトジャンクションとともに細胞間隙の漏れを防ぐ役割を果たしている (上)。写真は凍結切断レプリカ法 (下左) および超薄切片法 (下右) によるトリセルラータイトジャンクションの電子顕微鏡観察像。



細胞生理研究部門

(兼務) 生命創成探究センター 温度生物学研究グループ

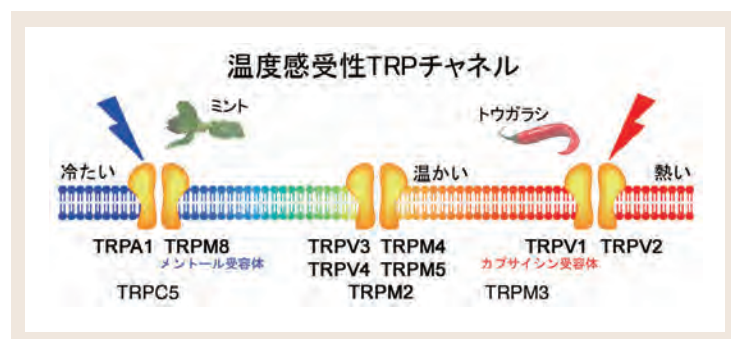
温度受容・侵害刺激受容の分子機構の解明に関する研究

カプサイシン受容体 TRPV1 は初めて分子実体が明らかになった温度受容体であり、現在までに TRP イオンチャネルスーパーファミリーに属する 11 の温度受容体 (TRPV1, TRPV2, TRPV3, TRPV4, TRPM2, TRPM3, TRPM4, TRPM5, TRPM8, TRPA1, TRPC5) が知られています。TRPV1, TRPV2, TRPM3 は熱刺激受容, TRPV3, TRPV4, TRPM2, TRPM4, TRPM5 は温刺激受容, TRPM8, TRPA1, TRPC5 は冷刺激受容に関与します。これらは、「温度感受性 TRP チャネル」と呼ばれています。43 度以上, 15 度以下の温度は痛みを惹起すると考えられており, その温度域で活性化する TRPV1, TRPV2, TRPM3, TRPA1 は侵害刺激受容体と捉えることもできます。TRPV3, TRPV4, TRPM2, TRPM4, TRPM5 は温かい温度で活性化して, 感覚神経以外での発現が強く, 皮膚を含む上皮細胞, 味細胞, 脾臓, 中枢神経系等で体温近傍の温度を感知して, 種々の生理機能に関与することが明らかになりつつあります。つまり, 感覚神経だけでなく, 私たちの身体の中の様々な細胞が温度を感じており, 普段ダイナミックな温度変化に曝露されることのない深部体温下にある細胞も細胞周囲の温度を感じながら生存していることが明らかになってきました。また, 私たちは, 感覚神経だけでなく皮膚の細胞の温度感受性 TRP チャネルも環境温度を感知していることを明らかにしました。温度感受性 TRP チャネルの異所性発現系を用いた機能解析 (パッチクランプ法やカルシウムイメージング法), 変異体等を用いた構造機能解析, 感覚神経細胞を用いた電気生理学的な機能解析, 組織での発現解析, 遺伝子欠損マウスを用いた行動解析などを通して温度受容・侵害刺激受容のメカニズムの全容解明とともに, 細胞が温度を感知する意義の解明を目指しています。また, 生物は進化の過程で, 温度感受性 TRP チャネルの機能や発現を変化させて環境温度の変化に適応してきたと考えられ, 温度感受性 TRP チャネルの進化解析も進めています。

温度受容は全ての生物に備わった機能で, 私たちはショウジョウバエを用いた温度受容の研究も進めています。ハエの豊富な分子遺伝学ツールを活用した行動解析を中心に, TRP チャネルやそれ以外の分子の温度受容における働きを明らかにしようとしています。さらに, TRP チャネルが侵害刺激受容体であることから, 害虫の TRP チャネルに作用する新しい殺虫剤や忌避剤の開発にも取り組んでいます。

- * Structural basis for promiscuous action of monoterpenes on TRP channels. *Comms. Biol.* 4 (1): 293, 2021.
- * Increased TRPV4 expression in non-myelinating Schwann cells is associated with demyelination after sciatic nerve injury. *Comms. Biol.* 3 (1): 716, 2020.
- * RNA sensing by gut Piezo1 is essential for systemic serotonin synthesis. *Cell* 182 (3): 609-624, 2020.
- * Deletion of TRPV4 Enhances *in vitro* Wound Healing of Murine Esophageal Keratinocytes. *Sci. Rep.* 10: 11349, 2020.
- * Temperature and sweet taste integration in *Drosophila*. *Curr. Biol.* 30 (11), 2051-2067, 2020.

11 の温度感受性 TRP チャネル



富永 真琴
教授
分子細胞生理学

曾我部 隆彰
准教授
分子細胞生物学
感覚生物学

加塩 麻紀子
特任准教授(プロジェクト)
分子細胞生理学

齋藤 茂
助教
進化生理学
分子進化学

心循環シグナル研究部門

(兼務) 生命創成探究センター 心循環ダイナミズム創発研究グループ

西田 基宏
教授 (兼任)
心血管生理学

西村 明幸
特任准教授
生化学

田中 智弘
特任助教
組織形態学

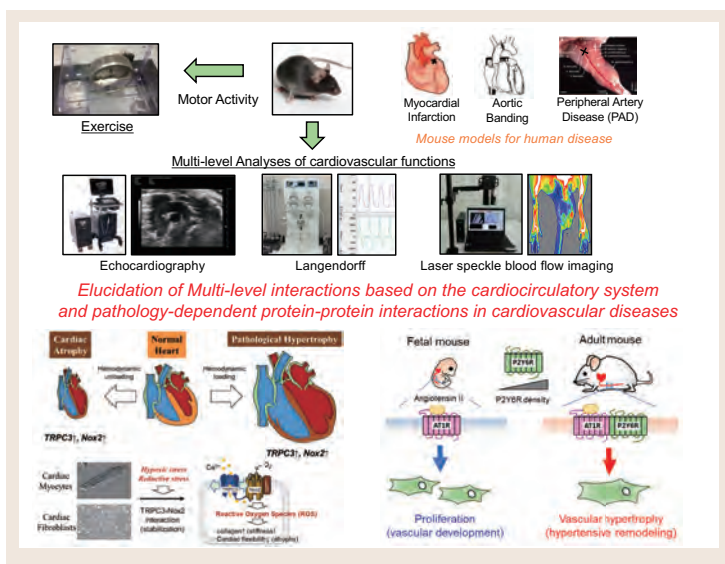
心血管機能計測技術を用いた高次生命機能の理解と医療への応用

全身の血液循環機能は主に心臓・骨格筋・血管によって制御されており、これら筋組織は横紋筋(心筋と骨格筋)と平滑筋から成り立っています。私たちの部門では、筋細胞が様々な環境ストレス(主に力学的負荷)に対して適応または適応できず筋不全に陥る仕組みを、個体から臓器・組織・細胞まで幅広い心血管計測技術を用いて統合的に理解し、実用化(創薬)につなげることを目指しています。また、損傷を受けた筋組織が再生・修復する機構についても研究しており、難治性の筋萎縮性疾患克服に向けた新たな治療戦略の開発を目指しています。さらに、運動機能と心血管機能の非侵襲的計測技術を組み合わせることで、多臓器連関による心循環恒常性維持機構の解明を目指した包括的な研究にも取り組んでいます。こうした研究を推進するため、当部門では図に示すような技術・装置を整備しています。

1. 非侵襲的心循環機能計測技術 マウス・ラット用心エコー装置, マウス用ドップラー血流測定装置, マウス用自動運動量計測装置, 強制運動量計測装置, マウス・ラット Tail-cuff 装置, マウス血圧テレメトリー装置
2. 侵襲的心機能計測技術 ランゲンドルフ灌流装置(ラット・マウス), マウス圧・容積(P-V loop)測定用カテーテル
3. 初代培養細胞単離・実験技術機械伸展装置, Ca^{2+} イメージング, FRET イメージング, 共焦点レーザー顕微鏡, パッチクランプ, プレートリーダー(BRET イメージング, タンパク質翻訳後修飾解析)

* A. Nishimura et al. Science Signal. 12(587). pii: eaaw1920 (2019)
* K. Nishiyama et al. Br J Pharmacol. 176(18):3723-3738 (2019)
* T. Numaga-Tomita et al. FASEB J. 33(9):9785-9796 (2019)
* A. Nishimura et al., Sci. Signal. 11, eaat5185 (2018)
* T. Akaike et al., Nature Commun. 8(1):1177 (2017)
* T. Shimauchi et al., JCI insight, 2(15). pii: 93358 (2017)

図 心血管機能測定システムとこれらを利用した研究の概要



生殖・内分泌系発達機構研究部門

視床下部におけるエネルギー代謝調節機構

脳における味覚、栄養素感受調節機構

ヒトをはじめとする動物生体は、内的ならびに外的環境の変化に即応しながらも体内の内部環境をできるだけ一定に保とうとする機構を備えており、広くホメオスタシス（恒常性維持機構）として知られています。とりわけ視床下部は、ホメオスタシスの調節系である自律神経系、内分泌系、免疫系をとりまとめる高位中枢として、個体の生命保持ならびに系統維持のための基本的な諸活動を調整する働きを営んでいます。本研究部門は、ホメオスタシスの中でも、特に、摂食とエネルギー消費機構からなる生体のエネルギーバランスに注目し、視床下部が生体のエネルギーバランスに対してどのような調節作用を営んでいるのか、また味覚や栄養素の感知を視床下部や脳幹がどのように調節しているかを明らかにしたいと考えています。また、その破綻が肥満や糖尿病の発症とどう関わるかを探究しています。主たる研究課題は以下の通りです。

- (1) 摂食行動、糖・脂質代謝、味覚に及ぼす視床下部の調節機構。
- (2) レプチン、アディポカイン、マイオカインの機能と細胞内シグナル伝達機構。
- (3) AMPK の代謝調節作用と病態との関連。
- (4) 糖・脂質代謝解析法の新規開発。
- (5) 味覚を変化させる視床下部神経ネットワーク。

* Y. Minokoshi, et al., Nature 415, 339, 2002.
* Y. Minokoshi, et al., Nature 428, 569, 2004.
* T. Shiuchi, et al., Cell Metab 10, 466, 2009.
* S. Okamoto, et al., Cell Reports 22, 706, 2018.
* O. Fu, et al., Cell Reports 27, 1650, 2019.
* O. Fu, et al., Nat Commun 10, 4560, 2019.

箕越 靖彦

教授
代謝・内分泌学

中島 健一郎

准教授
神経科学
食品科学

近藤 邦生

助教
神経生物学

菊地 晶裕

特任助教
生化学
分子生物学
構造生命科学
内分泌・代謝内科学

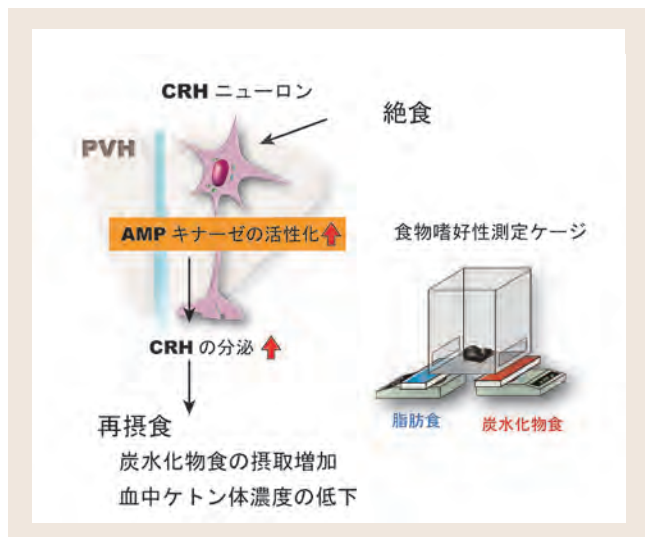


図1 炭水化物の嗜好性を制御する視床下部ニューロンの発見
脂肪と炭水化物の食べ分けを決定するニューロンの発見。絶食したマウスは炭水化物食を摂取して代謝を速やかに改善する。この行動に、視床下部室傍核に存在する AMP キナーゼ制御 CRH (corticotropin-releasing hormone) ニューロンが、必要且つ十分であることを明らかにしました。

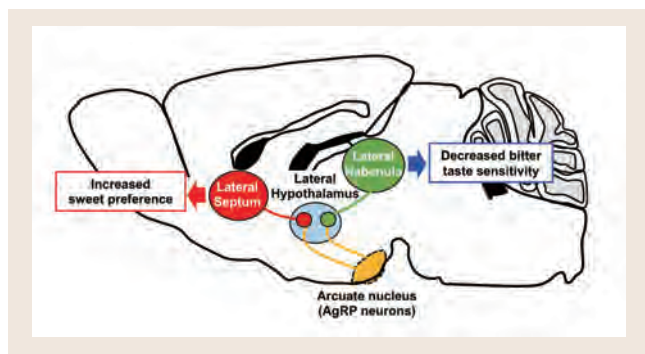


図2 空腹に伴い味覚を変化させる視床下部神経ネットワークの同定
空腹時に視床下部の摂食亢進神経 AgRP 神経が活性化し、外側視床下部を中継点として甘味嗜好性の上昇および苦味の感受性の低下を誘導することを明らかにしました。



超微形態研究部門（客員研究部門）

大野 伸彦
客員教授
解剖学
神経科学
細胞生物学

電子顕微鏡 3 次元再構築を基軸とした超微形態解析

髄鞘疾患におけるミトコンドリア動態の制御機構と役割の解明

私たちは、神経系の発達、機能維持、そして疾患を含む、様々な生命現象における機能の裏付けとなる「かたち」の変化とその分子メカニズム、そしてそれらの役割の関係を理解することを目指し、研究を行っています。Serial block-face scanning electron microscopy (SBEM, SBF-SEM) による 3 次元微細構造の解析を中心として、様々なイメージング技術や動物モデルを使って研究を行っており、関連した技術開発や多くの共同研究も行っています。

私たちが注目しているのは、神経系を構成する様々な細胞の相互作用です。神経の軸索の周りに形成される髄鞘は、神経線維の伝導速度を向上させ、軸索の生存にも重要な役割を果たします。髄鞘の形成や異常が及ぼす形態学的・機能的変化とそのメカニズム、そしてそれらの制御のもつ治療的意義を明らかにしたいと考えています。特に、細胞の中で多くの役割をもつミトコンドリアの動態の異常は、様々な疾患の病態生理に深く関わっています。髄鞘の形成や異常におけるミトコンドリアの関与の解明とその制御技術の開発を目指して研究を進めています。

* Life Sci Alliance. 2(4). pii: e201900308 (2019)
* Nguyen et al. Front Neural Circuits. 12:108 (2018)
* Katoh et al. Sci Rep. 7:4942 (2017)
* Morizawa et al. Nat Commun. 2017 8:28 (2017)
* Ohno et al. PNAS 111:9953-8 (2014)

図1 コントロール (a) と脱髄モデルマウス (b) の脳梁組織の連続電子顕微鏡画像の再構築像と、軸索のミトコンドリアの 3 次元再構築像 (c)。Ohno et al. PNAS (2014) より修正・転載

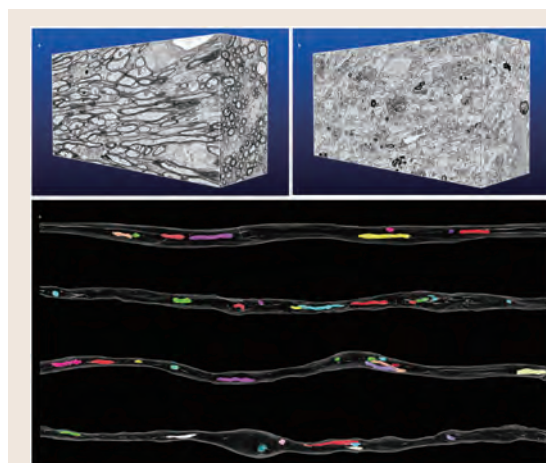
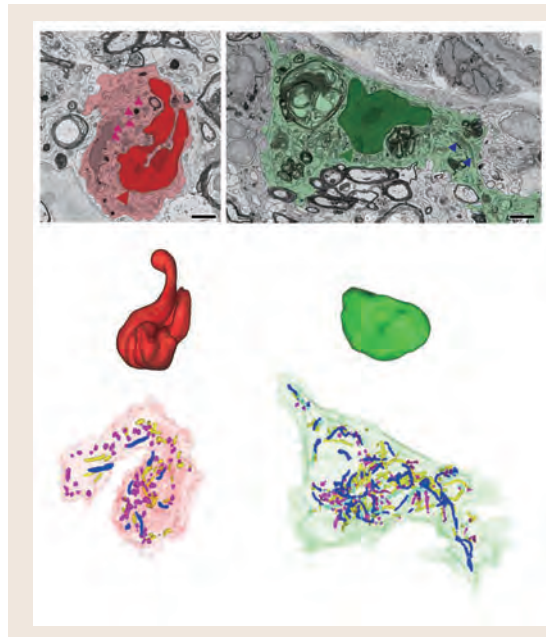


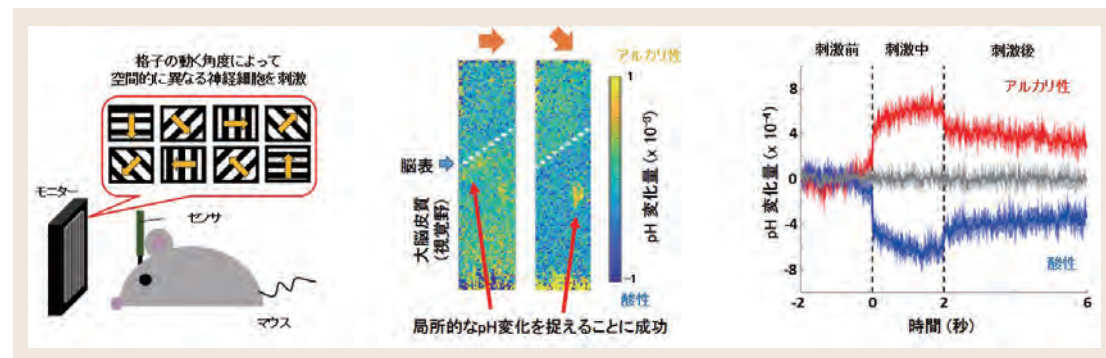
図2 マウス脱髄モデルにおける単球由来 (赤) とミクログリア由来 (緑) のマクロファージの電顕画像 (上段) および核 (中段) とミトコンドリア (下段) の 3 次元再構築像。Katoh et al. Sci Rep (2017) より修正・転載



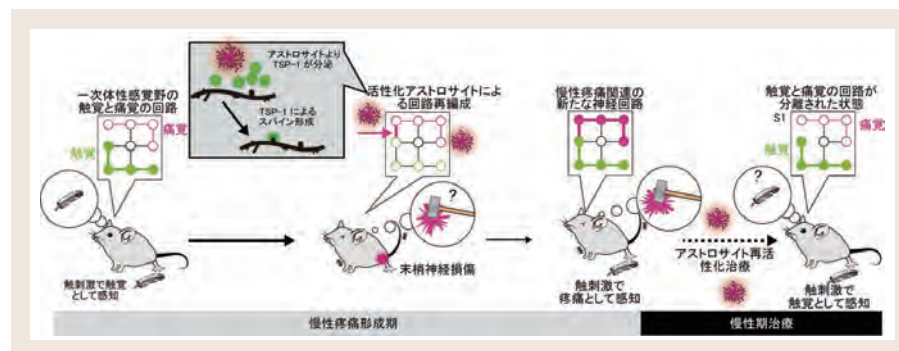
生体恒常性発達研究部門

発達期および病態における神経回路再編成機構の解明 — 2光子顕微鏡を用いた生体イメージングと電気生理学的解析 —

発達, 学習, 脳障害回復期にみられる運動・感覚・認知などの脳機能表現の変化の背景として, 神経回路の長期的再編成があげられます。本研究室では, 我々が高度化を推進している多光子励起顕微鏡による生体内微細構造・機能の長期生体イメージング法とスライスパッチクランプ法によるシナプス伝達の電気生理学的解析法を軸に, この神経回路の再編過程の制御機構を明らかにすることを目的としています。長期生体イメージング法は発達・学習・ストレス・障害などで表出される感覚・認知・行動の変化と神経回路変化の相関を同じ個体で評価することが可能です。また電気生理学的手法ではシナプスレベルでの可塑性を詳細に解析することができます。近年, グリア細胞は神経回路の恒常性を維持する要素として非常に注目されてきました。しかしながら生体脳におけるグリアの生理的機能やその破綻により生じる疾患は未だ多く知られておりません。グリアの生理的新機能にせまるべく, 大脳皮質においてグリアがどのような機序で神経活動の変化をもたらすかを描写し, 光遺伝学・遺伝子改変技術や多点同時光刺激技術を用いて神経細胞・グリア細胞活動を操作することによって神経回路活動およびグリア細胞によるシナプス再編の制御機構の解明を目指しています。



CMOS イオンイメージセンサによって生体脳における神経活動依存的な pH 変化を捉えた



治療的アプローチとしての活性化アストロサイトによる疼痛回路再編成

異分野連携による革新的な技術開発

技術の革新は生命科学のブレイクスルーをもたらしてきました。私たちは積極的な異分野連携を通じ, 革新的な計測技術開発を行っています。実際に, 生体脳計測に最適な高精細 CMOS イオンイメージセンサを共同開発し, 神経活動に伴って微小領域で pH が変化する様子を捉えることにはじめて成功しています。

* Cortical astrocytes rewire somatosensory cortical circuits for peripheral neuropathic pain. Kim SK, Hayashi H, Ishikawa T, Shibata K, Shigetomi E, Shinozaki Y, Inada H, Roh SE, Kim SJ, Lee G, Bae H, Moorhouse AJ, Mikoshiba K, Fukazawa Y, Koizumi S, Nabekura J. J Clin Invest. 2016 May 2;126(5):1983-97.

* CMOS-based bio-image sensor spatially resolves neural activity-dependent proton dynamics in the living brain. Horiuchi H, Agetsuma M, Ishida J, Nakamura Y, Cheung DL, Nanasaki S, Kimura Y, Iwata T, Takahashi K, Sawada K, Nabekura J. Nat Commun. 2020 Feb 5;11(1):712.



視覚情報処理研究部門

吉村 由美子
教授
神経生理学

林 健二
助教
神経科学
細胞生物学

米田 泰輔
特任助教
神経科学

大脳皮質の情報処理機構と活動依存的な機能発達の解析

発達期の大脳皮質の神経回路は体験や学習に依存して構築・再編され、生まれ育った環境に適した機能が獲得されます。視覚情報処理研究部門では、大脳皮質の機能が経験依存的・非依存的に調節されるしくみを神経回路レベルで理解することを目指し、主に発達期のラットやマウスの視覚野を対象に研究を行っています。スパイク活動の多点記録や2光子顕微鏡を用いた Ca^{2+} イメージングによる視覚反応の解析、脳切片標本にケージドグルタミン酸や光遺伝学による局所刺激法とホールセルパッチクランプ法を適用した神経回路の機能解析、越シナプス性ウイルストレイサーによる神経結合の形態学的解析等を用い、脳機能と神経回路を関連づけて研究を進めています。下記の項目が、現在当部門で遂行している主な研究課題です。

- (1) 特異的神経結合による微小神経回路網の形成メカニズムおよび情報処理における役割
- (2) 発生期に同じ神経幹細胞から生まれた神経細胞の神経結合特異性とその結合の機能的役割
- (3) 様々な発達段階にある動物や生後の視覚入力を操作した動物の視覚野におけるシナプス可塑性と視覚反応可塑性およびそれらの可塑性に関与する機能分子の因果的な証明
- (4) 越シナプス性ウイルストレイサーによる神経回路解析
- (5) 細胞サブタイプを踏まえた視覚反応と可塑的变化ならびにシナプス結合発達メカニズム

上述の技術を利用した他機関との共同研究も実施しています。脳機能発達メカニズムに興味を持つ大学院生を募集しています。

- * Ishikawa AW, Komatsu Y, Yoshimura Y (2018) Experience-Dependent Development of Feature-Selective Synchronization in the Primary Visual Cortex. *J Neurosci.* 38(36):7852-7869.
- * Tarusawa E. et al., (2016) Establishment of high reciprocal connectivity between clonal cortical neurons is regulated by the Dnmt3b DNA methyltransferase and clustered protocadherins. *BMC Biol.* 14(1):103.

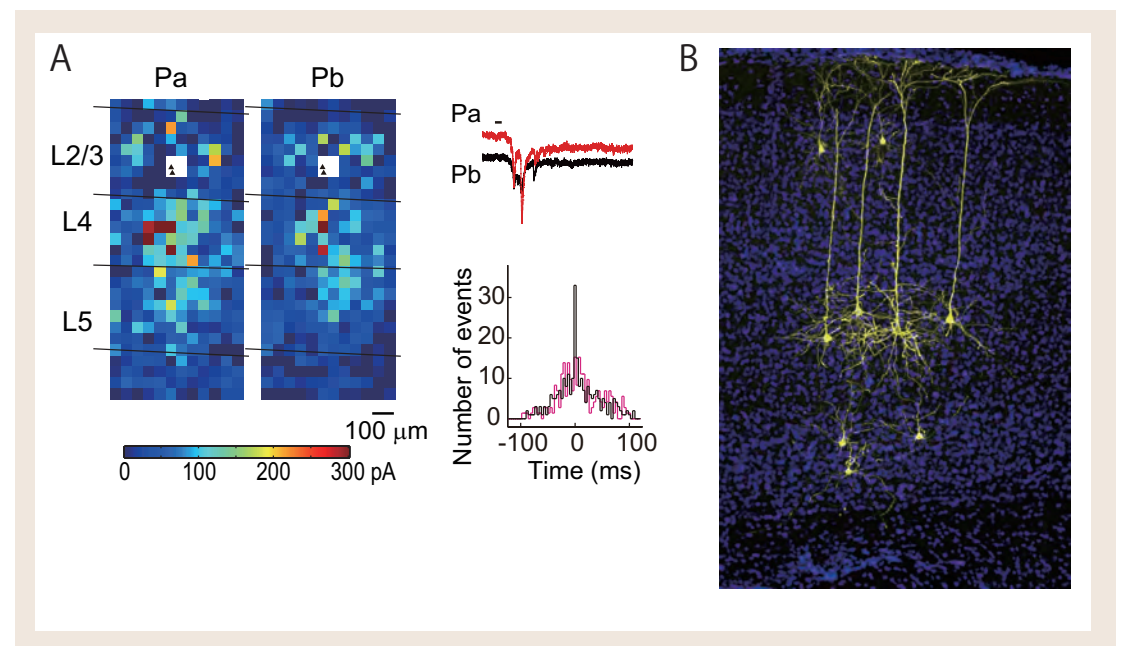


図 大脳皮質神経回路の電気生理学的・形態学的解析

A. 光刺激法により誘発された興奮性シナプス後電流による相互相関解析。シナプス結合を形成する2/3層錐体細胞ペアからの記録例。

B. ホールセル記録によりシナプス結合を調べた大脳皮質神経細胞の染色像。バイオサイチン染色により可視化した複数の記録細胞を黄色で示す。



バイオフィotonics研究部門

(兼務) 生命創成探究センター バイオフィotonics研究グループ

光技術を駆使した革新的バイオイメーjingによる生理機能の可視化解析

私たちは、先端的な近赤外超短光パルスレーザー、補償光学、ナノ材料等の光技術を駆使することで、非線形光学過程を活用した革新的なイメージング法を独自に開発し、その生命科学への応用を牽引しています。さらに、独自開発した世界最先端の超深部、超解像、超高速のイメージング法に加えて、補償光学、ナノ材料などを活用することで、生きた個体、組織での非侵襲的な「光による“in vivo”観察」と「光による“in vivo”操作」を実現し、生理機能の定量的な可視化解析法を確立することを目指しています。これにより、神経回路や神経活動、開口放出などの可視化解析から、生体リズムなどを含む生理機能の創発原理やその分子基盤の理解を目指します。

最近、私たちは世界最深部の生体の断層蛍光イメージングが可能な多光子顕微鏡の開発に成功しました。その結果、生きたマウスの生体脳の表面から約 1.6 mm という世界深部の海馬歯状回の神経細胞の断層撮像を実現したのみならず、海馬 CA1 ニューロンの活動をビデオレートで観察することにも成功しました(図A)。また、細胞機能の長期イメージング技術を駆使し、哺乳動物における生体リズム、24 時間周期の概日性リズムの生成とその機能についての研究を推進しています(図C)。一方、新しいレーザー技術を活用し、生細胞における微細な形態や分子の動態を電子顕微鏡に迫る分解能で撮像を可能とする超解像顕微鏡法の研究開発も推進しています(図B)。さらに、高速 3 次元イメージングを用いて、局所神経回路の機能の創発原理の解明、内分泌・外分泌腺組織や植物細胞の生理機能や、がん、糖尿病等の疾患発症の分子機構の基礎の解明に応用しています(図D)。

本研究部門では、生命科学はもとより、応用物理、有機化学、基礎医学、薬学にわたる多様な研究室と広く連携し、共同研究を展開しています。そして、生体内での生理現象をありのままに捉えることが可能なイメージング法の高度化と神経・分泌の細胞生理学とをそれぞれ縦、横の糸として、新しい学際領域の創成を推進したいと考えています。新しい学問の開拓への情熱を共有できる大学院生や若手研究者を募集しています。

- * M. Inoue et al., Cell 177,1346-1360.e24 (2019) .
- * H. Ishii et al., Biomed. Opt. Express, 10, 3104-3113 (2019) .
- * Y. Wu et al., Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 115, E9469-E9478 (2018) .
- * A. Goto et al., Front. Phys., 7, 56-1-56-9 (2019) .

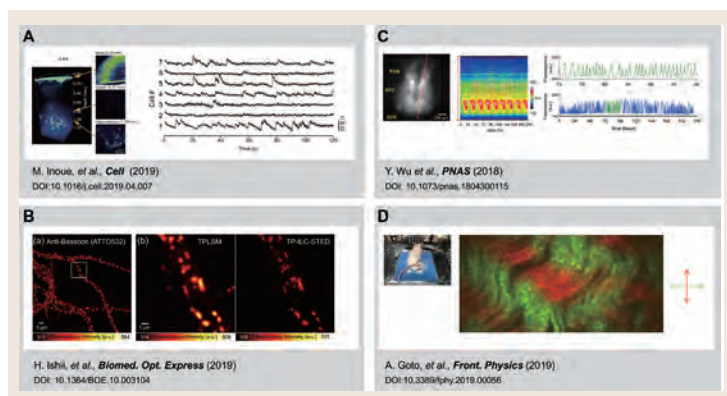


図 (A) マウス生体の皮質全層のニューロンの可視化と海馬歯状回ニューロンの“in vivo”ビデオレート Ca^{2+} イメージング。(B) マルチビームスキャン型共焦点顕微鏡を用いた長期イメージングとサーカディアンリズムとウルトラディアンリズムの可視化。(C) 2 光子 STED 顕微鏡による超解像イメージング。100 nm を切る高い空間分解能を実現。(D) マルチビームスキャン型 2 光子共焦点顕微鏡を用いた生体内コラーゲン分子配向の“in vivo”イメージング

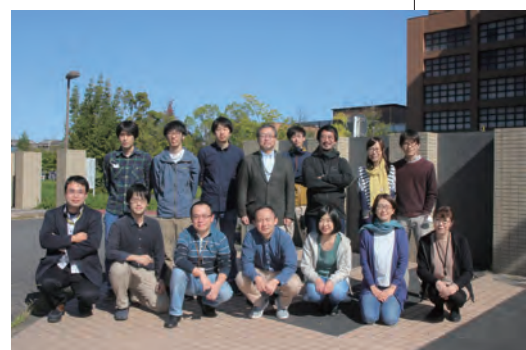
根本 知己
教授
生物物理学

榎本 亮介
准教授
神経生理学
時間生物学

大友 康平
助教
分光学
物理系薬学

堤 元佐
特任助教
生物物理学
構造生物学

石井 宏和
特任助教
発生生物学
生物物理学



認知行動発達機構研究部門

磯田 昌岐
教授
神経生理学

郷 康広
特任准教授（併任）
比較ゲノム科学
認知ゲノム科学

戸松 彩花
特任准教授
認知神経科学
神経生理学

二宮 太平
助教
神経解剖学
神経生理学

則武 厚
助教
神経生理学
認知神経科学

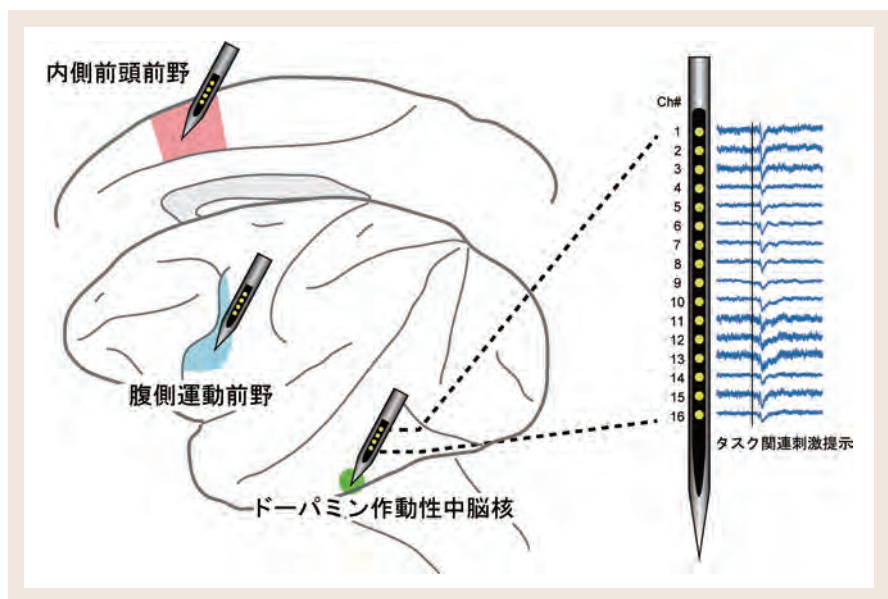
横井 功
助教
神経生理学

植松 明子
特任助教
神経生理学

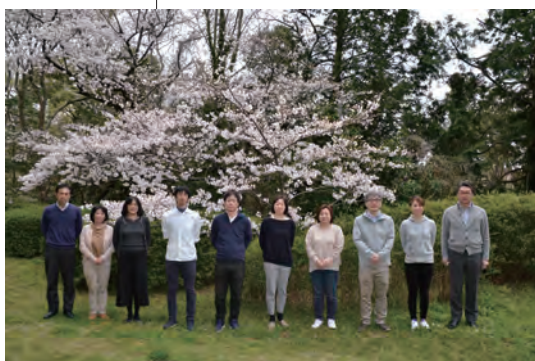
社会的認知機能のシステムの理解

社会的認知機能の神経基盤の解明を目指す、いわゆるソーシャル・ニューロサイエンスに研究者の関心が集まっています。高度に発達したヒトの“社会的なところ”の神経メカニズムを理解するにはヒトを対象とした研究が重要ですが、同時に神経活動の直接的な計測および操作が可能な実験動物、特にヒトと近縁で、相同の脳構造・機能をもつ非ヒト霊長類動物を用いた実証研究も同様に重要です。社会的認知機能—特に自己と他者の行動情報に基づく意思決定と行動制御—のシステムの理解を目指して、二頭のマカザルを同時に用い、自己と他者の認知下に互いの行動情報を処理する社会的認知・行動タスクの開発をおこなうとともに、電気生理学的な手法を用いてタスク遂行中の脳活動を神経細胞レベルから大域的神経回路レベルまでの異なる粒度で解析しています。また、ウイルスベクターを用いた神経路選択的な活動操作を組み合わせ、標的神経路の機能解明を目指した因果的検討もおこなっています。さらに、社会的認知機能のゲノム基盤の解明に向けて、標的遺伝子に変異をもつマカザル個体を対象とした認知ゲノミクス研究を進めています。

- * Isoda M (in press) Annu Rev Neurosci
- * Ninomiya T et al. (2020) Nat Commun 11: 5233
- * Noritake A et al. (2020) Proc Natl Acad Sci USA 117: 5516-5524
- * Noritake A et al. (2018) Nat Neurosci 21: 1452-1462
- * Yoshida K et al. (2016) Sci Adv 2: e1600558
- * Yoshida K et al. (2012) Nat Neurosci 15: 1307-1312
- * Yoshida K et al. (2011) Curr Biol 21: 249-253



社会的認知機能の神経メカニズム解明を目指した複数脳領域からの神経活動多点同時計測



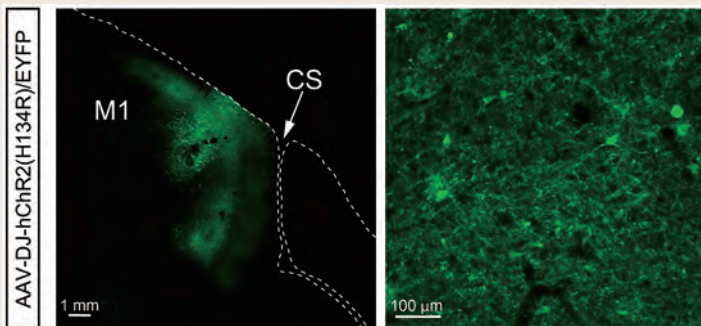
随意運動の脳内メカニズム

運動異常の病態生理

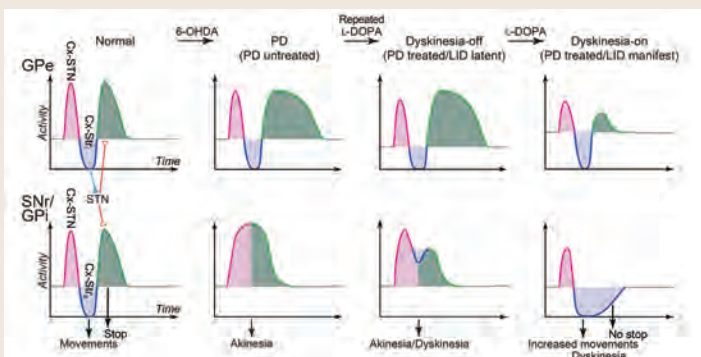
日常生活において私達ヒトを含め動物は、周りの状況に応じて最適な行動を選択し、自らの意志によって四肢を自由に動かすことにより様々な目的を達成しています。このような随意運動は、大脳皮質運動野、大脳基底核、小脳が協調して働くことにより遂行されています。一方、これらの脳領域が障害されると、パーキンソン病やジストニアなどのように運動異常を来します。このような随意運動の脳内メカニズムや、運動異常が発現する病態生理を明らかにし、さらには運動異常の治療法を開発することを目指して、げっ歯類、霊長類（マーモセット、マカクサル）を用いて、以下の研究を遂行しています。

- 1) 神経解剖学的あるいは電気生理学的手法を用い、運動関連領域の線維連絡やその情報伝達様式を調べます。
- 2) 運動課題を遂行中の動物から神経活動を記録することにより、脳がどのように随意運動を制御しているのかを明らかにします。また、特定の神経経路の機能を調べるため、薬物注入による経路の一時的ブロックやチャンネルロドプシンなどの光遺伝学、DREADDを用いた化学遺伝学的手法も併用しています。
- 3) パーキンソン病やジストニアなどの疾患モデル動物から神経活動の記録を行い、どのようなメカニズムによって症状が発現するのか病態生理を明らかにします。また、異常な神経活動を抑制することによって治療が可能か検討します。
- 4) その他、モデル動物の神経生理学的解析を行うことにより、病態生理を明らかにします。

* M. Ozaki et al., *Cereb Cortex* 27: 5716-5726 (2017)
 * H. Watanabe et al., *Nature Commun* 11: 3253 (2020)
 * Z. Polyakova et al., *J Neurosci* 40: 7451-7463 (2020)
 * W. Wongmassang et al., *Eur J Neurosci* 53: 2178-2191 (2021)
 * I. Dwi Wahyu et al., *J Neurosci* 41: 2668-2683 (2021)



ウイルスベクターを用いてサル大脳皮質一次運動野 (M1) にチャンネルロドプシン 2 (ChR2) を発現させました。光照射することにより、一次運動野の神経細胞を興奮させるだけでなく、上肢の筋電活動や運動も引き起こすことができます。



パーキンソン病 (PD) モデルマウスにL-ドパを連日投与することによりジスキネジアモデルを作製しました。大脳皮質を電気刺激し、淡蒼球外節 (GPe)、黒質網様部 (SNr) から神経活動を記録することにより、L-ドパ誘発性ジスキネジア (LID) の病態を明らかにしました。



南部 篤
教授
神経生理学

畑中 伸彦
助教
神経生理学
神経解剖学

知見 聡美
助教
神経生理学
神経生物学

佐野 裕美
助教
分子神経生物学

神経ダイナミクス研究部門

北城 圭一
教授
計算論的神経科学
認知神経科学

上原 一将
助教
神経生理学
神経科学

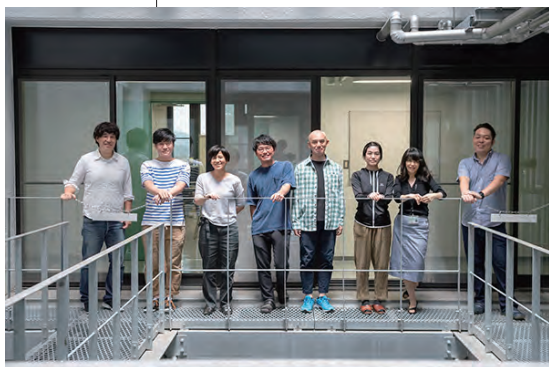
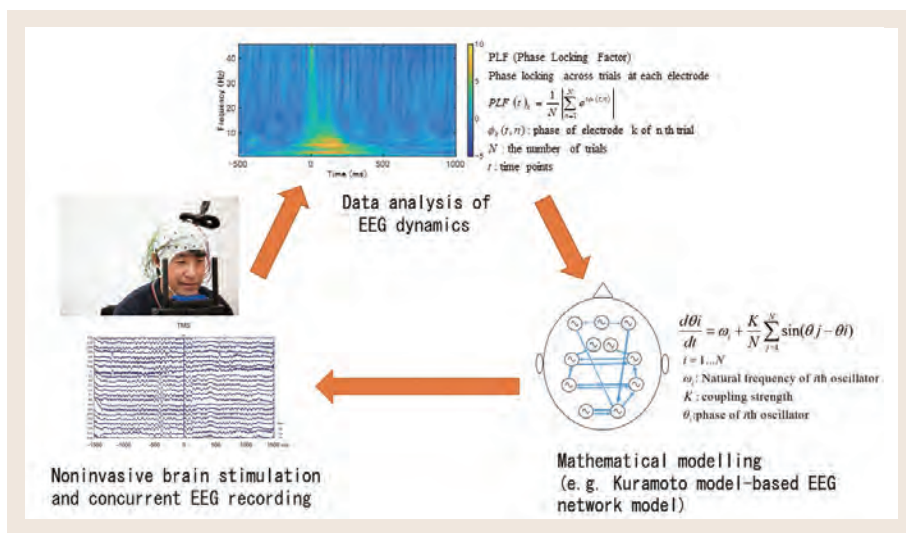
岡崎 由香
助教
認知神経科学

横山 寛
特任助教
情報工学
神経科学

神経活動ダイナミクスの機能的役割の解明

脳は多数の非線形素子 (例えば, ニューロン, グリア等) が結合した力学系とみなすことができ, その神経活動は多様な非線形ダイナミクスを示します。例えば, 脳状態に応じて, ヒトの脳波ではさまざまな周波数での振動や同期現象が過渡的にみられます。我々は計算論的神経科学の観点で, 神経活動の振動, 同期, 準安定性, ノイズ誘起現象をはじめとする多様な非線形ダイナミクスが知覚, 認知, 運動, 社会性機能にかかわる脳情報処理において果たす機能的役割の理解を試みています。認知課題時, 安静時, もしくは, TMS (経頭蓋磁気刺激), tES (経頭蓋電気刺激) をはじめとする脳刺激時のヒトの頭皮脳波 (electroencephalography: EEG) 計測の実験とデータ解析を行います。また皮質脳波 (electrocorticography: ECoG), 脳磁図 (magnetoencephalography: MEG), 機能的核磁気共鳴画像法 (functional magnetic resonance imaging: fMRI) 等で計測したヒト神経活動データの解析も行います。さらに, 動物の多モダリティでのイメージングデータや電気生理学的データも扱います。これらのデータ解析と数理モデル化を非線形動力学, 情報理論, 信号処理理論, 複雑ネットワーク解析, 統計的機械学習手法等の多面的な手法で行います。さらに共同研究機関で取得した脳卒中やてんかんの患者データの解析により神経活動ダイナミクスの変容と各種病態との関連の解明やブレインマシンインターフェイス応用を試みます。また自律神経活動様相や興奮 / 抑制回路バランス等の多階層での現象と神経活動ダイナミクスとの関連にもアプローチし, 神経活動ダイナミクスの機能的な役割の統合的な理解に挑戦します。

- * Okazaki YO, Nakagawa Y, Mizuno Y, Hanakawa T, Kitajo K (2021) Frequency- and area-specific phase entrainment of intrinsic cortical oscillations by repetitive transcranial magnetic stimulation. *Frontiers in Human Neuroscience*, 15: 608947
- * Ueda K, Nishiura Y, Kitajo K (2020) Mathematical mechanism of state-dependent phase resetting properties of alpha rhythm in the human brain. *Neuroscience Research*, 4387, 1-13
- * Kawano T et al. (2020) Electroencephalographic phase synchrony index as a biomarker of post-stroke motor impairment and recovery. *Neurorehabilitation & Neural Repair*, 34, 711-712
- * Okazaki YO, Mizuno Y, T. Kitajo K (2020) Probing dynamical cortical gating of attention with concurrent TMS-EEG. *Scientific Reports*, 10, 4959, 1-10.
- * Glim S, Okazaki Y, Nakagawa Y, Mizuno Y, Hanakawa T, Kitajo K (2019) Phase-amplitude coupling of neural oscillations can be effectively probed with concurrent TMS-EEG. *Neural Plasticity*, 6263907, 1-14



ヒト脳波ー TMS 同時計測実験を行い, 脳波ダイナミクスのデータ解析と数理モデル化により神経ダイナミクスの機能的役割の理解を目指します。

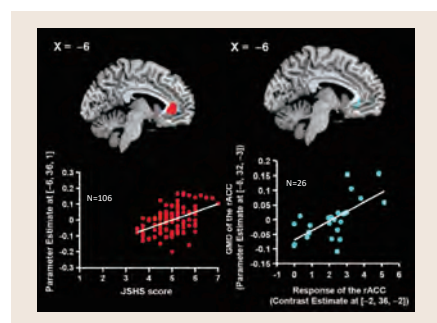
心理生理学研究部門

非侵襲的機能画像を用いた高次脳機能の研究

認知、記憶、思考、行動、情動、感性などに関連する脳活動を中心に、ヒトを対象とした実験的研究を推進しています。脳神経活動に伴う局所的な循環やエネルギー代謝の変化をとらえる脳機能イメージングと、時間分解能にすぐれた電気生理学的手法を統合的にもちいることにより、高次脳機能を動的かつ大局的に理解することを目指しています。機能局在と機能連関のダイナミックな変化を画像化することにより、感覚脱失に伴う神経活動の変化や発達および学習による新たな機能の獲得、さらには社会能力の発達過程など、高次脳機能の可塑性に迫ります。現在、個人間の社会的相互作用のメカニズムの解明へ向けて、2 個体同時計測 (3 Tesla)MRI と超高磁場 (7 Tesla) MRI を有機的に組み合わせることを進めています。

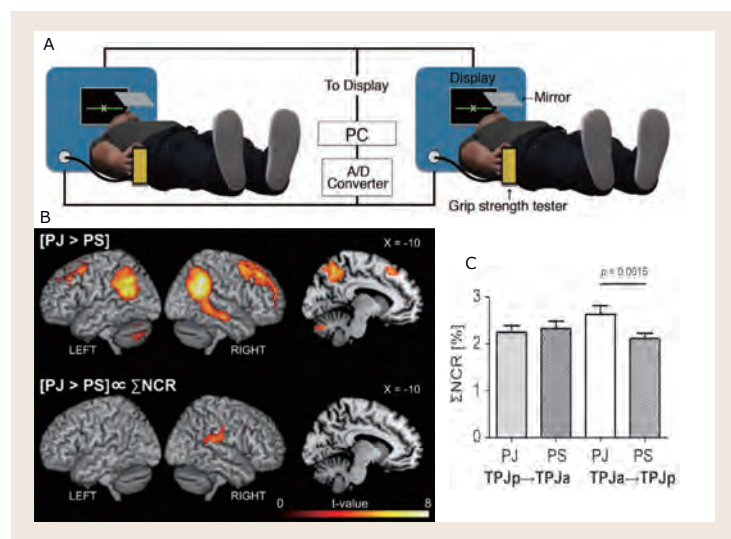
* Matsunaga M et al. Neuroimage 134:132-141 (2016)

* Abe MO et al. Neuroimage 191:150-161(2019)



幸福の神経基盤

幸福感には、幸福であるという持続的な肯定的評価（持続的な幸福）と、ポジティブな出来事に直面した時に発生する一時的な肯定的感情（一時的な幸福）という二面性があり、これらは互いに強化しあう関係があります。幸福の二側面が共通の神経基盤（吻側前部帯状回）を持ち、持続的な幸福はその体積に、一時的な幸福はポジティブな出来事を想起している最中の神経活動に関係していることを明らかにし、幸福のトレーニング可能性を示しました。



協力の神経基盤

協力のメカニズム解明には二人組の協力行動や脳活動を同時に計測・画像化する手法が必須です。そのような手法 (hyperscanning fMRI) を開発し、右側頭頭頂接合部が他者との協調に重要であることを発見しました。(北海道大学・阿部匡樹准教授らとの共同研究)

定藤 規弘

教授
医療画像
神経科学

福永 雅喜

准教授
磁気共鳴医学
神経科学

小池 耕彦

助教
社会神経科学
神経科学

郷田 直一

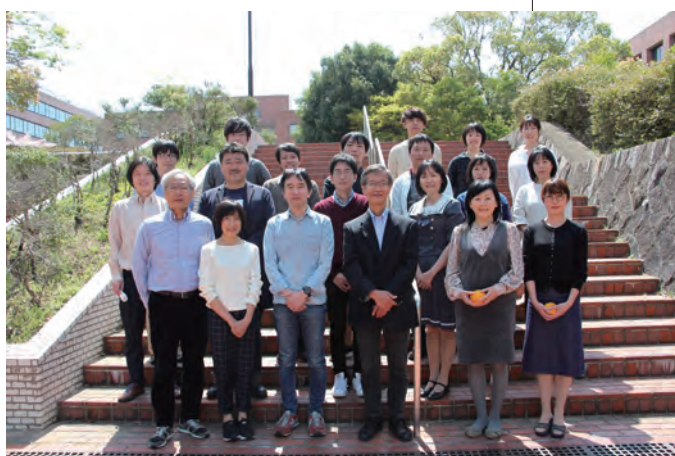
助教
神経科学
心理物理学

中川 恵理

特任助教(プロジェクト)
外国語教育
心理言語学

山本 哲也

特任助教(プロジェクト)
神経科学
視覚心理学



研究連携センター

久保 義弘
教授
センター長（併任）

概要

2016 年 4 月、研究連携センターが設立され、活動を開始しました。このセンターは、共同利用研究推進室、学術研究支援室、NBR (National Bio-Resource) 事業推進室、流動連携研究室、国際連携研究部の 5 室により構成されます。

(1) 共同利用研究推進室は、大学共同利用機関として生理学研究所の担う重要な役割である共同利用研究の推進を担います。具体的には、共同利用研究の実施希望者に対し対応できる研究手法や研究部門を紹介する等のいわばコンシェルジュ的な役割を果たし、また機器設備や研究手法に関する要望の汲み上げも行います。さらに生理研の共同利用研究の周知活動として、2016 年度、2017 年度、2018 年度、2019 年度と生理研外での研究会を開催し、2020 年度は所外開催の国際研究集会を 1 件実施しました。2021 年度も生理研研究会を 1 件所外開催する予定です。西尾亜希子特任助教が配置されています。

(2) 生理学研究所は基礎生物学研究所と共に、2016 年度より新学術領域研究「学術研究支援基盤形成」のひとつである「先端バイオイメーキング支援プラットフォーム」事業を担当しています。学術研究支援室は、このプラットフォームにおける光学顕微鏡、電子顕微鏡、機能的磁気共鳴イメージング装置等を用いた先端的技術支援の遂行をサポートします。学術研究支援室の第 2 の役割として、「次世代脳」プロジェクトの支援があります。これは、多数の脳科学関連の新学術領域等の日本全国の脳科学研究者を横断的に束ねて毎年全体会合を行うという、2016 年 3 月に終了した「包括型脳科学研究推進支援ネットワーク」がこれまで担ってきた役割を継承するものです。第 3 の役割として、日本医療研究開発機構 (AMED) の「戦略的国際脳科学研究推進プログラム (国際脳)」の中核的組織の事務局として、脳科学研究の国際対応に関する国内の調整業務を担っています。狩野方伸客員教授、高田昌彦客員教授、丸山めぐみ特任准教授（併任）が配置されています。

(3) 生理学研究所はこれまで実験用サルの供給事業を行ってきました。NBR 事業推進室は、この事業の担当部署を明確化し、これまでの脳機能計測・支援センターの霊長類モデル動物室を改変して設けられたもので、南部篤教授（併任）がその任にあたっています。2017 年度に、NBR 事業の中核機関が生理研から京都大学霊長類研究所に移行しました。今後も協力して NBR 事業の円滑な遂行に尽力していきます。

(4) 流動連携研究室は、国内の研究者のサバティカル滞在による研究の推進を目的とするもので、2015 年度末で閉鎖となった多次元共同脳科学推進センターから移設されました。2020 年度も、サバティカル研究者を募集する計画です。

(5) 国際連携研究室は、外国人客員教授が長期滞在して運営する 3 年の時限付き研究室で、国際連携研究の推進を目的としています。第三期となる 2020 年度からは、拡散 MRI に関する業績で知られる Denis Le Bihan 外国人客員教授（フランス Neurospin 元 Director）を第二期に引き続き P.I. として迎えて研究を推進しています。

このように研究連携センターは、共同利用研究の推進や、新規プラットフォームによるイメージング技術支援、実験用サルの供給、国内外の流動的研究推進等の研究連携活動の推進を担います。

▶ 共同利用研究推進室	26
▶ 学術研究支援室（客員研究部門）	27
▶ NBR 事業推進室	28
▶ 流動連携研究室（客員研究部門）	
▶ 国際連携研究室（客員研究部門）	29

▶ 共同利用研究推進室

大学共同利用機関に属する生理学研究所は、他大学や研究機関では購入、維持、管理、運営が困難な、連続ブロック表面走査型電子顕微鏡 (SBF-SEM) や多光子励起顕微鏡などの各種顕微鏡、2 個体間同時計測磁気共鳴画像装置 (dual fMRI)、7 テスラー超高磁場磁気共鳴画像装置 (7T MRI)、脳磁場計測装置 (MEG) など、最新の大型実験機器を多数整備し、全国の研究者の使用に提供するとともに技術支援を行っています。また生理学研究所は、個々の研究室で作成、調整が困難な高品質のウイルスベクターの作製拠点として、脳科学研究等に有用なウイルスベクターの開発・作製・提供と技術的支援に取り組んでいます。

共同利用研究推進室は、全国の他大学や研究機関に所属する研究者が生理学研究所において共同研究をスムーズに開始できるよう設置された、いわばコンシェルジュ窓口です。研究者同士の繋がりが乏しい、自分のアイディアをどう研究として形にして良いか具体的にわからないなどの理由から、共同研究に対して尻込みをしてしまいがちな研究者等を支援することを目的としています。加えて新たな技術開発、製品開発を目指す企業の研究者に対しても、生理学研究所における研究技術と機器利用の提供の道を作るべく、積極的にサポートしています。

また、共同利用研究推進室は、多種多様な分野の研究者と生理学研究所を繋ぐことを第一の目的とし、関連学会や生理学研究所外で開催される研究会などでブース展示を行うなど、生理学研究所における共同利用研究を周知する活動にも積極的に取り組んでいます。

久保 義弘

教授 (兼任)
生物物理学
神経生物学

西尾 亜希子

特任助教 (兼任)
神経生理学
認知神経科学

▶ 学術研究支援室

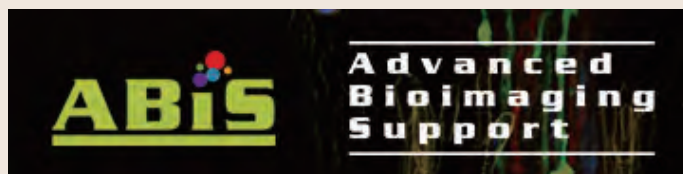
狩野 方伸
客員教授
神経生理学

高田 昌彦
客員教授
神経解剖学

丸山 めぐみ
特任准教授（兼任）
神経生理学
環境生理学

先端バイオイメーjing支援プラットフォーム (ABiS)

2016 年度より開始された新学術領域研究（学術研究支援基盤形成）のひとつである，ABiS の運営事務局を担当しています。ABiS は，生理学研究所と基礎生物学研究所が中核機関を担う，各種顕微鏡や MRI による先端的イメーjing観察・画像解析技術支援プラットフォームです。研究所本体が進める共同利用研究と相補的な取組として，全国の連携機関とネットワークを構成し，オーダーメイド型の支援を行う事業です。革新的なイメーjing技術を提供することで，我が国の生命科学研究の推進をサポートします。



「次世代脳」プロジェクト

2016 年度より立ち上がった「次世代脳」プロジェクトの事務局機能を担っています。本プロジェクトは，多数の脳科学関連の新学術領域研究の参画者が中心となって，日本全国の脳科学研究者を横断的に束ねた若手育成を主眼においたシンポジウムの企画，ウェブサイト運営やメーリングリストによる関連情報発信を行い，脳科学コミュニティを支える取組を進めていきます。2015 年度まで実施されていた新学術領域研究（生命科学系 3 分野支援活動）「包括型脳科学研究推進支援ネットワーク」で培ったコミュニティの結束を継承し，脳科学研究の発展に貢献するものです。



戦略的国際脳科学研究推進プログラム（国際脳）

2018 年度より開始された日本医療研究開発機構 (AMED) 戦略的国際脳科学研究推進プログラム (国際脳) に生理学研究所が中核的組織として，同年 11 月より参画いたしました。国際脳は，世界の国家的プロジェクトとの連携を強化し，我が国の，ひいては世界の脳科学研究の飛躍的な発展に貢献することを目的とするプログラムです。当室は，中核的組織・運営事務局として，脳科学研究の国際対応に関する国内の調整業務を担いつつ，AMED の「革新的技術による脳機能ネットワークの全容解明プロジェクト (革新脳)」等の既存事業との緊密な連携の下，研究開発推進支援を進めていきます。



ナショナルバイオリソースプロジェクト「ニホンザル」の推進 研究用霊長類の付加価値向上と各種検査系の開発

NBR 事業推進室はナショナルバイオリソースプロジェクト (NBRP) 「ニホンザル」を推進することを任務としています。今年度は NBRP 第 4 期の 5 年目最終年度にあたります。代表機関である京都大学霊長類研究所と連携協力体制を維持しながら、リソース事業を推進しています。

NBRP「ニホンザル」では、優れた認知能力を持ち、我が国の高次脳機能研究に不可欠なモデル動物であるニホンザルを、微生物学的にも安全かつ付加価値の高い実験用動物として繁殖育成し、国内の研究者を対象に安定して提供する体制を構築することを目的としており、事業推進の柱として以下の 4 つの業務を行っています。また、有効利用のため組織試料提供も行います。

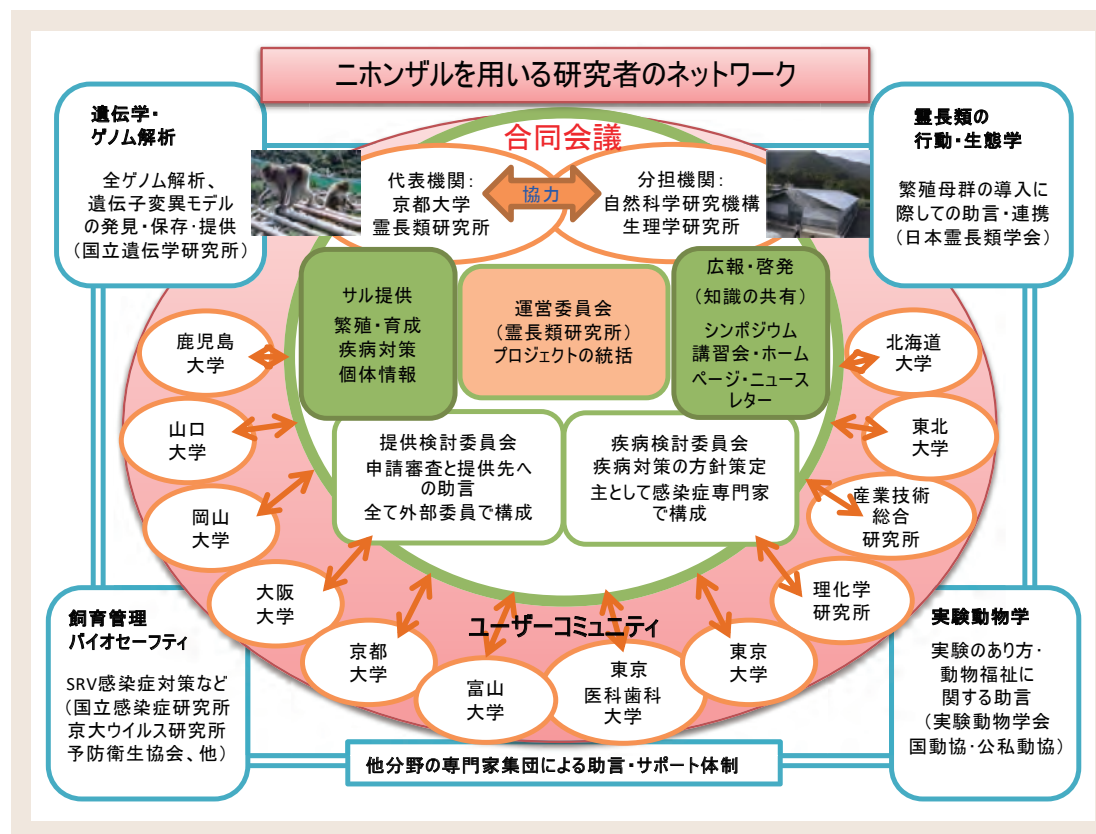
- (1) 研究用ニホンザルの繁殖・育成体制の整備
- (2) 研究用ニホンザルの提供事業の実施
- (3) 研究用ニホンザルの特性に関するデータ収集
- (4) プロジェクトの総合的推進

NBRP「ニホンザル」は、事業を円滑に運営するため、参画機関および研究者コミュニティとの連携や調整、情報の集積、提供事業に係る諸手続等、実務を担当しています。また、解剖学、生理学、生化学、獣医学、ウイルス学、生態学、行動特性などニホンザルに関する多様な知見および研究動向の調査を行います。上記に加えて、代表機関である京都大学霊長類研究所に協力して、各種病原体に対して、高感度で再現性のある新しい検査体制を確立し、高品質なリソースを提供することを目指しています。

* 中村克樹, 他, ナショナルバイオリソースプロジェクト「ニホンザル」の現状と課題. 霊長類研究 33 巻 (2017)

* T. Isa et al., Japanese Macaques as Laboratory Animals. Exp. Anim. 58 (5), 451-457 (2009)

南部 篤
教授 (兼任)
神経生理学



国際連携研究室の紹介

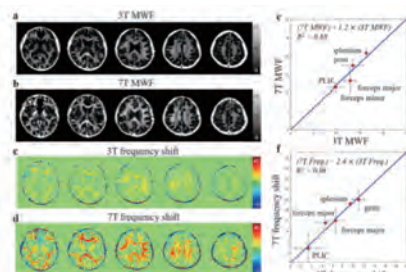
生理研では、2014年度に「国際連携研究室」を設置し、外国人客員教授の Ravshan Sabirov 博士に2016年度まで研究室を運営していただきました。2017年度からは、新たに Denis Le Bihan 博士を室長としてお迎えしました。Le Bihan 博士は、フランスを代表する研究機関の1つである NeuroSpin の創設者です。磁気共鳴画像法 (MRI) の世界的権威で、拡散強調画像法と呼ばれる革命的な撮像方法を発明したことで国際的に知られています。NeuroSpin はフランス原子力・代替エネルギー庁 (CEA) に所属する政府機関です。CEA の基礎研究部門 / ライフサイエンス局に属する NeuroSpin は、MRI を用いて脳研究を実施している研究機関で、Le Bihan 博士によって2007年に創設されました。MRI を用いて脳科学研究を進める一方、ヒト用 11.7 テスラ装置という世界最高性能の MRI 開発で最先端を走り、技術レベルの極めて高い研究所です。生理学研究所は、ヒト用 7 テスラ装置を導入して脳科学研究に適用するにあたり、双方の強みを活かした連携研究を進める目的で Le Bihan 博士と交流を進めて参りました。その結果、2017年1月13日に、CEA と生理学研究所との学術研究協力に関する覚書を締結しました。この連携研究の一環として、Le Bihan 博士に生理学研究所客員教授の就任を要請したところ、快諾を得た次第です。Le Bihan 博士の職務は、超高磁場 MRI を用いた国際連携研究を推進することです。心理生理学研究部門と連携して、生理学研究所内外の研究者との連携研究を進めて参ります。これにより、本邦の MRI イメージング技術開発ならびに脳科学への多大な貢献が期待されます。7 テスラ MRI を用いた国際連携研究を2件 (ソウル国立大学、台湾国立衛生研究院)、心理生理学研究部門とともに進めています。

超高磁場MRIを基軸とした分子イメージング法の検討 (国際連携研究室)



7テスラ超高磁場MRIによる Myelin Water Imaging の開発 ソウル国立大学との国際連携研究

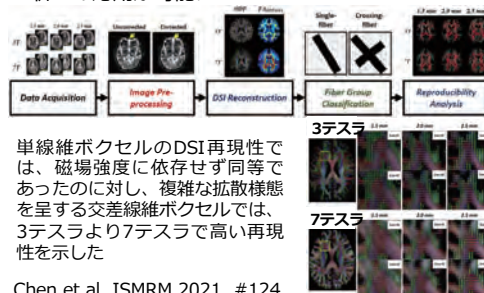
- 大脳白質内の水を axonal, myelin, extracellular space の3つに分画し、それぞれを選択的に計測・画像化
- 7テスラ MRI に特化した高感度計測イメージングシーケンスを開発



Shin et al. Neuroimage, 188:835, 2019

7テスラMRIによる 拡散スペクトラムイメージング法 (DSI) の開発 台湾国立衛生研究院との国際連携研究

- マイクروسケールの細胞微小形態特徴を反映する diffusion spectrum imaging: DSI 法の開発と7テスラMRIへの最適化
- 従来法では必要となる分子拡散形態の仮定を必要としない、モデルフリーの構造的ネットワーク解析への応用が可能に



単線維ボクセルのDSI再現性では、磁場強度に依存せず同等であったのに対し、複雑な拡散状態を呈する交差線維ボクセルでは、3テスラより7テスラで高い再現性を示した

Chen et al. ISMRM 2021, #124

脳機能計測・支援センター

概要

磯田 昌岐
教授
センター長 (併任)

2008 年度に脳機能計測センターが改組され、形態情報解析室、生体機能情報解析室、多光子顕微鏡室、電子顕微鏡室、機器研究試作室、伊根実験室の 6 室より構成される脳機能計測・支援センターが発足しました。この改組では、旧センターの生体情報解析室にあったネットワーク管理部門がネットワーク管理室として情報処理・発信センターに移り、生体情報解析室は多光子顕微鏡室に改称され、電子顕微鏡室、機器研究試作室、伊根実験室の 3 室が新たに加わりました。これにより、多分野における脳機能計測を支援するセンターとしての機能を一層強化することになりました。その後、伊根実験室は 2010 年度でその役目を終えて閉鎖されました。2012 年度の改組では、ウイルスベクター開発室と霊長類モデル動物室が新設されました。ウイルスベクター開発室は、それまで多次元共同脳科学推進センターの霊長類脳基盤研究開発室で開発されていた技術を広く共同利用に供するために開設されました。また、霊長類モデル動物室は、それまで NBR 事業推進室で整備されてきた研究用ニホンザルの提供システムを実質的に稼働させる役割を担うために開設されました。その後、2016 年度の改組により、ウイルスベクター開発室は行動・代謝分子解析センターに移され、霊長類モデル動物室は NBR 事業推進室と名称を変えて研究連携センターに移されました。さらに 2021 年度の改組により、時系列細胞現象解析室が新たに設置されました。

脳科学は自然科学研究の中で最もホットな研究分野の 1 つとして世界的に関心が高まっており、研究の進展はまさに日進月歩です。もちろん、日本における近年の研究の進歩にも著しいものがあります。生理研の研究者のほとんどが何らかの形で脳研究に携わっており、大学共同利用機関である生理研は日本における脳研究の拠点に位置づけられています。本センターの活動の一層の充実が、生理研における脳研究の進展の大きな支えとなることを目指して活動を続けています。

▶ 多光子顕微鏡室	31
▶ 電子顕微鏡室	32
▶ 生体機能情報解析室	33
▶ 時系列細胞現象解析室	34
▶ 機器研究試作室	54

二光子励起蛍光寿命顕微鏡による生細胞内シグナル分子活性化イメージング

本研究室では世界トップクラスの性能をもつ2光子蛍光寿命イメージング顕微鏡を所持しており、このシステムを用いた脳研究に興味のある学生を広く受け入れると同時に、共同利用研究の受け入れも積極的に行っています。特に、共同研究として、蛍光寿命イメージング顕微鏡による生細胞での様々なシグナル分子の結合や活性の可視化・計測において実績があります。また、神経シナプスで起こるシグナル伝達のイメージングや光操作によって、動物が記憶を保持する仕組みなど、生命活動に欠くことのできない生理機能のシステムを明らかにしつつあります(図1)。

最先端の光学技術に加え、新規蛍光タンパク質や光制御可能なタンパク質分子の開発も行っており、そのための設備やノウハウも蓄積しています。これまでに、光機能性分子や電気生理などの技術を縦横に活用し、生きた個体での *in vivo* イメージングや神経細胞の樹状突起スパイン内で起こるシグナル伝達を可視化することに成功しています。このように、幅広い技術に精通しており、大学院生のトレーニングの場としても極めて優れています。本室の使命は、光の持つ高い時空間分解能と低侵襲性を用いて生きた個体、生体組織での、「光による観察」と「光による操作」を同時に実現した新しい機能イメージングを創出し、大学院生教育や共同研究を強力に推進することによって、生体や組織の機能が生体分子や細胞群のどのような時間的空間的な相互作用によって実現されているのかを理解することです。

* Shibata et al. Nature Communications 2021
* Murakoshi et al. Scientific Reports 2019
* Saneyoshi et al. Neuron 2019
* Chen Xi et al. eLife 2018
* Murakoshi et al. Neuron 2017
* Hedrick et al. Nature 2016
* Murakoshi et al. Nature 2011

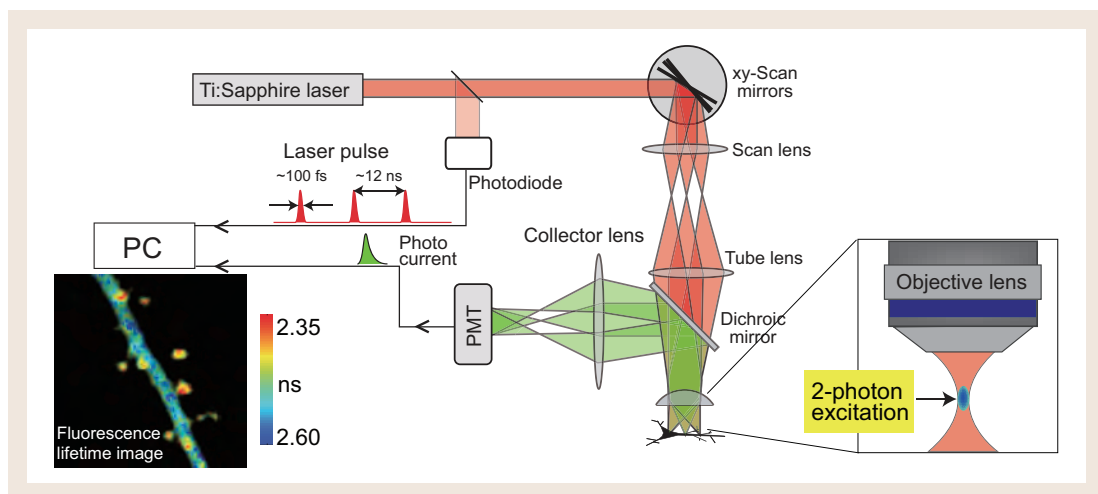


図1. 2光子励起とは、1個の蛍光分子が同時に、2個の光子を吸収し励起状態へ遷移する現象です。2光子励起には通常の励起波長の2倍の波長をもつフェムト秒の近赤外パルスレーザーを使います。長波長のレーザーを用いるため組織内での励起光の散乱が少なく、また、光子密度が非常に高い焦点面(1 μm 程度)でしか起こらないため、焦点面以外からの蛍光はほとんどなくなるので解像度が上がります。すなわち、厚みのある組織内における分子・細胞機構を、細胞や組織が生きた状態で調べるのに最善の方法です。

最近では、2光子励起法と蛍光寿命イメージング法を組み合わせることで、蛋白質分子の相互作用や構造変化を組織深部で観察することも可能です。蛍光寿命を求めるには、標本が励起レーザーパルスを受けてから、蛍光光子シグナル検出までの時間を測ることで蛍光寿命を測定します。この測定を繰り返し行い、各ピクセルで蛍光寿命をヒストグラムにして蛍光寿命画像を構築します。

電子顕微鏡による試料観察支援

透過型、走査型電子顕微鏡 (JEOL JEM1010, Hitachi HT-7700, Zeiss Σ IGMA) を用いて細胞、組織または生体分子の微細構造の観察を行うことができます。また、試料作製のためのウルトラミクロトーム (Leica UC7), 凍結切断 / フリーズエッチング装置 (BAL-TEC BAF060), 加圧凍結装置 (BAL-TEC HPM010), 急速凍結装置 (Leica EM-CPC), 凍結置換固定装置 (Leica EM-AFS), 真空蒸着装置 (JEOL JEE-400), 臨界点乾燥装置 (Hitachi HCP-2) などを備えています。試料作製のためのインストラクションも随時行っています。さらに、コンピュータによる画像処理、画像計測のためのボリュームレンダリングソフトウェア (FEI Amira) なども利用することができます。2013 年からは、細胞組織の三次元形態解析ができる連続ブロック表面走査顕微鏡 (SBF-SEM; Gatan 3view - Zeiss Σ IGMA/VP & MARLIN; 図 1), アレイトモグラフィー SEM (Zeiss ATLAS5) が導入されました。特に SBF-SEM は多くの共同研究に使用されています。

古瀬 幹夫
教授 (兼任)
細胞生物学

村田 和義
特任教授 (兼任)
構造生物学
電子顕微鏡学

窪田 芳之
准教授 (兼任)
神経解剖学
神経科学

浦久保 秀俊
特任助教 (プロジェクト)
計算論的神経科学



図1 連続ブロック表面走査型電子顕微鏡 (SBF-SEM)
Gatan 3view - Zeiss Σ IGMA/VP



図2 2kx2k CCDカメラを搭載した透過型電子顕微鏡 (JEOL JEM1010)

定藤 規弘
教授（兼任）
医療画像
神経科学

乾 幸二
客員教授
精神医学
神経生理学

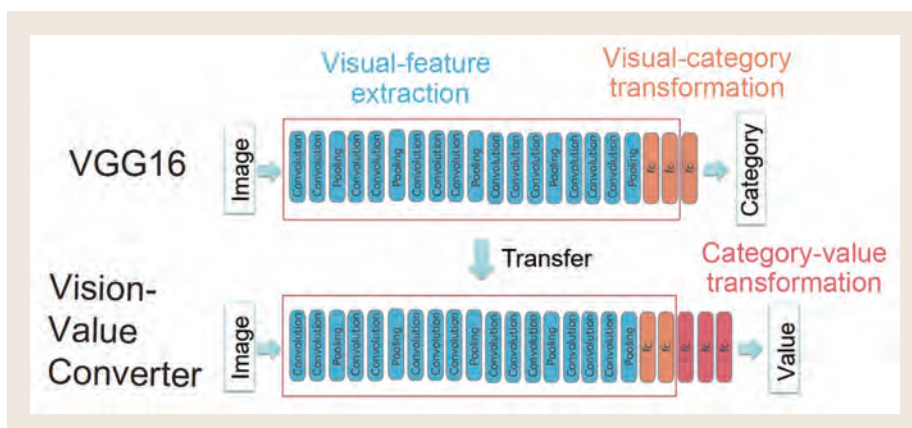
近添 淳一
准教授（兼任）
神経科学

脳の構造機能連関研究

脳機能計測・支援センター 生体機能情報解析室は、高磁場 MRI（3 テスラおよび 7 テスラ）の共同利用によるヒト並びにサルを対象とする脳機能計測を支援するとともに、脳の構造機能連関研究を進めることを目的としています。MRI 装置の基礎研究・機器開発から臨床画像研究に至る共同研究を推進しつつ、測定方法、解析手法、応用の範囲、安全性の検証などの面で基盤技術を整備します。脳の構造機能連関を研究するにあたり、生成される大量の画像データを統計数論学的に取り扱う手法を開発するとともに、高磁場 MRI を研究に駆使できる人材を養成します。

また近年では深層学習と機能的 MRI の融合をテーマに研究を進めています。具体的には、美術品の価格を推定する人工知能を作成し、これに個人最適化を施すことで個人の嗜好を模倣する人工知能を作成するプロジェクトを進めています（新学術領域「人工知能と脳科学の対照と融合」公募研究）。本研究室では、通常の機能的 MRI 解析法に加え、標準的な畳み込み神経回路の作成など、深層学習の基本を身に付けることが可能です。

- * J. Chikazoe and S. Konishi, "Functional neuroimaging approaches to human memory",
- * Memory in Social Context: Brain, Mind, and Society, T. Tsukiura and S. Umeda Ed., Springer. (2018)
- * JA Brooks, J Chikazoe, N Sadato, JB Freeman, "The neural representation of facial-emotion categories reflects conceptual structure", Proceedings of the National Academy of Sciences 116 (32), 15861-15870 (2019)
- * J Chikazoe, DH Lee, N Kriegeskorte, AK Anderson, "Distinct representations of basic taste qualities in human gustatory cortex", Nature communications 10 (1), 1-8 (2019)
- * RM Todd, V Miskovic, J Chikazoe, AK Anderson, "Emotional Objectivity: Neural Representations of Emotions and Their Interaction with Cognition", Annual review of psychology 71, 25-48 (2020)



画像認識課題における標準的な人工神経回路である VGG16 を用いた転移学習の略図。視覚情報をカテゴリ情報に変換する経路を保存したまま、そこから価値情報への変換を行う階層を追加することにより、視覚を価値に変換する人工神経回路を作成。

電気生理学の実験技術を用いた共同研究の推進

電気生理学的手法は、脳神経系や心臓を構成する興奮性細胞の活動を高い時間分解能で解析することができる優れた実験技術です。当解析室は、電気生理学実験に関する相談や技術指導の要請に応えるとともに、共同研究や受託研究を推進することにより、生命活動の解明に広く貢献することを目的としています。現在遂行中の研究課題は以下の通りです。

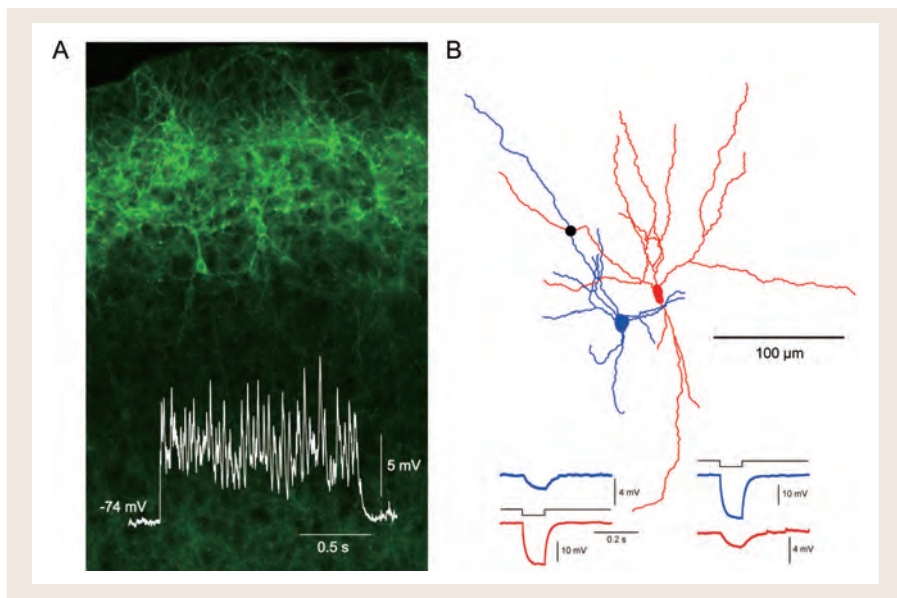
1) 三者間シナプスの情報処理機構

三者間シナプス (tripartite synapse: シナプス前細胞, シナプス後細胞, 両者を被覆するグリア細胞の三者構造) の概念に基づき、神経伝達物質輸送体 (neurotransmitter transporter) に着目して神経情報処理システムの分子細胞基盤を解き明かそうとしています。また、遺伝子改変病態モデル動物を解析することにより、急速発症性ジストニア (RDP), 小児交互性片麻痺 (AHC), CAPOS 症候群といった脳神経疾患の発症機序を追究しています (共同研究)。電気生理学、組織学、薬理学など基本的な実験手法に加えて、光解除性物質をはじめとする最新技術の導入も進めています。

2) 神経回路の活動制御機構

脳は複雑な神経細胞間の結合回路で情報処理を行い、多様な脳部位に情報出力をすることによって高次機能を発揮します。主に運動を制御する大脳皮質や基底核において、電気生理学的手法、神経細胞・回路モデルによるシミュレーション解析、行動解析などを用いて、機能と関連した神経回路を同定し、局所神経回路や脳部位間の活動制御機構を明らかにすることを目標にしています。また、共同研究としてドーパミンなどの神経伝達物質の作用機序などについても行動解析と関連付けて解析を進めています。

* T. Otsuka, Y. Kawaguchi, *Commun. Biol.* 4, 495 (2021).
 * S. Satake, S. Konishi, *Eur. J. Neurosci.* 52, 3002-3021 (2020).
 * K. Ikeda, S. Satake et al., *J. Physiol.* 591, 3433-3449 (2013).
 * T. Otsuka, Y. Kawaguchi, *J. Neurophysiol.* 110, 795-806 (2013).



(A) 光刺激によって誘発される大脳皮質のネットワーク活動。2/3 層錐体細胞に選択的にチャネルロドプシン (Venus をタグ) を発現させ (写真), 5 層錐体細胞からホールセル記録をスライス標本において行った。光刺激中に膜電位のオシレーションが誘発された。

(B) 皮質の抑制性介在細胞 (FS 細胞)。スライス標本で電気結合した 2 つの FS 細胞から同時に記録。●は結合部位。

吉村 由美子
教授 (併任)
神経生理学

佐竹 伸一郎
助教
神経生理学

大塚 岳
助教
神経科学

行動・代謝分子解析センター

富永 真琴
教授
センター長 (兼任)

概要

行動・代謝分子解析センターでは, TALEN, CRISPER/Cas9 システム等を用いて遺伝子改変ラット・マウスを作成するとともに, 細胞特異的に遺伝子改変を行うためのウイルスベクターを開発, 供給しています。また, センターには, ラット・マウスの行動, 神経活動および代謝活性を個体レベルでモニターする設備があります。これらの設備は, 日本国内だけでなく世界中の研究者に供しています。

以下の3つの室で構成されています。

- ・ 遺伝子改変動物作製室
- ・ ウイルスベクター解析室
- ・ 多階層生理機能解析室

▶ ウイルスベクター開発室	36
▶ 遺伝子改変動物作製室	37
▶ 多階層生理機能解析室	38

ウィルスベクターの提供による共同研究の推進

ウィルスベクターを利用した特定神経路の機能解析

脳機能解析に有用なウィルスベクターシステムの開発

ウィルスベクターは、様々なモデル動物に適用可能な非常に優れた遺伝子導入ツールであり、現在では、脳機能を解析するための最も重要な実験技術の一つになっています。当研究室では、高品質のウィルスベクター（アデノ随伴ウィルス（AAV）ベクターとレンチウィルスベクター）を大量に調整するシステムが整備されています。要望に応じてこれらのウィルスベクターを提供することにより、幅広い共同研究に取り組んでいます。

脳機能は、複雑な神経回路網によって制御されています。脳機能を理解するためには、複雑な回路網を構成する特定神経路の機能を明らかにする必要があります。我々は、特定神経路の機能解析を可能にする新たな遺伝子導入ツールとして、高効率な逆行性遺伝子導入ベクターを利用した二重ベクターシステムの開発に成功しました（図1）。本システムを駆使して、大脳皮質 - 大脳基底核ループを構成する特定神経路の機能解析を行っています。また、AAV ベクターをベースとした新しい逆行性遺伝子導入システムの開発にも成功しています。

- * H. Sano et al., J. Neurosci. Methods. 345, 108887 (2020)
- * K. Kobayashi et al., J. Neural. Transm. (Vienna). 125, 67 (2018)
- * K. Kobayashi et al., Front. Neuroanat. 11, 65 (2017)
- * K. Kobayashi et al., Neurosci. Lett. 630, 45 (2016)
- * K. Kobayashi et al., Methods. Mol. Biol. 1382, 175 (2016)

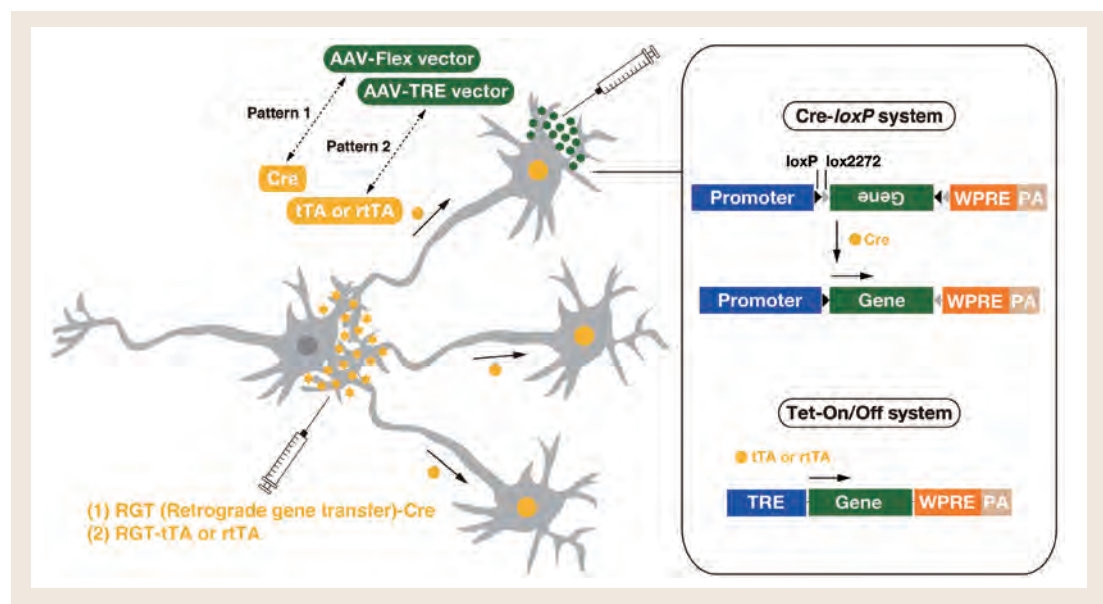


図1 ウィルスベクターを利用した脳内特定神経路への遺伝子導入。逆行性遺伝子導入（RGT）ウィルスベクターと AAV ベクターを組み合わせた二重ベクターシステムを利用することによって、脳内の特定神経路でのみ目的遺伝子を発現誘導することが可能になります。各種ウィルスベクターは、共同研究として提供可能です。

南部 篤
教授（併任）
神経生理学

小林 憲太
准教授
分子神経生物学

平林 真澄
准教授
実験動物学

小林 俊寛
准教授 (兼任)
幹細胞生物学
発生工学

実験小動物における生殖・発生工学技術ならびに遺伝子改変技術の開発

外来遺伝子がゲノム上に組み込まれたトランスジェニック動物、あるいは特定の遺伝子機能を破壊したノックアウト動物といった遺伝子改変動物は、生命科学研究において欠かせないツールとなっています。特に、近年の CRISPR/Cas9 システムをはじめとした遺伝子編集技術の急速な発展に伴い、より迅速かつ効率的に望みの動物を作製することが可能になってきました。遺伝子改変動物作製室ではそれら最新の技術を取り入れ、国内外研究機関からの依頼に応じて遺伝子改変動物（マウス、ラット）の作製を担っています。さらに、初期胚と幹細胞を用いた新たな生殖・発生工学技術の開発も行っています。最近では、当研究室のもつ基盤技術の再生医療研究への応用に力を入れ、臓器を欠損させたノックアウト動物体内に胚性幹細胞や人工多能性幹細胞由来の臓器を再生する「胚盤胞補完法」の開発・発展にも大きな貢献をしました。今後、げっ歯類以外の動物種にも範囲を拡げ、新規の技術開発やモデル動物作製を通じて、幹細胞の分化制御、初期発生や臓器形成に係るメカニズムの解明などを進め、生命科学のみならず、将来的には再生医療に貢献することを目指します。

* T. Kobayashi *et al.*, Nat Commun. 12, 1328 (2021).
* T. Kobayashi *et al.*, Development. 147, e183798 (2020).
* T. Goto *et al.*, Nat Commun. 10, 451 (2019).
* M. Hirabayashi and S. Hochi, Methods Mol Biol. 1874, 313 (2019).
* T. Yamaguchi *et al.*, Sci Rep. 8, 15289 (2018).

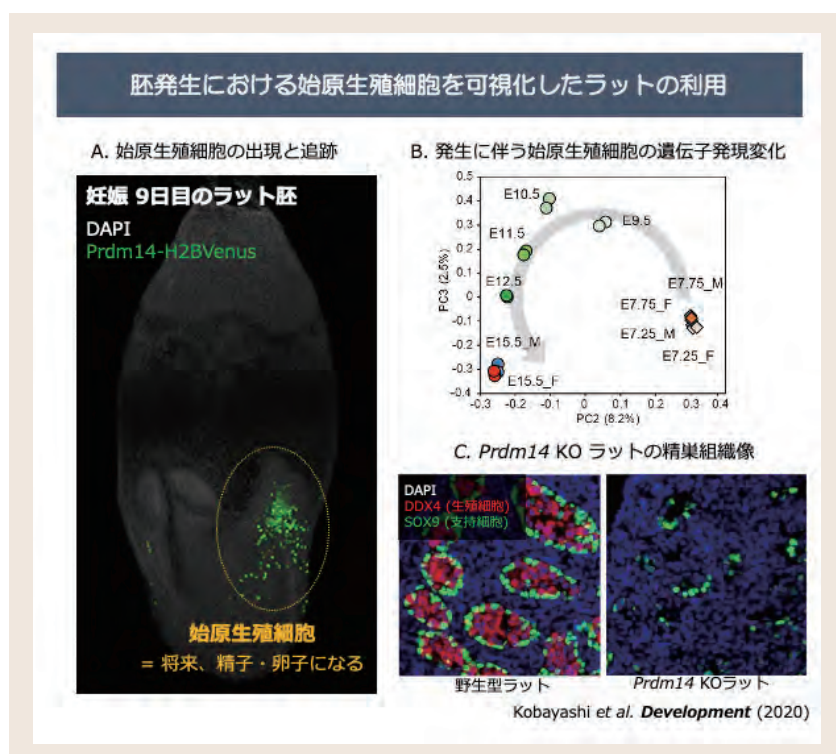


図1. 胚発生における始原生殖細胞 (PGC) を可視化した Prdm14-H2BVenus ラットの作製とその利用. A) H2BVenus 発現を指標に PGC を追跡し、PGC の出現時期と部位、その後の動態を明らかにした。B) 胚発生段階が異なる PGC のトランスクリプトーム解析 (8,966 遺伝子) から、発生段階 (E7.25 ~ E15.5) に応じた遺伝子発現の変化を明らかにした。F: 雌, M: 雄。C) Prdm14 KO ラット精巣を免疫組織染色したところ、ライディッヒ細胞やセルトリ細胞は観察されたが、生殖細胞はまったく認められなかった。

マウス・ラットの *in vivo* における神経活動、代謝および行動解析

本解析室では、遺伝子改変動物および様々な病態生理学的状況におけるマウス・ラットを対象として、代謝、神経活動の *in vivo* 計測や幅広い領域を対象とした行動解析を含めた多階層に渡る生理機能解析を行い、標的遺伝子、分子の機能を明らかにします。

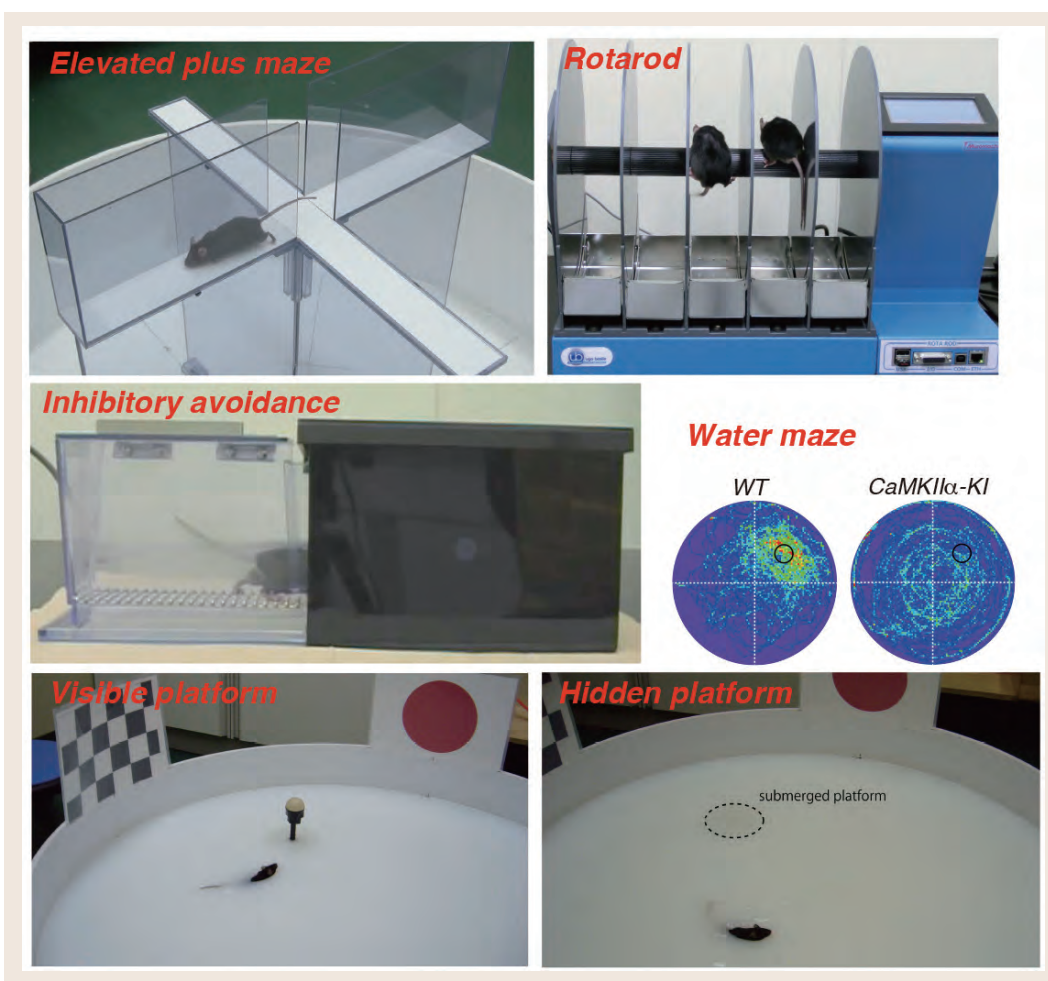
遺伝子改変動物作製室あるいは各研究者が作製、保有する遺伝子改変マウス・ラットなどを用いて以下の項目について解析を行います。

- ・運動系を中心とした覚醒下での単一ニューロン活動などの神経活動の計測
- ・フラビン及びヘモグロビン由来の内因性シグナルを利用した脳領域活動と膜電位感受性色素を用いた回路活動のイメージング
- ・自由行動下における摂食、エネルギー消費の計測
- ・自由行動下における体温、脈拍数、血圧の計測
- ・麻酔マウスを用いた臓器形態－機能連関（肝・腎・血管）、4次元心機能変化、微小循環血流量（脳・臍帯）の非侵襲的超音波イメージング
- ・円形温度グラジエント装置によるマウス温度嗜好性解析
- ・情動、学習・記憶に関わる行動解析：オープンフィールド、高架式十字迷路、強制水泳、ロータ・ロッド、受動的回避反応、恐怖条件づけ、モリス水迷路、など（下図参照）

* Yamagata, Y, et al. (2018) *eNeuro* 5: e0133-18.2018 1-15.
 * Yamagata, Y, Nairn, A.C. (2015) *Brain Res.* 1625: 314-323.
 * Yamagata, Y, et al. (2013) *Brain Res.* 1507: 1-10.
 * Yamagata, Y, et al. (2009) *J. Neurosci.* 29: 7607-7618.

西島 和俊
教授（併任）
実験動物学
生体工学
代謝学

山肩 葉子
助教
神経化学
神経科学



マウスを用いた様々な行動解析を行うことにより、遺伝子・分子の生理機能を解析します。

情報処理・発信センター

深田 正紀
教授
センター長（兼任）

概要

大学共同利用機関法人である生理学研究所から、社会へ向けた適切な情報を発信し、そのために必要なネットワーク維持管理や情報セキュリティ対策も行います。研究所の各種評価作業ならびに資料展示室の整備を行う【アーカイブ室】、人体生理学についての教育・啓蒙を進める【医学生理学教育開発室】、コンピュータ資源に加え、メール、WEB など情報ネットワークの各種サービスを管理・維持する【ネットワーク管理室】の3室で構成されます。

なお、2014 年度から広報展開推進室は研究力強化戦略室に移行しました。

▶ アーカイブ室	40
▶ 医学生理学教育開発室	41
▶ ネットワーク管理室	42

▶ アーカイブ室

生理学研究所は、研究所の設立から現在にいたる共同研究の基礎的データを系統的に集積するために、2007年4月に点検連携資料室を設置しました。生理学研究所では、すでに1993年度より点検評価を毎年行っており、2004年の法人化後には、年度計画の作成・業務報告書の作成などを評価作業として行ってきました。

2016年度に行われた組織改編で、点検連携資料室はアーカイブ室と改称され、諸データの集積・保存が主な業務となりました。

アーカイブ室には、山岸俊一名誉教授のご助力とご支援を得て、生理学研究所の設立に関するデータがデジタル化されて保存されています。また山岸俊一名誉教授のインタビューを文書化したオーラルヒストリー資料も保有しています。

富永 真琴
教授（兼任）
分子細胞生理学

「一步一步学ぶ生命科学（人体）」の教材システム開発

初学者が生命科学を楽しく勉強するための教材を製作しています。「一步一步」の名前の通り，通常の10倍ほど細かく，ステップに分けました。ステップごとに，端的なイメージ（画像）を作り，そのステップのイメージ（理解）が湧くようにしました。ステップごとに，単純な2,3択クイズもあります。この教材は，2014年度まで生理学研究所客員教授を務めた渋谷まさと女子栄養大学短期大学部生理学研究室教授が開発したものです。

「一步一步学ぶ脳科学」の教材システム開発

総合研究大学院大学が行う脳科学専攻間融合コース群では，高度な脳神経科学 e-Learning 科目「一步一步学ぶ脳科学」を工藤佳久東京薬科大学名誉教授とともに作製し，上述の「一步一步学ぶ生命科学」中の脳神経科学の部分を，「一步一步学ぶ脳科学」を受講する学生の補助教材として提供しています。「一步一步学ぶ脳科学」を学ぶことによって脳神経科学の知識が十分に身につくことを目指しています。

▶ ネットワーク管理室

今や研究を進める上で、コンピュータや情報ネットワークはなくてはならないものになっています。当室は、数値計算、データ解析、可視化、数式処理、統計解析、電子回路設計などを行うソフトウェア供用環境である生体情報解析システムを備え、多くの所内研究者に利用されています。同時に高速で安定した情報ネットワークやそれを利用したメール、Web などの様々な情報サービス、および端末・周辺装置群を管理・運用しています。また、これらの設備を有効に利用するための技術開発を進めています(図1)。

情報セキュリティを確保することも当室の重要な業務です。研究に即した情報セキュリティポリシーの改定、ユーザーへの啓発活動を行いセキュリティレベルの維持に努めています。併せて、CSIRT とも連携しながらセキュリティインシデントの発生予防、対策、監視等を行うと共に、発生時及び発生後の対応を行っています。



図1. 生体情報解析システムと
ネットワークサーバ群

概要

生理学研究所では2004年の法人化以後、特に職場の環境に配慮し、職員の安全と健康を確保するように努めてきました。一方で、ここ数年、例えばホルムアルデヒドや酸化プロピレンの特定化学物質第2類への特定、ケタミンの麻薬指定、レーザーを使用した機器の増加など早急に対応すべき問題が発生し、これに伴った特殊健康診断への速やかな対応が必要となってきました。また、事前に事故や障害を防止することが重要です。そこで、2011年度より所長直下に安全衛生管理室が設置されました。当室では、下記の業務を担います。

1. 職員の危険及び健康障害を防止するための措置
2. 職員の安全及び衛生のための教育
3. 健康診断の実施その他健康保持増進
4. 労働災害を防止するための業務
5. 労働災害の原因の調査及び再発防止

毎月定期的に管理室会議を開き、巡視の結果報告のほか、重要事項を審議する場を設けて安全管理を進めています。加えて、2020年度からはコロナウイルス感染防止策策定にも関わっています。

技術課

概要

技術課は、研究所が推進する研究と大学共同利用機関としての共同研究と実験技術に関する教育を技術面で支援し、促進することを主要業務とする技術組織です。

課は研究所長に直属し、課長、課長補佐、班長、係長、主任、係員をおく職階制で組織され、電気回路、機械工作、コンピュータ、遺伝子工学、生化学分析、細胞培養、顕微鏡、遺伝子導入動物の作製・飼育・繁殖等の多様な分野の技術者で構成されています。

課員は研究領域技術班もしくは研究施設技術班のいずれかに所属し、各研究部門や研究施設・センターに出向しています。両技術班はそれぞれの研究現場で先端的研究の技術支援をし、特に研究施設技術班は、研究所内外の共同利用研究に用いられる大・中型研究機器やその施設の保守・管理も行っています。これらの技術支援に加え、安全衛生に関する業務、共通業務（研究所の設備・機器の維持と管理および研究会やサプライショップの運営）および積極的な技術研鑽活動（技術研究会の開催や技術報告誌の発行）も行い、研究所における研究活動への寄与と課への先端技術の導入ならびに技術向上に努めています。

毎週定例のミーティングを開き、前述の研究活動の円滑な推進を図るとともに、研究所の研究動向に対応した新技術の導入や技術課題を遂行する場として技術部会やプロジェクトを設けて活動を行い、その技術蓄積を研究所主催の『生理科学実験技術トレーニングコース』の一コースの技術指導に活かしています。また毎年『業務報告会』を開き、課員の業務の相互理解と技術情報の交換を行っています。

課の重要な技術研鑽活動として毎年『生理学技術研究会』を開催し、口演とパネル展示による技術研修および研究者による技術講演と討論を行い、全国の大学・研究機関の技術者との技術交流を積極的に進めています。また科学研究費補助金（奨励研究）の申請も積極的に推進し、奨励研究採択者による奨励研究採択課題技術シンポジウムを開催しています。

課のこれらの研究支援や技術研鑽活動および生理学技術研究会等については、『生理学技術研究会報告』等にまとめられています。また課員の技術成果をデータベース化し、『生理学実験技術データベース』としてWebsite上で開示しています。





課長 大河原 浩



係長 森 将浩
研究基盤技術係



係員 渡我部 ゆき
基盤神経科学研究領域技術係



課長補佐 戸川 森雄
研究領域技術班



主任 石原 博美
生体機能調節研究領域技術係



係員 稲垣 茉莉子
情報処理・発信技術係



班長 吉村 伸明
研究施設技術班



主任 高橋 直樹
システム脳科学研究領域技術係



係員 山中 緑
動物実験技術係



係長 山本 友美
分子細胞生理研究領域技術係



主任 山田 元
脳機能計測・支援技術係



係員 高橋 伸明
動物実験技術係



係長 福田 直美
生体機能調節研究領域技術係



主任 村田 安永
情報処理・発信技術係



係長 高木 正浩
基盤神経科学研究領域技術係



主任 窪田 美津子
動物実験技術係



係長 佐藤 茂基
システム脳科学研究領域技術係



主任 神谷 絵美
動物実験技術係



係長 吉友 美樹
研究連携技術係



係員 稲橋 宏樹
分子細胞生理研究領域技術係



係長 三寶 誠
行動・代謝分子解析技術係



係員 加納 雄一朗
生体機能調節研究領域技術係



係長 廣江 猛
動物実験技術係



係員 平山 祐哉
生体機能調節研究領域技術係

岡崎統合バイオサイエンスセンターは 2017 年で終了し、2018 年度より新たに生命創成探究センターが発足しました。

生命創成探究センターは、現在、21 の研究グループによって構成されており、以下の 5 研究グループは生理学研究所にも所属しています。

- ・温度生物学研究グループ 細胞生理研究部門（14 ページ参照）
- ・心循環ダイナミズム創発研究グループ 心循環シグナル研究部門（15 ページ参照）
- ・バイオフィotonics研究グループ バイオフィotonics研究部門（20 ページ参照）
- ・物質 - 生命境界領域研究グループ 生体分子構造研究部門（11 ページ参照）
- ・認知ゲノム研究グループ

動物資源共同利用研究センター

動物資源共同利用研究センターは、2019年4月に「動物実験センター」から同名称に改称されました。動物資源共同利用研究センターは、生理学、基礎生物学及び分子科学の基礎研究に必要な実験動物の飼育管理と動物実験を行うための機構共通の研究施設です。施設は明大寺地区と山手地区にそれぞれ設置され、合計床面積が約7800平方メートルの規模を誇る我が国でもトップクラスの施設です。マウス・ラット・マーモセット・ニホンザルなどの哺乳類やアフリカツメガエル・メダカ・ゼブラフィッシュなどの陸生および水生動物を飼養・保管し、実験に供しています。

動物資源共同利用研究センターでは、機構内のみならず国内・外における実験動物を用いた生命科学研究の支援と共同利用を推進するために、実験動物と動物実験に関する倫理面や関連する規制を遵守しながら、1) マウスをはじめとする各種実験動物の適切な飼育管理、2) 遺伝子改変マウスの胚移植と凍結保存、3) 獣医学的診断、微生物学検査、疾病防止に関する手法の改善と新規開発、4) 動物実験に関わる研究、教育、啓発、情報提供、技術指導などを実施しています。これらの機能を確実に果たすために、温度・湿度等の環境要因を一年中均一にコントロールした施設、微生物学的品質管理に優れた個別換気ケージ用ラック、サル飼育に適した特殊ケージなどの高度な飼育機材や洗浄・滅菌装置、実験動物の健康チェックや微生物学的検査を行うためのバイオハザード対策クラスIIキャビネットや血液生化学的検査機器等が設置されています。また、2020年に改修・増築を終えた明大寺地区動物棟Iはマウス・ラット専用SPF飼養・保管施設とし、胚操作室、検疫室、微生物学的検査室、SPFレベルで慢性実験が可能な動物実験室、P2Aレベル動物の飼育室および実験室が設置されました。

このように、動物資源共同利用研究センターには近代的な設備が装備されており、再現性に優れた精度の高い動物実験を行うことができます。

箕越 靖彦

教授（併任）センター長

西島 和俊

教授
実験動物学
生殖工学
代謝学

浦野 徹

特命教授（併任）
実験動物学
細菌性感染症

動物実験コーディネータ室

2008年に岡崎3機関動物実験委員会（現 自然科学研究機構動物実験委員会）の下に動物実験コーディネータ室が設置されました。

動物実験を用いた生命科学研究、特に生理学研究分野での動物実験の重要性は益々高まっています。一方、動物愛護管理法、実験動物飼養保管等基準、文部科学省の動物実験に関する基本指針、自然科学研究機構動物実験規定等により、動物実験における社会的透明性、倫理性、動物福祉を高める必要があります。

そこで、下記の業務を担います。

1. 研究者の教育訓練
2. 動物実験計画書の審査と承認
3. 動物実験に関する自己点検と自己評価
4. 動物実験に関する情報公開

富永 真琴

教授（併任）
分子細胞生理学

NIPSリサーチフェロー

NIPS リサーチフェローは、高度な研究能力を持つ若手研究者の研究活動の発展・推進を助け、将来、生理学研究の最前線で活躍する優れた研究者を育成するためにスタートした、博士研究員雇用制度です。採用された研究者は、研究所の運営費交付金によって雇用され、特定の研究プロジェクトに従事します。



傅 欧
生殖・内分泌系発達機構研究部門
神経科学
食品科学



水藤 拓人
細胞生理研究部門
分子生物学
脂質生化学



山本 真理子
視覚情報処理研究部門
神経科学



平澤 輝一
神経機能素子研究部門
分子生理学
生物物理学



共同利用実験機器

概要

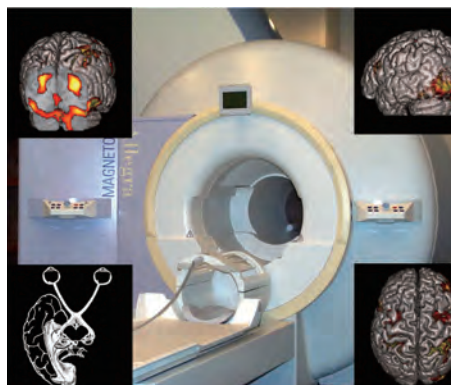
生理学研究所は、全国の国公私立大学をはじめとする他研究機関との各組織の枠を越えての共同利用研究を推進することを使命としています。そのため、大型機器や最先端計測機器、高度技術を必要とする計測システム、および4次元イメージングのための先端機器の開発・維持・管理をおこない共同利用に供与しています。

▶ 磁気共鳴断層画像装置 (MRI: 3 tesla, 7 tesla)

水素原子の核磁気共鳴現象を利用することにより、脳構造の詳細な画像化と共に、脳血流を介して脳の局所機能をも画像化する装置です。生理研では2000年度に3 tesla MRI装置を導入し、人間の高次脳機能の神経基盤を詳細に検討してきました(2018年度にshutdown)。さらに2009年度に3 tesla MRI 2台からなる同時計測システムを新規導入し、個体間の社会的相互作用中の神経活動を同時に記録解析することが可能となりました。また、2014年度にヒト用7 tesla MRI装置が導入され、2015年度稼働開始しました。2016-

2017年度は、撮像と画像処理に関する技術的検討・開発のための共同利用実験に供しました。2018年度に安定な稼働が確実となりましたので、広く共同利用実験全般に供しています。

【主な設備】 3テスラ磁気共鳴装置 (Verio 2台, シーメンス社製, 2009年度導入), 視聴覚刺激提示装置, 画像解析システム。7テスラ磁気共鳴装置 (Magnetom 7T, シーメンス社製, 2014年度導入)。



▶ 脳磁場（脳磁図）計測装置

ミリ秒（msec）単位の高い時間分解能と，mm 単位の高い空間分解能を兼ね備えた機器です。特に，事象関連脳磁図を解析することにより，各種刺激後，早期（0.3 秒以内）の脳活動の時間的，空間的活動の解析に有用です。また，脳活動の周波数分析が可能であり，ある条件化での，脳の各部位での δ 波， θ 波， α 波， β 波， γ 波の活動の変化を解析することが可能です。これは Brain wave とも称されています。



▶ 低温位相差電子顕微鏡

低温位相差電子顕微鏡は，無染色の氷包埋生物試料を高分解能で観察することができます。装置には凍結試料を液体窒素温度で観察できる低温試料ホルダーに加え，無染色試料を可視化する位相板システム，ノイズ源となる非弾性散乱電子を除去するエネルギーフィルター，4k × 4k サイズの冷却型 CCD カメラが搭載されています。200 nm までの厚い凍結生物試料を高分解能・高コントラストで観察でき，蛋白質，ウィルス，バクテリア，培養細胞，組織切片などの生物試料を生（なま）に近い状態で構造解析することができます。



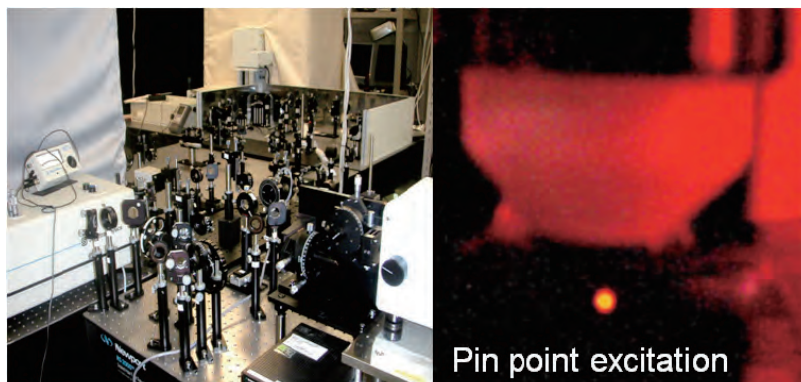
▶ 連続ブロック表面走査型電子顕微鏡 (SBF-SEM)

連続ブロック表面走査型電子顕微鏡 (SBF-SEM) は、2012 年度より新しく導入された先端三次元ナノイメージング装置です。現在、高解像度型と広視野型の 2 機種が稼働しています。SBF-SEM は、樹脂包埋された試料をダイヤモンドナイフで薄く削りながら、そのブロック表面に現れる構造を走査型電子顕微鏡 (SEM) により連続的に記録し、試料の三次元構造を再構築します。脳組織のような比較的大きな試料の三次元構造を、数ナノメートルの解像度で可視化することができます。



▶ 多光子励起顕微鏡

多光子励起法は、超短フェムト秒パルスレーザーを対物レンズ焦点面で集光させ、さらに非線形光学現象を利用することで蛍光分子をピンポイントの領域で励起し、神経細胞などのイメージングを行うことができる最新の方法です。



汎用的に利用されている 1 光子励起法と比較し、長波長の励起光を利用するため、脳組織などの深部到達性に優れており、さらに組織侵襲性が少ないのが特徴です。現在、正立型 2 光子顕微鏡を用いて、神経細胞・グリア細胞などの活動・動態の生体内観察や、各種光感受性物質の活性化制御を行うことができます。また、2 光子蛍光寿命イメージング顕微鏡を用いた FRET イメージング等もおこなっています。

▶ マウス・ラットの代謝生理機能解析装置

マウス・ラットの代謝生理機能に関わる以下の項目を計測します。(1)運動系を中心とした、覚醒下での単一ニューロン活動など神経活動の計測,(2)フラビンおよびヘモグロビン由来の内因性シグナルを利用した脳領域活動と膜電位感受性色素を用いた回路活動のイメージング,(3)自由行動下における摂食行動,エネルギー消費の計測,(4)自由行動下における体温,脈拍数,血圧の計測,(5)麻酔マウスを用いた臓器形態-機能連関(肝・腎・血管),4次元心機能変化,微小循環血流量(脳・臍帯)の非侵襲的超音波イメージング,(6)円形温度グラジエント装置によるマウス温度嗜好性解析。

【主な設備】 質量分析を用いた小動物用エネルギー代謝及び行動量同時測定装置(アルコ社),単一ニューロン活動記録装置,慢性実験テレメトリー自動計測システム,オリンパス FV1000,超音波イメージング装置 VEVO3100(プライムテック),摘出心臓灌流装置(プライムテック),ブレインビジョン MyCAM, Thermal Gradient Ring (Ugo Basile 社) FV1000,ブレインビジョン MyCAM



生理研・基生研共通施設

概要

生理学研究所及び基礎生物学研究所に共通する施設として、現代の生物科学研究を総合的に推進しうよう、高度な実験研究設備を総合的に配置した共通施設を以下のように、各研究所の分担により設置しています。

▶ 電子顕微鏡室

32 ページ参照

▶ 機器研究試作室

小型 NC フライス、精密旋盤などの精密工作機械類を設備し、大型実験装置から小型精密機器に至るまで、また、近年は 3D プリンターや小型レーザー加工機も稼動し、各種の実験用機器や電子機器の製作、開発や改良、補修などを研究者と一体になって行っています。

また、室では生理研、基生研の若手研究者や技術職員を対象に医学・生物学の実験研究に使用される装置や器具を題材にして、機械工作基礎講座を開講しています。

ユーザーが自由に使用できる一般工作室（機器研究試作室）



▶ 生物機能情報分析室

生物機能情報分析室は、基礎生物学研究所の共通機器の管理・運用を行っています。超遠心機のような汎用機器から次世代 DNA シークエンサーのような先端機器まで、約 70 種類 90 台にのぼる機器を擁し、生理研と共通利用に供しています。特に、次世代 DNA シークエンサーや質量分析装置を利用した機能ゲノミクスに力を入れています。

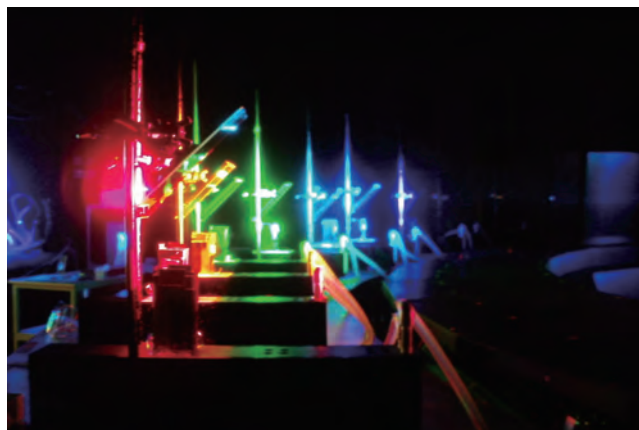
次世代 DNA シークエンサー（生物機能情報分析室）



▶ 光学解析室

基礎生物学研究所・光学解析室は、光をツールとする研究機器の共同利用の場として、装置の管理・運用を行っています。設置機器は、大型スペクトログラフ、共焦点レーザー顕微鏡、二光子顕微鏡、 μ X 線 CT などがあります。また、ユーザーの利便性向上のために、イメージングや顕微鏡技術に関するテクニカルセミナーや講習会等を随時行っています。

大型スペクトログラフ（光学解析室）



共同研究等

概要

大学共同利用機関である生理学研究所は、一般共同研究、計画共同研究（必要に応じて適宜、最も重要と思われるテーマを選択して集中的に共同研究を推進）および各種大型設備を用いた共同利用研究を行なっています。別表に示すように、毎年多くの共同研究が行われており、着実な成果を挙げています。2021年度も別表に示すように計118件の共同利用研究と、計44件の共同利用実験を行なう予定です。

生理学研究所の共同利用研究のもう1つの重要な柱は生理研究学会です。2020年度は計21件が実施され、2021年度も28件が予定されています。岡崎3機関の中でも、生理学研究所の研究学会の数は飛びぬけて多くなっています。通常の学会とは異なり、口演が主体で発表時間と質疑応答時間が余裕を持って取られており、また少人数であるため、非常に具体的に熱心な討論が行なわれています。この研究会が母体となって科学研究費の研究班が構成されたことや、学会として活動を開始したこともあり、その意義は大きいといえます。2008年度からは「国際研究集会」が開始されました。海外の研究者を招き英語で研究会を開催しており、その成果に期待が寄せられています。2020年度は1件開催されました。

1. 一般共同研究

「一般共同研究」と「計画共同研究」は、所外の大学及び研究機関の常勤研究者が、所内の教授または准教授と共同して行なう研究であり、従来は合計30～40件が採択されていましたが、共同利用研究の活性化、また、連続ブロック表面走査型電子顕微鏡（SBF-SEM）を使用する計画共同研究の件数の増加に伴い、2020年度は合計で122件が行なわれました。

2. 計画共同研究

計画共同研究は、研究者の要請に基づいて生理学研究所が自らテーマを設定します。2007年度までは、「遺伝子操作モデル動物の生理学的、神経科学的研究」と「バイオ分子センサーと生理機能」の二つが行われました。2008年度からは、「多光子励起法を用いた細胞機能・形態の可視化解析」と「位相差低温電子顕微鏡の医学・生物学応用（2011年度から「先端電子顕微鏡の医学・生物学応用」に改題）」が、2009年度からは「マウス・ラットの行動様式解析」が開始されました。また、2011年度から「マウス・ラットの行動代謝解析」が、2012年度から「霊長類への遺伝子導入実験」、「機能生命科学における揺らぎの研究」及び「脳情報の階層的研究」が開始されました。さらに、2013年度から「ウイルスベクターを用いた神経系への遺伝子導入」が、2016年度から「生体超分子複合体の精製と質量分析法による同定」が、2017年度から「膜機能タンパク質ダイナミクスの解析」が、2021年度から、「多点走査型顕微鏡による多次元蛍光イメージング解析」と「神経活動ダイナミクスの解析による精神・神経疾患の病態解明」が新設されました。いずれも現在最も高い関心が寄せられている領域であると同時に、生理学研究所が日本における研究の最先端を走っている分野でもあり、多くの共同研究の申請を期待しています。一方、自然科学研究機構のプロジェクトの終了に伴い「機能生命科学における揺らぎの研究」及び「脳情報の階層

的研究」は、2015年度にて終了いたしました。「マウス・ラットの行動様式解析」については行動様式解析室の閉鎖予定に伴い、2016年度は、新規申請の採択は行わず既採択分の継続のみ実施して終了いたしました。

2012年度に、長期に渡り継続される申請課題に関して教授会および運営会議で話し合われた結果、以下のことが決定されました。

- 1) 申請計画は5年以内に終結する計画とし、明確な目的と実験計画を求める。ただし、5年間の進捗状況によりさらなる延長は可能である。
- 2) 申請課題名は具体的なものとし、包括的なテーマでは採択しない。
- 3) また、部門ごとに受け入れ件数を限る。一般共同研究：各研究部門・研究施設ごとに原則5件以内とすることが望ましい。計画共同研究：担当課題ごとに原則5件以内とすることが望ましい。

計画共同研究の詳細は、次の通りです。

「遺伝子操作モデル動物の生理学的、神経科学的研究」

遺伝子操作モデル動物は個体レベルでの遺伝子機能解析に非常に有効な実験材料として、広く生命科学分野において利用されています。モデル動物作製のための発生活工学技術の発展は近年とくに目覚ましく、切断したい標的塩基配列を含む guide RNA (crRNA: tracrRNA) と Cas9 タンパク質を受精卵や ES 細胞に導入することでゲノム上の任意の配列を比較的容易に切断できる新ゲノム編集技術 (CRISPR/Cas9 システム) が注目されています。行動・代謝分子解析センター 遺伝子改変動物作製室では常に CRISPR/Cas9 システムのような最新の技術導入に挑戦し、内在遺伝子を改変したマウスおよびラット個体を同システムにより提供できる体制の整備を成し遂げました。生理学・脳科学と発生活工学の両方に精通している当室スタッフは、遺伝子操作モデル動物の作製技術を全国の研究者に提供することを通じ、当該研究分野の発展に大き

く貢献してきました。計画共同利用研究ではラットとマウスの両方において、トランスジェニック (Tg) 動物やノックアウト/ノックイン (KO/KI) 動物の作製という形でモデル動物の開発を支援しています。2020 年度は研究所外 13 件の要請に応え、計 14 系統の遺伝子改変マウス・ラットを作製し、共同研究先へと提供しました。今後も新しいゲノム編集技術による KO/KI 動物の作製にも取り組み、その技術を広く提供できるよう努めていきます。2021 年度は 12 件実施予定です。

「マウス・ラットの代謝生理機能解析」

代謝生理解析室は、2010 年に発足、2011 年より計画共同研究「マウス・ラットの代謝生理機能解析」を開始しました。同室では、生理研内外の研究者が作成、保有する遺伝子改変動物を用いて以下の項目を測定しています。

- 1) 運動系を中心とした覚醒下での単一ニューロン活動などの神経活動の計測。
- 2) フラビン及びヘモグロビン由来の内因性シグナルを利用した脳領域活動と膜電位感受性色素を用いた回路活動のイメージング。
- 3) 自由行動下における摂食、エネルギー消費の計測。
- 4) 自由行動下における体温、脈拍数、血圧の計測。
- 5) 麻酔マウスを用いた臓器形態・機能連関（肝・腎・血管）、4 次元心機能変化、微小循環血流量（脳・臍帯）の非侵襲的超音波イメージング。
- 6) 円形温度グラジエント装置によるマウス温度嗜好性解析。

2020 年度は外部機関と 11 件の共同研究を実施しました。2021 年度も 11 件実施予定です。

「先端電子顕微鏡の医学・生物学応用」

本計画共同研究では、低温位相差電子顕微鏡（位相差電顕）と連続ブロック表面走査型電子顕微鏡（SBF-SEM）を初めとする当研究所が誇る最先端の電子顕微鏡技術を、医学、生物学のフィールドで有効に活用してもらうために実施します。位相差電顕は、生理学研究所で独自に開発されたもので、無染色の生物試料について、生（なま）に近い状態の構造を高コントラストで 1 nm 以下の分解能で観察できる性能を持ちます。主な観察対象は、急速凍結された無染色の蛋白質粒子、ウイルス、バクテリア、培養細胞、凍結組織切片などです。また、SBF-SEM は、樹脂に包埋された組織をダイヤモンドナイフで薄く削り、その表面に現れる構造を走査型電子顕微鏡（SEM）により連続的に記録して、試料の三次元構造を再構築する装置です。この方法は脳のように細胞が複雑に入り組んだ組織の三次元形態解析に有効です。数十 nm の厚みで数千枚以上の画像を自動で取得することで、一辺が数十 μm を越える三次元領域の構造を一度に可視化することができます。2020 年度は 22 件の計画共同研究

が行なわれ、2021 年度は 18 件が予定されています。

「多光子励起法を用いた細胞機能・形態の可視化解析」

2 光子励起蛍光顕微鏡システムは、非侵襲的で組織深部の微細構造を組織や細胞が生きた状態で観察することができる光学顕微鏡です。近年、光学メーカー各社が 2 光子システムを販売したことにより、国内外で急速に導入が進んでいます。しかしながら、2 光子顕微鏡システムを使いこなすためには、顕微システムだけでなく特殊な試料措置や経験が必要なケースがほとんどです。このような事情から、顕微鏡システムだけでなく、試料準備やプローブ選択を含めた高度な技術提供ができる生理研が、共同利用可能な機関としては国内随一となっています。現在、3 台の 2 光子励起顕微鏡（*in vivo* および組織切片実験用）と 2 台の 2 光子蛍光寿命イメージング顕微鏡（FRET イメージングによりタンパク質間結合や分子活性化イメージングが可能）が安定的に稼動しています。その性能は世界でトップクラスであり、レーザー光学系の独自の改良により、生体脳において約 1 ミリメートルの深部構造を 1 マイクロメートル以下の高解像度で観察できることのみならず、分子間の相互作用や活性化をイメージングすることも可能となっており、多彩な光学顕微鏡イメージングの共同研究への供与に取り組んでいます。また、これまでに、生体内 Ca^{2+} イメージング技術の確立および同一個体・同一微細構造の長期間繰り返し観察の技術の確立に成功しており、これらを利用し、脳、血管、骨組織における生体分子や細胞の可視化について共同研究を実施しています。その他、生体恒常性発達研究部門及び多光子顕微鏡室が研究室単位での共同研究を受け入れています。2020 年度は 3 件の計画共同研究を行ないました。2021 年度は 3 件を予定しています。また、多光子励起顕微鏡システムの購入・自作の相談、および共同研究の可能性についての詳細な相談を多数行ないました。

「ウイルスベクターの作製・供与、および霊長類への遺伝子導入実験」

ウイルスベクターを用いて霊長類の脳に遺伝子を導入し、機能分子の発現を制御したり神経活動を変化させたりする技術はこれまで困難とされてきましたが、今や有望な技術として注目されるようになってきました。しかしこのような研究を遂行するには、ベクターの開発、ベクター注入のための実験室など、多くの技術、設備を要します。これらの技術、設備を共同利用に供することにより、高次脳機能やその病態の解明を目指すよう、2012 年度から計画共同研究「霊長類への遺伝子導入実験」を開始しました。2013 年度には 5 件、2014 年度には 5 件の計画共同研究を行ないました。

この実験の中心的な鍵を握るのは、ウイルスベクターの作成と使用です。また、げっ歯類等、霊長類以外への

適用も求められます。そのため、2013 年度から、計画共同研究「ウイルスベクターを用いた神経系への遺伝子導入」を開始しました。生理研ウイルスベクター開発室では、各種血清型のアデノ随伴ウイルスベクター、従来型のレンチウイルスベクター、神経路特異的な機能操作を可能にする高頻度逆行性レンチウイルスベクターなどを提供するとともに、より有用な新規ウイルスベクターの開発にも取り組んでいます。2014 年度までに、生理学研究所内外の研究室に延べ数で 100 件を超えるウイルスベクターの提供を行いました。2013 年度は 2 件、2014 年度は 4 件の計画共同研究を行ないました。

2015 年度からは、ふたつの計画共同研究を統合して「ウイルスベクターの作製・供与、および霊長類への遺伝子導入実験」として募集を行い、総計 14 件を実施しました。

これまでの成果としては、以下が挙げられます。1) マカクサル脊髄損傷後の機能回復にともなう代償的運動出力経路の解明では、ウイルスベクターによる経路選択的操作が中心的な役割を果たしました。2) ウイルスベクターを利用することによって、ラットの前頭皮質 5 層における興奮性細胞と抑制性細胞からなる神経回路の特性が明らかになりました。3) ウイルスベクターを利用して、脂肪と炭水化物の食べ分けを決める神経細胞がマウスで同定されました。

現在は管理上の簡便さから、P1A で扱える AAV ベクターを中心に用いています。2018 年度には 4 件の計画共同研究が採択され、マカクサル、マーモセットを用い、主に運動皮質・脊髄の機能について光遺伝学的解析を行っています。2020 年度には 18 件を行い、2021 年度は 19 件が予定されています。

「生体超分子複合体の精製と質量分析法による同定」

生体内でのタンパク質の機能を理解するためには、生体内での超分子複合体の構成タンパク質を正確に同定することが必要不可欠です。そのために、組織や細胞からタンパク質複合体を、特異性を重視して精製し、質量分析装置により構成タンパク質の同定や、自己免疫性疾患の自己抗体の標的抗原の同定を行う研究手法に対するニーズが高まっています。2018、2019、2020 年は各 1 件実施しました。2021 年度は、2 件を予定しています。

「膜機能タンパク質ダイナミクスの解析」

イオンチャネル・受容体等の膜機能タンパク質は、精緻にデザインされた分子であるとともに、状況に依存した構造と機能の動的変化をきたします。この動的側面を対象として、in vitro 発現系を用いた電気生理学及び光生理学の手法による実験および解析を行うために本計画共同研究を行っています。2020 年度は 3 件実施し、2021 年度も、3 件を予定しています。

「多点走査型顕微鏡による多次元蛍光イメージング解析」

独自開発した多点走査型共焦点・二光子顕微鏡法に基づき共同利用研究を実施します。特に、高速 3 次元・超長期・多色・超解像観察により、生体リズムなどを含む多様な細胞生理機能の定量的な可視化解析を実施します。2021 年度は、1 件を予定しています。

「神経活動ダイナミクスの解析による精神・神経疾患の病態解明」

ユニット記録、局所場電位 (LFP)、皮質脳波 (ECoG)、頭皮脳波 (scalp EEG)、fMRI、MEG 等のさまざまな階層の手法で計測したヒト、動物の電気生理、イメージングデータをターゲットとして、神経活動ダイナミクスと各種精神・神経疾患の病態との関連を調べます。これにより、正常な脳機能と病態生理を非線形動力学と計算論的神経科学の観点からの理解を目指します。特に、計算論的観点での振動、同期、ゆらぎ等の神経活動ダイナミクスのデータ解析を非線形動力学、信号処理、統計的機械学習手法を用いて行います。また神経活動ダイナミクスの数理モデル化も統合的に進めます。2021 年度は、5 件を予定しています。

3. 研究会

2020 年度は、21 件が実施され、約 1,000 名の研究者が参加しました。COVID-19 の影響により大多数が WEB online のみ、一部 online と現地開催のハイブリッドの形式で行われました。2021 年度は 28 件の開催が予定されていますが、2021 年 3 月現在収束の見通しが立っておらず、WEB 開催が主体となると思われます。各研究会では、具体的なテーマに絞った内容で国内の最先端の研究者を集め活発な議論が行なわれており、これをきっかけとして新たな共同研究が研究所内外で進展したり、科学研究費補助金「特定領域」「新学術領域」が発足したりすることも多くなっています。たとえば、1994～1996 年度に「グリア研究若手の会」として行なわれた研究会はその後、特定領域 (B)「グリア細胞による神経伝達調節機構の解明」へと繋がり、その後「グリア神経回路網」の特定領域と発展しました。また、バイオ分子センサー関係の生理研研究会が 2008 年度から発足した特定領域研究「セルセンサー」に繋がりました。この他、2015 年度に立ち上がった新学術領域研究「温度生物学」および「オシロロジー」も、生理研研究会が発足の足がかりとなったものです。また、毎年行われるいわゆるシナプス研究会や痛みに関する研究会は、それぞれの日本における研究者コミュニティを形成する上で大いに役に立っており、新分野の創成にも貢献しています。

生理学研究所の研究者コミュニティへの貢献、大学の機能強化への貢献の一環として、2016 年度には試行的に岡崎地区以外での生理学研究所研究会を 1 件開催しました。具体的には「心臓・血管系の包括的な機能統

合研究」が九州大学にて開催されました。九州地区からの参加者多数で盛況であったことから、2017年度には2件、「脳の階層的理解を目指して」が東北大学にて、「ヒト脳イメージング研究会」が玉川大学にて開催されました。2018年度には、名古屋地区ならびに東京地区で各1件、2019年度には大阪地区で1件開催されました。なお2020年度は、国際研究集会が九州地区で1件予定されましたが、COVID-19により、WEB開催となりました。2021年度は、仙台地区で1件予定されています。

研究会に関しても同じ内容で毎年開催されることの是非について議論されました。その結果2013年度開催申請分から下記のように公募要項を改訂しました。

- 1) 研究会：本研究会を通して、新分野の創成と新技術の創出を目指す比較的小人数（100名程度以内）の研究討論集会で、メンバーのうち少なくとも1名は生理学研究所の教授又は准教授の参加が必要です。（旅費の一部を支給します。）
- 2) 期間：3日間を限度とします。
- 3) 開催場所：自然科学研究機構岡崎地区において実施していただきます。なお、岡崎コンファレンスセンターを利用することができます。利用申込みに際しての詳細は、国際研究協力課共同利用係（電話0564-55-7138（ダイヤルイン））に問い合わせてください。
- 4) 研究報告書：研究会終了後、30日以内に提案代表者から所長へ提出していただきます。
- 5) その他：同一課題の研究会の継続は、3年で見直します。さらに継続をご希望される場合は、討論内容に新たな展開があることを求めます。

4. 国際研究集会

生理学研究所研究会のより一層の国際化と充実を図るため、2008年度から海外の研究者を数名招聘して、英語による研究集会、「国際研究集会（NIPS International Workshop）」を新たに開始しました。2016年度には「Towards elucidation of memory engram」ならびに「第4回ニールスステンセン記念国際唾液腺シンポジウム」（合同開催）を採択し、活発な議論とともに国内外研究者の密な交流の場を提供しました。2017、2018年度は開催されず、2019年度に2件開催されました。2020年度は、前述のとおり、九州地区で1件開催予定でしたが、WEB開催となりました。

5. 生体機能イメージング共同利用実験（2011年度までの磁気共鳴装置共同利用実験と生体磁気測定装置共同利用実験を統合。）

生理学研究所の大型生体機能イメージング機器は磁気共鳴装置と脳磁場計測装置があり、2011年度まではそれぞれ独立して共同利用実験申請を受け付けて審査していました。しかし、両方の機器を使用する利用者が多いこと、

また審査を共通にする方が効率的であることから、2012年度からは両共同利用実験を統合して生体機能イメージング共同利用実験とすることが決定されました。2020年度は、41件が実施され、2021年度には44件の実施が予定されています。

磁気共鳴装置については「生体内部の非破壊三次元観察」と「生体活動に伴う形態及びエネルギー状態の連続観察（含む脳賦活検査）」というそれぞれ2つの研究テーマを設定し募集しています。現在稼働している最も古い装置は2000年度に導入されたもので、3テスラという高い静磁場により通常の装置（1.5テスラ）に比較して2倍の感度を持ち、特に脳血流計測による脳賦活実験においては圧倒的に有利です。また、特別な仕様を施してサルを用いた脳賦活実験をも遂行できるようにした点が、他施設にない特色です。さらに、実験計画、画像データ収集ならびに画像統計処理にいたる一連の手法を体系的に整備しており、単に画像撮影装置を共同利用するにとどまらない、質の高い研究を共同で遂行できる環境を整えて、研究者コミュニティのニーズに応えようとして来ました。さらに、2010年度には2台を連動させ、コミュニケーション時の脳活動を計測が可能なdual systemを導入し、社会脳の研究への大きな貢献とともに新たな研究分野の開拓が期待されています。2014年度には、ヒト用の7テスラという極めて高い磁場を持つ磁気共鳴装置が導入され、2015年度稼働開始しました。2017年度は、撮像と画像処理に関する技術的検討・開発のための共同利用実験に供することとなり、2件を、2018年度は5件を採択しました。2018年度に安定な稼働が確実となったため、広く共同利用実験全般に供しています。

生理学研究所は1991年度に37チャンネルの大型脳磁場計測装置（脳磁計）が日本で初めて導入されて以後、日本における脳磁図研究のパイオニアとして、質量共に日本を代表する研究施設として世界的な業績をあげてきました。同時に、大学共同利用機関として、脳磁計が導入されていない多くの大学の研究者が生理学研究所の脳磁計を用いて共同利用研究を行ない、多くの成果をあげてきました。現在、脳磁計を共同利用機器として供用している施設は、日本では生理学研究所のみです。2002年度には基礎脳科学研究用に特化した全頭型脳磁計を新たに導入し、臨床検査を主業務として使用されている他大学の脳磁計では行ない得ない高レベルの基礎研究を行っています。脳磁計を用いた共同利用研究としては「判断、記憶、学習などの高次脳機能発現機序」「感覚機能及び随意運動機能の脳磁場発現機序」という2つの研究テーマを設定し募集しています。また今後は、他の非侵襲的検査手法である、機能的磁気共鳴画像（fMRI）、経頭蓋磁気刺激（TMS）、近赤外線スペクトロスコピー（NIRS）との併用をいかに行なっていくが重要な問題になると思われます。

2021年度生理学研究所採択一覧表

1. 一般共同研究

区分	研究課題名
1	電位依存性イオンチャネルの動作機構解明
2	水生動物の環境適応を支える温度感受性TRPチャネルの研究
3	イソギンチャク近縁種から単離した新規神経毒の作用機構に関する研究
4	新規蛍光ドーパミンセンサーの培養海馬神経細胞における動作検証
5	海馬シナプス分子局在の制御におけるLGI1の役割
6	タイトジャンクション分子の局在と機能の解析
7	腸管上皮のクローティン発現パターンを模した細胞株を用いたタイト結合機能の解析
8	温度環境によって性が決まる爬虫類の温度受容機構解明
9	カイコの休眠誘導・覚醒に関わる環境温度受容機構の解析と進化的考察
10	温度感受性TRPチャネルの細胞応答と調節メカニズムの解明
11	温度感受性TRPVチャネルと創傷治癒
12	マウス心筋前駆細胞ACMsの起源および生理的意義の解明
13	Designer Receptor Exclusively Activated by Designer Drug (DREADD法)および Optogeneticsを用いた脳排便中枢の局在および役割の解明
14	マウス視覚野錐体細胞ーパルブアルブミン陽性細胞間結合関係と外側膝状体投射の関係を明らかにする
15	神経積分器と小脳を結ぶ神経回路の解明
16	発達期DGLロックアウトマウスにおける抑制性シナプス入力測定
17	聴覚系の大脳皮質-大脳基底核ループの神経回路の解明
18	骨形成過程における骨細胞動態のin vivoイメージング解析
19	視線を手がかりとした他者の情動理解における上丘の役割の解明
20	計算論的解析法に基づく脳部位間相互作用の解明
21	辺縁系大脳基底核の機能解析
22	ジストニアパーキンソン病等神経疾患病態モデルマウスを用いた神経機能の解析
23	不随意運動発生のメカニズムの解析
24	神経麻痺性角膜症に対するTRPチャネルの影響
25	チック症の病態メカニズム解析
26	脳内微量薬剤注入による新規パーキンソン病治療法の開発
27	統合失調症モデル動物の脳波ダイナミクス解析
28	数知覚に関する神経力学系モデリングと脳波計測実験の融合的研究
29	構成的アプローチによる最小神経細胞ネットワークを用いた情報処理システム構築の試み
30	Thalamocortical synapses on different neuronal subtypes in layer 4 of mouse neocortex
31	睡眠調節におけるグリア細胞の役割：星状細胞突起のシナプスでの構造的可塑性の分析
32	前頭皮質6層視床投射細胞のシナプス結合をCLEM法により解明する
33	皮質抑制性細胞の形態解析システムの構築
34	大脳皮質運動野における視床投射神経終末の標的神経構造の電顕による解析
35	視床下部腹内側核のグルコース感受性神経におけるin vivo imaging解析
36	概日時計の分子機構に関する細胞内Ca ²⁺ の動態解析
37	皮質下における末梢感覚情報の修飾機構の解明
38	新規蚊媒介性ウイルスの多型の構造解析
39	巨大ウイルスのウイルス工場形成過程の三次元構造解析
40	ノロウイルスの高分解能構造解析
41	シアノバクテリアのフィコビリソームの構造機能解析

42	アミロイドβタンパク質のアミロイド線維の精密構造解析
43	真核生物の纖毛構築のための輸送機構の構造学的解明
44	心臓神経節細胞における神経伝達物質ヒスタミンの作用機序解明
45	多光子顕微鏡のための超短光パルスファイバーレーザーの開発
46	アルギン酸ゲル包埋したラット膵島のガラス化保存と糖尿病モデルへの移植
47	ラット・ウサギの発生エピゲノム比較解析
48	ラットにおける効率的な精子幹細胞移植法の確立

2. 計画共同研究

- (1) 遺伝子操作モデル動物の作製と生理学的・神経科学的解析
- (2) マウス・ラットの代謝生理機能解析
- (3) 先端電子顕微鏡の医学・生物学応用
- (4) 多光子励起法を用いた細胞機能・形態の可視化解析
- (5) ウィルスベクターの作製・供与、および霊長類への遺伝子導入実験
- (6) 生体超分子複合体の精製と質量分析法による同定
- (7) 膜機能タンパク質ダイナミクスの解析
- (8) 多点走査型顕微鏡による多次元蛍光イメージング解析
- (9) 神経活動ダイナミクスの解析による精神・神経疾患の病態解明

区分	研究課題名	計画区分
1	脳の左右を決定する新規遺伝子変異	(1)
2	新規TRPチャネル病の発症メカニズム解明	(1)
3	摂食と生殖を制御するエネルギーセンサー細胞とその神経経路の同定	(1)
4	CRISPR/Cas9 systemによる受容体特異的Creノックインマウスの作製とin vivo イメージングによる虚血再灌流障害機構の解明	(1)
5	神経傷害に対するPACAPの神経細胞死抑制機構の解析	(1)
6	L-DOPA 受容体 GPR143 の局在解析	(1)
7	RNA顆粒の動的性質と学習・記憶との関連の解析	(1)
8	哺乳類の生殖機能を制御する脳内メカニズム解明のための遺伝子改変モデルの作製	(1)
9	選択的シナプス形成の制御メカニズム	(1)
10	機能的な神経回路形成における神経細胞の個性化の役割	(1)
11	脳の構造形成、機能化に関わる遺伝子の解析	(1)
12	TRPC6 KYD変異体マウスの作製	(1)
13	セピアブテリン還元酵素遺伝子改変マウスを用いたジストニア・パーキンソンズ病発症機構の解析	(2)
14	シナプス伝達修飾機構から見た大脳基底核の直接路および間接路の機能	(2)
15	ドーパミン受容体及びNMDA受容体改変マウスを用いた運動制御と記憶学習機能の解析	(2)
16	成熟脳内淡蒼球におけるOlig2アストロサイト特異的に発現するトランスポーターの同定とその機能解析	(2)
17	摂食調節ペプチドによるエネルギー代謝調節機構の解明	(2)
18	GLP-1の＜求心性迷走神経→視床下部→遠心性交感神経＞軸を介した代謝調節機構の解明	(2)
19	生理活性脂質がTRPV活性に与える影響の評価	(2)
20	温度感受性TRPチャネル活性化における細胞膜脂質の役割	(2)
21	体温センサーTRPチャネル相互作用分子の探索と機能修飾ダイナミズム解析	(2)
22	7回膜貫通型の温度受容体候補分子を介した温度センシングの生理学的解析	(2)
23	プリン作動性受容体P2Y6Rを標的とした慢性炎症の新規治療法の開発	(2)
24	生後脳内を移動する新生ニューロンと周囲の細胞群の超微細構造の解析	(3)
25	三次元走査型顕微鏡観察技術を用いたシナプス結合の定量的微細構造解析法の確立とその応用	(3)
26	Serial block-face 走査型電子顕微鏡を用いた腸管粘膜固有層内細胞集団の発生学的解析	(3)
27	社会ストレスによる脳組織の超微細な細胞生物学的変化とその機序・役割の解明	(3)
28	Study of wheat male meiosis by serial block-face scanning electron microscopy	(3)
29	ヒト副腎皮質疾患における副腎組織及び腎組織の細胞内小器官の超微形態学的変化に関する検討	(3)

30	原索動物神経回路の三次元超微細形態学的解析	(3)
31	生後環境による神経細胞の超微細構造の変化を深層学習で効率的に解析する	(3)
32	大脳皮質ニューロンの微細構造の解析	(3)
33	家族性中枢性尿崩症のバソプレシニューロンにおける小胞体内凝集体形成機序の解明	(3)
34	神経幹細胞からニューロン、グリア細胞への分化過程の形態学的解析	(3)
35	Using Zernike phase plate cryo-EM (ZEM) to study topoisomerases	(3)
36	バクテリアDNA凝集構造の位相差電子顕微鏡による観察	(3)
37	インフルエンザウイルスRNAポリメラーゼと阻害抗体複合体のクライオ電子顕微鏡単粒子解析	(3)
38	先端電子顕微鏡による海底微生物の細胞構造解析	(3)
39	緑藻クラミドモナスの光化学系II超分子複合体の構造解析	(3)
40	クライオ電子顕微鏡を用いたCD38の膜トポロジーの解明	(3)
41	Major vault protein により構成される原生生物のオルガネラ kinetocyst の分子構築	(3)
42	ミクログリア生理機能の探索と病態への検証	(4)
43	多光子顕微鏡を用いた嗅球ニューロンのターンオーバーを制御するグリア細胞及び血管の機能解析	(4)
44	求心性迷走神経活動による延髄孤束核神経活動変化のin vivoイメージング	(4)
45	海馬シナプスにおける入力側依存性左右差の形成機構	(5)
46	皮質・基底核・視床回路を解析する研究	(5)
47	従来型解析にバイオインフォマティクスを取り入れた新規長鎖遺伝子の機能解明	(5)
48	光計測と光刺激を用いた脳機能作動原理の研究	(5)
49	体液恒常性を制御する神経機構の解明	(5)
50	大脳皮質運動野から脊髄および大脳基底核へ投射する神経経路の機能解明	(5)
51	意欲行動における腹側海馬-腹側線条体回路の機能解明	(5)
52	広視野2光子顕微鏡によるマウス大脳皮質広域Ca ²⁺ イメージングに向けたウイルスベクター開発と導入法の確立	(5)
53	前シナプス分子基盤による神経回路形成・維持機構の解析	(5)
54	中枢神経系における L-DOPA 受容体 GPR143 の役割解明	(5)
55	アデノ随伴ウイルス遺伝子導入を用いた神経発生および恒常性維持の分子メカニズム解析	(5)
56	ウイルスベクターを用いた嗅覚中枢神経回路の構造と機能の解析	(5)
57	ウイルスベクターを用いた経路選択的遺伝子操作による霊長類神経回路の機能解析	(5)
58	報酬学習の神経回路機構解明に資する技術開発	(5)
59	ウイルスベクターを用いた末梢-中枢神経回路ネットワークの解明	(5)
60	脳の発生に関わる脂質関連タンパク質の研究	(6)
61	自己免疫性小脳性運動失調症に関連する抗神経抗体の標的膜蛋白抗原の同定	(6)
62	イネキシンヘミチャネルの活性制御機構	(7)
63	生物多様性に基づく膜タンパク質の生理機能と分子動作原理の解明	(7)
64	動物の光受容タンパク質オプシンのダイナミックな機能変換を利用した光遺伝学ツールの開発	(7)
65	「新規骨格を有する2光子励起色素」創製を目指した設計・合成・構造解析・機能評価研究	(8)
66	安静時脳内ネットワークのダイナミズムの臨床応用	(9)
67	経頭蓋静磁場刺激によるヒト脳可塑性の神経生理学的探索	(9)
68	頭蓋内電極を用いたてんかん病態下の脳内ネットワーク機構とてんかん病態の解明	(9)
69	脳波ダイナミクスに着目した脳卒中機能回復原理の解明	(9)
70	運動異常症の脳内電位の同期現象	(9)

3. 研究会 ※新型コロナウイルスの影響により日程が変更になる場合があります

区分	研究課題名	開催日
1	細胞の局所コミュニティ研究会	2021. 7. 22 ~ 2021. 7. 23
2	構造情報を基盤とした膜機能分子の生理機能理解に向けて	2021. 9. 6 ~ 2021. 9. 7
3	機能的神経回路の構築と動作を支える分子細胞基盤	2022. 2. 3 ~ 2022. 2. 4
4	上皮膜輸送の多様性・調和機構を基盤とする異分野融合研究の創出	2021. 9. 9 ~ 2021. 9. 10
5	TRPチャネル研究会：相互作用分子との協働が織りなす生理機能とその破綻による病態発現	2021. 5. 27 ~ 2021. 5. 28
6	温熱生理研究会	2022. 2. 3 ~ 2022. 2. 7
7	痛みの研究会	2022. 1. 20 ~ 2022. 1. 21
8	生命を支える硫黄生物学の最前線	2021. 7. 30 ~ 2021. 7. 31
9	比較統合生理学的観点からの循環生理の解析	2021. 11. 18 ~ 2021. 11. 19
10	運動器/代謝系連関による生体機能制御とその変容の仕組み	2021. 9. 18 ~ 2021. 9. 20
11	食の「満足感」を担う分子・神経基盤研究会（食欲・食嗜好研究会）	2021. 9. 27 ~ 2021. 9. 28
12	機能と構造の視覚科学研究会	2021. 9. 1 ~ 2021. 9. 2
13	シナプスの理解深化からの神経回路動態の再考	2021. 11. 09 ~ 2021. 11. 10
14	細胞システム理解のためのシグナル応答原理解明の最前線	2021. 9. 16 ~ 2021. 9. 17
15	幼・小児の成長期における脳機能と運動の発達に関する多領域共同研究	2021. 11. 11 ~ 2021. 11. 12
16	行動の多様性を支える神経基盤とその動作様式の解明	2021. 12. 10 ~ 2021. 12. 11
17	人工知能技術と科学の協調と展開	2021. 7. 16 ~ 2021. 7. 17
18	力学系の視点からの脳・神経回路の理解	2021. 12. 3 ~ 2021. 12. 4
19	脳神経倫理研究会	2022. 1. 27 ~ 2022. 1. 27
20	脳・環境・臓器間ネットワークと社会性	2021. 11. 25 ~ 2021. 11. 26
21	大脳皮質を中心とした神経回路：構造と機能、その作動原理	2021. 12. 2 ~ 2021. 12. 3
22	記憶・学習の多角的理解に向けたアプローチ	2021. 9. 16 ~ 2021. 9. 17
23	運動・行動から紐解く脳神経回路発達メカニズムの異分野融合研究による解明	2021. 9. 10 ~ 2021. 9. 12
24	多様な視点から情動を捉え直す	2021. 9. 15 ~ 2021. 9. 16
25	極限環境適応	2021. 11. 11 ~ 2021. 11. 12
26	スポーツからみる 日常と非日常の神経生理学	2021. 8. 19 ~ 2021. 8. 20
27	新たなステージへと高度化するクライオ電子顕微鏡解析	2021. 11. 16 ~ 2021. 11. 17
28	情動の脳科学的理解に基づく人文系学問の再構築	2021. 9. 10 ~ 2021. 9. 11

4. 生体機能イメージング共同利用実験

- (1)磁気共鳴装置 (MRI)
 - ①生体内部の非破壊三次元観察
 - ②生体活動に伴う形態及びエネルギー状態の連続観察(含む脳賦活検査)
- (2)生体磁気計測装置 (MEG)
 - ①判断、記憶、学習などの高次脳機能発現機序
 - ②感覚機能及び随意運動機能の脳磁場発現機序

区分	研究課題名	使用機器
1	非ヒト霊長類を用いた安静時脳機能結合パターンの操作と理解	MRI
2	マカクザルの構造画像撮影	MRI
3	マカクサルを用いた精神機能と運動機能を向上させるための脳深部刺激療法の確立	MRI
4	マイクロミニブタ早期パーキンソン病モデル脳の超高磁場MRIによる解剖学・組織学・Tractography	MRI
5	共同運動課題時の複数名同時脳活動計測：コミュニケーション形成の神経基盤を探る	MRI
6	相互模倣による行為・意図の共有に関与する神経基盤の解明	MRI
7	拡散強調MRIを用いたマカクサル神経線維結合の検討	MRI
8	意欲-運動連関を支える神経機構の解明	MRI
9	ぬれ感覚の脳内形成機序の探索	MRI

10	語用論的解釈の神経基盤 — 認知要素と情動要素の協働機制的探索	MRI
11	ハイパースキャンMRIを用いた相互作用する二者の言葉のやりとりによる共創的学習と共有イメージの神経基盤の解明	MRI
12	磁気共鳴画像を用いた、日本人英語学習者・外国人日本語学習者の第二言語習得メカニズムの探求	MRI
13	運動イメージの脳内表象の解明	MRI
14	脊髄損傷後の非ヒト霊長類の中枢回路の大規模再編過程の7T MRIによる解析	MRI
15	脳波・機能的MRI同時計測法を用いた睡眠覚醒機構の解明	MRI
16	意図的な立毛生成の神経基盤および情動機能との相互作用の解明	MRI
17	認知的負荷の時間割引の行動・神経機構の解明および先延ばし・アバシーの横断的説明	MRI
18	Gapにより惹起される聴覚誘発脳磁界反応	MEG
19	MEGを利用した聴覚時空間的脳活動の検討	MEG
20	反復・同音語ブライミング効果を用いた漢字熟語を読む際の処理経路の検討	MEG, EEG
21	聴覚情報処理基盤となる音響物理パラメータ特定のための聴覚誘発磁界の計測	MEG
22	脳磁図を用いた運動知覚の神経基盤の解明	MEG
23	手指の運動制御時における感覚運動領域活動の解明	MEG
24	脳磁図を用いた片側良聴耳患者における周波数特異性の研究	MEG
25	感覚情報処理抑制系の機序解明と検査パラダイムの確立	MEG, EEG
26	変化応答としての聴覚後期活動と聴性定常反応の位相変化	MEG, EEG
27	ヒト記号記憶の保持に関わる脳律動信号の波形解析	MEG
28	音声及び音楽刺激に対する神経振動帯域間相互作用の信号源解析	MEG
29	自律神経系の変動特性の安静時脳ネットワークへの影響評価	MRI
30	Positron emission tomography (PET) insert study with a 7T whole-body MRI system	MRI
31	Development of 8-channel parallel transmission technology in 7 Tesla MRI system and its application to research of functional architectures in human association cortices	MRI
32	眼球運動の機能的ネットワークの解析	MRI
33	大脳言語野皮質の層特異的活動の計測	MRI
34	超高磁場機能的磁気共鳴画像法を用いたヒト脳活動の高分解能計測および解析法の研究	MRI
35	骨格筋代謝物質における7T MRS/CSIの最適化と計測法の確立	MRI
36	7T MR装置を用いた血管壁イメージングによる脳血管壁性状と3次元シネ位相コントラスト磁気共鳴法による脳血管血流動態の検討	MRI
37	Personalizing Brain Stimulation Dosage by New Neurostimulation Computational Model	MRI
38	神経アミノ酸マッピングのための化学シフトイメージングの確立	MRI
39	呼吸活動が及ぼす認知パフォーマンス関連の脳活動の解明	MRI
40	7テスラMRIによるヒト第一次体性感覚野の皮質内回路機構の解明	MRI
41	fMRIにおける外側後頭皮質のより特異的なfunctional localizerの探索	MRI
42	意味の創発に関わる内的表象形成メカニズムの解明	MRI
43	機械学習とfMRIを用いた抒情の生じるメカニズムの解明	MRI
44	将来の報酬を期待するヒト脳の価値表象の動的特徴と選択形成の解析	MRI

11.5.1 “Holistic understanding of cardiovascular system by mechanistic analysis of physiological and pathological conditions” (生理および病態時の制御メカニズムの解析から明らかにする心血管系の総体的な理解)

2020年12月25-26日の2日間、オンラインにて、上記タイトルの生理研国際研究集会（代表者：黒瀬等教授（九州大学・薬学研究院），所内対応者：西田基宏教授）が開催されました。分子・オルガネラ（特にミトコンドリア）レベルから生体の代謝調節・心循環機能制御やその変容に関する最先端の研究を展開する次世代若手・女性研究者を中心に、韓国（4）・カナダ（1）・タイ（1）・マレーシア（1）で活躍する研究者7名と国内12名による講演がありました（うち2名は黒瀬教授と井上隆司特任教授（福岡大学医学部）の退職記念講演）。また、15名の大学院生・若手研究者による口頭発表が行われました。参加者は合計135名（うち海外9名）でした。本研究集会では、シグナル伝達・エネルギー代謝と心機能との連関、オルガネラ品質管理、多臓器連関、老化、iPS心筋の実用化、創薬について取り上げました。新型コロナウイルス感染拡大状況を鑑みてオンライン開催とさせていただきますが、対面と変わらないくらい活発な意見交換が行われました。

心臓の再生・修復にはエネルギー代謝を司るミトコンドリアの品質・代謝リプログラミングとの関係が極めて重要です。この分野を先導する研究者であります、Woong Sun 博士（Korea University, 韓国）、Jin Han 博士（Inje University, 韓国）、石原直忠博士（大阪大学）、木村航博士（理研）、柳茂博士（学習院大学）から最新の成果が紹介されました。Yun Seok Kim 博士（Seoul National University, 韓国）から、肝臓における脂肪分解（lipophagy）を標的とした脂肪肝の治療戦略に関する最新の研究成果が紹介されました。井上隆司博士（福岡大学）からは、血管における受容体作動性カチオン流入の電気生理学的発見の歴史から、その分子実体としてのTRPチャネル群の発見およびその電気生理学的特性や制御機構が紹介され、ご自身の長年の研究からわかったことと今なお不明な点を、数理モデルを用いて表現されました。黒瀬博士からは、三量体Gタンパク質ファミリーの心臓リモデリングにおける役割を解明した成果とその創薬的となるGPCRについて最新の成果を紹介していただきました。



生理学研究所国際集会

「生理および病態時の制御メカニズムの解析から明らかにする心血管系の総体的な理解」

Holistic understanding of cardiovascular system by mechanistic analysis of physiological and pathological conditions

開催日：2020 年 12 月 25 日ー 26 日

場所：オンライン開催（世話人：西田基宏）

オーガナイザー：黒瀬等（九大院薬）

講演者数：Memorial Lecture 2 名，Symposium16 名（うち海外 7 名），若手口頭発表 15 名（記載省略）

プログラム

Memorial Lecture

Speaker	Title
Ryuji Inoue (Fukuoka University, Japan)	From receptor-operated Ca^{2+} channels to TRP channels –my personal challenge to understanding elusive but fascinating molecules
Hitoshi Kurose (Kyushu University, Japan)	G protein selectivity of antagonists

Symposium

Speaker	Title
Taichiro Tomida (Toho University, Japan)	Regulatory mechanism of cell fusion in skeletal myogenesis
Hiroyuki Kawagishi (Shinshu University, Japan)	Postnatal loss of gp130 caused impaired cardiac contractility accompanied by inhibition of physiological proliferation of cardiomyocytes
Teruki Sato (Akita University, Japan)	B38-CAP is a bacteria-derived carboxypeptidase which resembles SARS-CoV-2 receptor ACE2 enzyme activity and suppresses hypertension and cardiac dysfunction in mice
Ippei Shimizu (Niigata University, Japan)	Senecule-induced sync-aging promotes pathologies in cardiovascular disorders
Hyoung Kyu Kim (Inje University, South Korea)	Tetrahydrobiopterin enhanced cardiac mitochondrial biogenesis via NOS-independent CaMKK2/PGC-1 α pathway
Supachoke Mangmool (Mahidol University, Thailand)	Adenosine Receptor: Therapeutic Target for Treatment of Cardiac Fibrosis
Amira Hajirah Abd Jamil (University of Malaya, Malaysia)	Energy Metabolism in the Hypoxic and Diabetic hearts
Yun Seok Kim (Seoul Natl Univ. / Dongguk Univ., South Korea)	LXR α Inhibition of Autophagy in Hepatocytes: Impact on Fatty Liver Disease
Yukiko Himeno (Ritsumeikan University, Japan)	Reproducing variable action potential configurations of hiPS-CMs by applying parameter optimization to a mathematical cardiomyocyte model
Woong Sun (Korea University, South Korea)	Prevention of mitochondrial impairment by inhibition of protein phosphatase 1-Drp1 cascade in amyotrophic lateral sclerosis
Mariko Omatsu-Kanbe (Shiga Univ. of Med. Sci., Japan)	Property and possible role of cardiac progenitors atypically-shaped cardiomyocytes
Jin Han (Inje University, South Korea)	BH4 activates CaMKK2 and rescues the cardiomyopathic phenotype in rodent models of diabetes
Tsukasa Shimauchi (Laval University, Canada)	Role of PARP1-PKM2 axis in the pathogenesis of Right Ventricular Failure associated with Pulmonary Arterial Hypertension
Naotada Ishihara (Osaka Univ. / Kurume Univ., Japan)	Dynamic regulation of mitochondrial membrane in cellular signaling and differentiation
Shigeru Yanagi (Gakushuin University, Japan)	Protective roles of MITOL against myocardial senescence and ischemic injury partly via Drp1 regulation
Wataru Kimura (RIKEN, Japan)	Metabolic adaptation in the regulation of cardiomyocyte cell cycle ~how mammals deal with a mismatch between development and birth timing?

総合研究大学院大学 生命科学研究科生理科学専攻の概要

近年、我が国において独創的な学術研究の推進や先導的分野の開拓の重要性が強く叫ばれており、それを支える創造性豊かで高度な研究者の養成が緊急の課題となっています。また、我が国の学術研究の国際化の進展と、従来の学問分野の枠を越えた学際領域、複合領域の研究の発展にともなって、幅広い視野を持つ国際性豊かな研究者の養成に格段の努力を払わなければならない時期を迎えています。

総合研究大学院大学は、大学共同利用機関との緊密な関係及び協力の下に、その優れた研究機能を活用して、高度で、かつ国際的にも開かれた大学院教育を行い、学術研究の新しい流れに先導的に対応できる幅広い視野を持つ創造性豊かな研究者の養成を目的として、1988年10月に開学、1989年4月から大学院生の受入れを開始しました。文化科学研究科、物理科学研究科、高エネルギー加速器科学研究科、複合科学研究科、生命科学研究科、先導科学研究科の6研究科から成り、生命科学研究科は国立遺伝学研究所を基盤とする遺伝学専攻、基礎生物学研究所を基盤とする基礎生物学専攻、それに生理学研究所を基盤とする生理科学専攻の3専攻から構成されています。生理科学専攻の概要は以下のとおりです。

1. 教育研究の概要と特色

本専攻では、人体の機能を総合的に研究する研究者の養成を行っています。生理科学は、生物科学と共通の基盤を有しつつ、基礎医学の諸科学を統合する中心的な役割を果たし、臨床医学の諸分野とも極めて深い関係を保っています。本専攻では、生理科学の本来の理念に立って、生体の基本構造である分子レベルから、システムとして構成される個体のレベルに至るまで、その機能を多角的に追究し得るよう教育・研究指導を行い、医学及び生命科学全般にわたる広い視野を持たせるよう指導を行っています。

2. 複数の課程制度による多様な人材の受入

本専攻は5年一貫制博士課程として、大学を卒業した者及びそれと同等と認められる者、3年次編入として、修士課程修了者及びそれと同等と認められる者（医学、歯学、獣医学の課程卒業者を含む）を受け入れています。5年一貫制については5年以上在学して所定の単位を修得、3年次編入については3年以上在学して所定の単位を修得、それぞれ必要な研究指導を受けた上、在学中の研究成果をとりまとめた博士論文を提出し、その審査及び試験に合格した者に博士（学術）、博士（理学）又は博士（脳科学）の学位を授与しています。なお、別に定めた要件に該当する者については博士論文の内容により博士（医学）の学位を授与しています。入学定員は5年一貫制が3名、3年次編入が6名です。入学時期は4月と10月の2回あり、それに合わせて入試も8－9月と1月の2回行っています。また学位審査および授与も9月と3月の2回行われます。

3. 入学受入方針（アドミッションポリシー）

3-1. 生命科学研究科の基本方針

生命科学研究科は、生命現象とそれらのメカニズムを分子から個体、集団に至るさまざまなレベルで捉え、生命科学の発展に資する高度な教育・研究を行っています。基盤となる大学共同利用機関の研究環境を最大限に生かして、多様な学修歴や経験を有する学生に対応した柔軟な大学院教育を実施し、国際的に通用する広い視野を備える優れた研究者の養成を目指しています。

3-2. 生理科学専攻の基本方針

生理科学専攻では、生体の基本ユニットである分子・細胞から、ユニットの統合したシステムである個体に至るまで、さまざまなレベルで生体機能とそれらのメカニズムを多角的に追究し得る人材を養成する教育・研究指導を行っています。これらを通して、医学、神経科学及び生命科学全般にわたる広い視野と分野を切り拓く先見性を有する優れた研究者を養成します。

3-3. 生理科学専攻の求める学生像

生理科学専攻の基本方針を理解してそれに共感し、「深

い知性と豊かな感性を備え、広い視野をもった高度な研究者」として育成するのに相応しい学生。

3-4. 入学者選抜の基本的な考え方

- 1) 入学者選抜は、生理科学専攻の基本方針に相応しい入学者を適切に見いだすという観点から行います。
- 2) 学力検査のみならず、入学志願者の個性や資質、意欲等、多様な潜在能力も勘案し、多面的な選抜方法を採用しています。
- 3) 学力検査においては、理解力、表現力、思考力、英語力等をみる総合的な試験を実施しています。

4. 博士論文審査評価基準

生理科学専攻は、生理科学の分野において主体的に研究を遂行する能力を有していると認められる者に学位を授与しています。主に博士論文によって判定しますが、当該分野の発展に寄与するような本質的で新しく高度な研究成果を含む必要があります。具体的には、査読付き学術論文、あるいはそれに相当すると認定される研究を基準とします。併せて、当該分野を俯瞰する深い学識、将来を展望する豊かな構想力、英語を用いて議論・発表する能力、生命現象に対する真摯な態度、研究者としての倫理性も求められます。

5. カリキュラム

5-1. 生理科学専門科目

大学院生が分子、細胞、神経回路、個体に至るさまざまなレベルでの生理学、神経科学の基礎知識を系統的に学習するために、生理科学専攻が計画的に設定している専門科目です。1年に2つの講義科目を設定して、前期・後期に1つずつ開講しています。各講義は8回(1回2時間)程度行われます。5年一貫制課程入学者は受講が強く推奨されています。広い視野をもって新しい研究分野を開拓できる研究者になることを期待して生理研が力を入れている授業科目です。

2020年度(2020年4月～2021年3月)には以下の2つの専門科目の講義が行われました。

- ・5月～7月「システム脳科学Ⅰ」定藤規弘教授、磯田昌岐教授、南部篤教授、北城圭一教授(オンライン)
- ・10月～12月「生体調節機能Ⅰ」箕越靖彦教授、西田基宏教授、富永真琴教授(オンライン)

2021年度(2021年4月～2022年3月)には以下の2つの専門科目の講義が行われる予定です。

- ・4月～6月「分子細胞生理学Ⅱ」久保義弘教授、深田正紀教授、古瀬幹夫教授、村田和義特任教授(オンライン)
- ・10月～12月「基盤神経科学Ⅱ」鍋倉淳一所長、吉村由美子教授、根本知己教授、窪田芳之准教授(オンライン)

5-2. 生理科学特別講義

毎月1名の講師が専門とする分野の基礎から最新の知識に至るまで、1回2時間程度、講師自身の研究を含めて解説します。生理科学の幅広い知識を吸収してもらうために開設しています。

5-3. 生理科学研究技術特論

生理科学専攻に入学した大学院生は、入学後の2週間程度は所属研究室以外で研修を行うことが義務付けられており、この研修を単位化したものです。所属研究室以外の研究室で、生理学研究に必要なさまざまな方法論と実験技術について、具体例にもとづいて学習します。所属研究室以外にもネットワークを張り、より豊かな大学院生活を過ごす機会を作るものです。

5-4. 生命科学実験演習

所属研究室で専門的研究と学位論文の作成を行います。

5-5. 生命科学プロGRESS

大学院で行う研究および研究発表に対して指導教員とそれ以外の教員が助言を行うものです。

5-6. 生命科学論文演習

最新の生命科学論文の紹介、解説、議論を通じて、最新の生理学の知識を修得すると共に論文の理解力を身につけます。各研究室で教員の指導のもとに行われる文献紹介セミナー、ジャーナルクラブなどが相当します。

5-7. 生命科学セミナー

生命科学の最先端研究を直接当該研究者から学びます。生理研では年間50回程度の所内外の研究者によるセミナー及び、年間20回程度の研究会が行われています。これらのセミナーや研究会に出席し、最先端の知識を修得すると共に、研究者本人と直接議論して論文や本では得られない機会を与えるものです。

5-8. 英語教育

外国人英語教師による口頭表現のトレーニングを行っており、英語による発表や討論の力を身につけることができます。

6. 年間行事

6-1. 中間発表会

毎年12月に大学院生によるポスター発表会を行います。D2とD4の大学院生は発表が義務付けられています。指導教員以外の多くの教員や大学院生からコメントをもらい、研究の発展に役立てるプロGRESSの重要な契機であると共に、発表練習の場ともなっています。

6-2. 生命科学リトリート

総研大の支援を受けて毎年秋から冬に2～3日間行われる行事で、生命科学研究科3専攻と先導科学研究科生命共生体進化学専攻が合同でセミナーを行っています。

大学院生や教員による研究発表や講演、外部講師による講演が行われます。地理的に離れた場所に存在する生命科学関係の他専攻との人的交流の貴重な機会です。

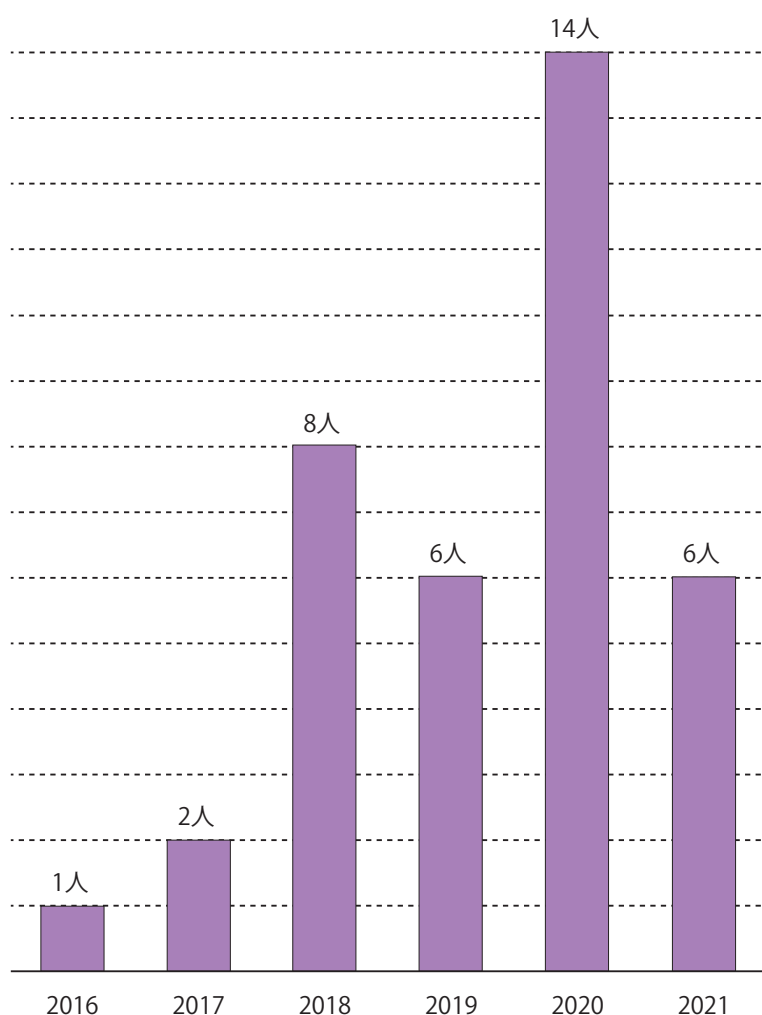
6-3. 博士論文中間発表会

学位を申請する予定の大学院生が提出予定の研究内容を口頭で発表する公開の発表会で、9月の学位を予定する大学院生は4月に、3月に予定する大学院生は10月に発表会で発表する必要があります。あらかじめ決められた審査委員による予備審査の意味を持つと共に、学位論文作成に向けて追加実験や考察を深める機会を与えるものです。

6-4. 体験入学

総研大の支援を受けて、生理学・神経科学分野に進むことを考えている学部学生を主な対象として、1週間から2ヶ月程度夏季に体験入学を受け入れています。

生理科学専攻大学院学生数(2021年度在学学生)



生理研においては、国際的研究機関として以下のような国際交流が盛んに行われています。生理研には外国人客員研究職員を招聘する制度があり、この枠組みを活用して一流の研究者が中長期滞在して共同研究を行っています。外国人客員教授には共同研究の実施の傍ら、若手研究者の教育等にも協力していただいています。2014年度には外国人客員教授が3年の任期で Principal Investigator (P.I.) として運営する「国際連携研究室」を設置し、第三期となる2020年度からは、第二期に引き続き、Denis Le Bihan 教授（フランス原子力・代替エネルギー庁・Neurospin, 元 Director）が P.I. として研究室を運営しています。その他、日本学術振興会外国人特別研究員の制度等を利用して、海外のポストドク研究者や大学院生が滞在しています。また、多数の留学生が総合研究大学院大学・生理科学専攻に入学し、生理研所属の大学院生として活発に研究活動を行っています。

生理研の主要な国際交流活動のひとつとして、生理研国際シンポジウムが毎年連綿と開催されています。生理研の教授がオーガナイザーを務め、海外より10名程度、国内からもほぼ同数の一流研究者を招聘して行うもので、総参加者数は例年100-150名程度です。2019年度の第50回生理研国際シンポジウムは、12月4日ー12月7日の3日間、“MIRACLES in Cardiovascular Physiology”と題し、岡崎コンファレンスセンターにて開催されました（オーガナイザー：西田基宏教授）。海外講演者8名と国内講演者18名に講演いただき、また、40題のポスター発表が行われました。参加者は、招待講演者を含め約100名でした。2020年度には“細胞間結合タイトジャンクション（仮題）”と題した第51回生理研国際シンポジウム（オーガナイザー：古瀬幹夫教授）の開催を予定していましたが、新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の拡大の影響により、2021年度に延期されました。また、2008年

度より生理研研究会の国際版である国際研究集会が開始され、2020年度は、所外にて1件をオンラインで開催しました。

生理研は、Korea 大学医学部および Yonsei 大学医学部・歯学部（韓国）、チュービンゲン大学 Werner Reichardt 統合神経科学センター（ドイツ）、チュラロンコン大学薬学部（タイ）、ニューサウスウェールズ大学医学部（オーストラリア）、ニューロスピ（フランス）、マギル大学（カナダ）の各機関と、国際学術交流協定を締結し、活発な相互学術交流活動を行っています。2020年度には、Korea 大学および Yonsei 大学との学術交流協定の期間延長のための調印式をオンラインにて実施しました（図1、2）。2019年度には、マギル大学に8名の研究者を派遣して合同シンポジウムおよびワークショップを実施するとともに、マギル大学の2名の大学院生が生理研に約5週間滞在し共同研究に取り組みました。また、8名の大学院生を含む24名の研究者を Korea 大学に派遣して、Korea 大学および Yonsei 大学との合同シンポジウムを、8名の研究者をチュラロンコン大学に派遣して合同シンポジウムを、それぞれ行いました。さらに、チュービンゲン大学および北京大学との合同シンポジウムを、13名の海外研究者を招いて生理研にて開催しました。2020年度も、マギル大学との合同シンポジウムを生理研にて、チュービンゲン大学との合同シンポジウムをドイツにて開催することを計画していましたが、COVID-19の影響により延期されました。2021年度はCOVID-19の拡大の状況を注視しつつ、オンラインでの実施も視野に入れて国際交流活動を再び活発化させたいと考えています。

これら以外にも、生理研内の予算や自然科学研究機構のプロジェクトの予算、および外部から獲得した各種研究費を使用して研究者を招聘もしくは派遣し、多数の国際共同研究を実施し、優れた成果を挙げています。



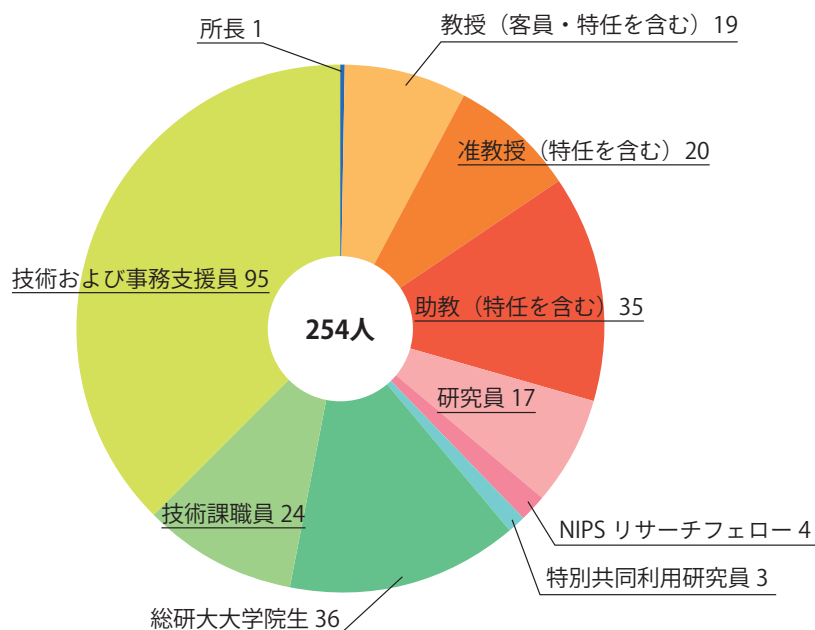
図1 Korea 大学医学部との学術交流協定の期間延長のためのオンライン調印式



図2 Yonsei 大学医学部および歯学部との学術交流協定の期間延長のためのオンライン調印式

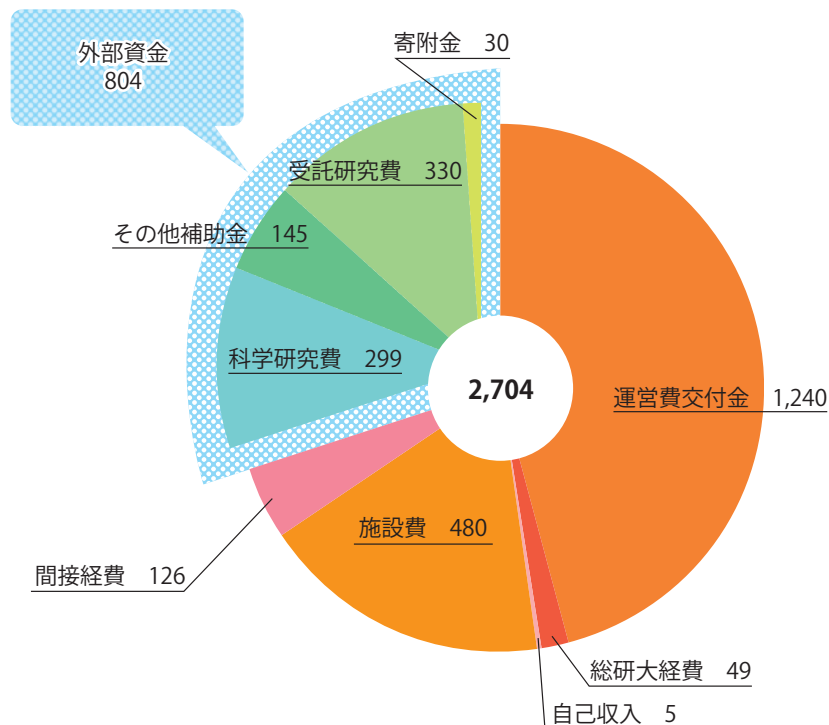
研究所の現況

研究所の人員構成



2021年5月1日現在

研究所の財政規模（2020年度 決算額ベース／単位:百万円）



生理学研究所では国からの補助（運営費交付金・総研大経費）に加え、各研究者の努力により科学研究費、受託研究費など多くの競争的資金を獲得して研究を行っています。

岡崎共通施設

▶ 岡崎情報図書館

岡崎情報図書館は、岡崎 3 機関の図書、雑誌等を収集・整理・保存し、岡崎 3 機関の職員、共同利用研究者等の利用に供しています。

(主な機能)

1. 職員証・入構証による 24 時間利用。
2. 情報検索サービス
(Web of Science, SCOPUS, SciFinder 等)。



▶ 岡崎コンファレンスセンター

学術の国際的及び国内的交流を図り、機構の研究、教育の進展に資するとともに、社会との連携、交流に寄与することを目的とした施設。大隅ホール 208 名、中会議室 112 名、小会議室 (2 室) 各 50 名の利用ができます。



大隅ホール

▶ 岡崎共同利用研究者宿泊施設

共同利用研究者等の宿泊に供するため、共通施設として宿泊施設「三島ロッジ」〔個室 51, 特別個室（1 人用）9, 特別個室（2 人用）4, 夫婦室 10, 家族室 14 戸〕及び明大寺ロッジ〔個室 14, 家族室 3 戸〕があり、共同利用研究者をはじめ外国人研究員等に利用されています。



明大寺ロッジ

宿泊施設

	シングル ルーム(室)	ツイン ルーム(室)	ファミリー ルーム(室)
三島 ロッジ	60	14	12
明大寺 ロッジ	14	—	3

▶ さくら保育園

さくら保育園は、研究と子育ての両立を支援するために設立された機構内託児施設です。

生後 57 日目からの受け入れが可能で、研究者のスムーズな研究現場への復帰を支援しています。

対象年齢：生後 57 日～満 3 歳に達する年度末まで

定員：18 名

利用対象者：岡崎 3 機関に常時研究等に従事する職員，
来訪研究員，大学院生。

開園日：月曜日～金曜日

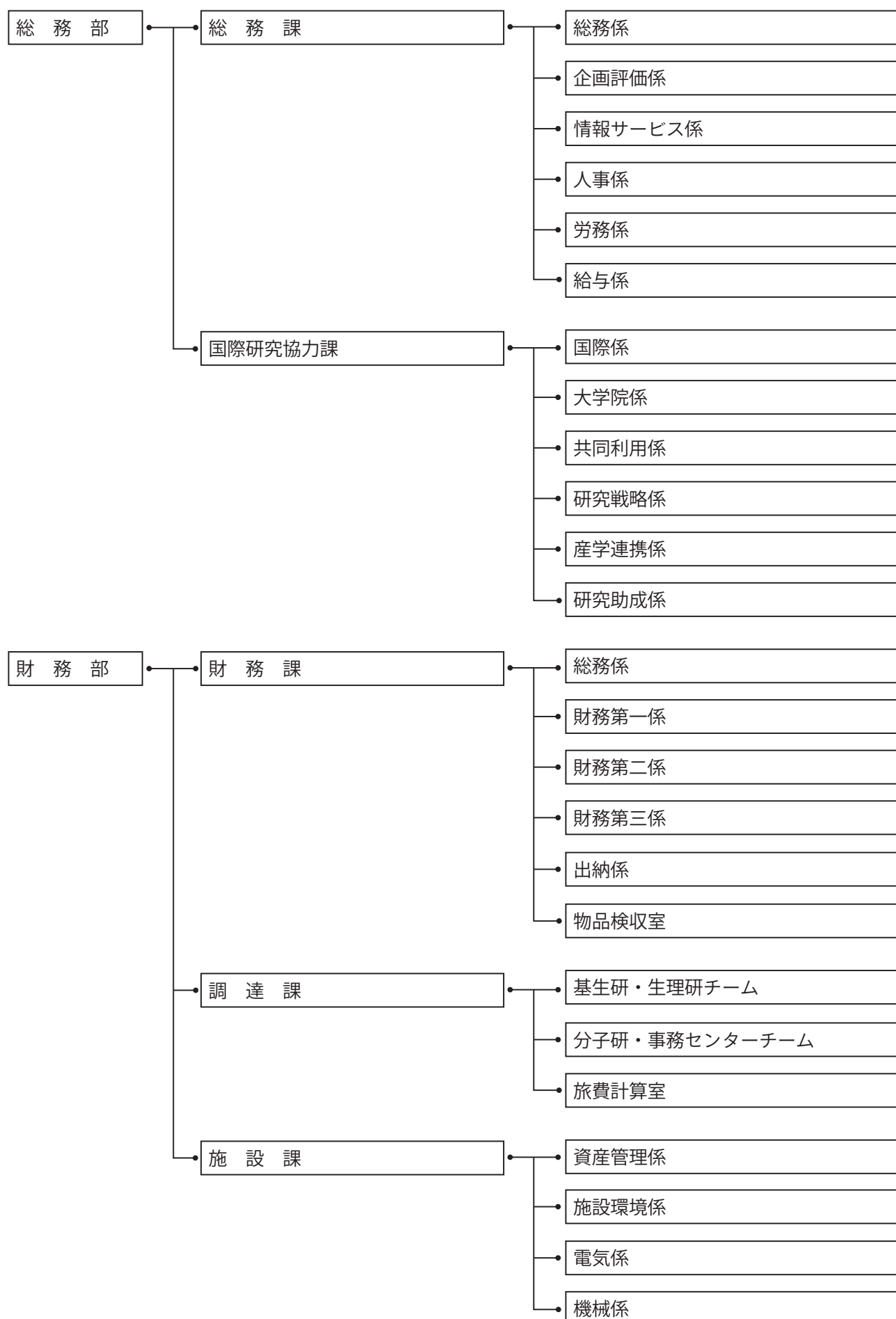
開園時間：8：00～19：00

（最大延長 20：00）

保育形態：常時保育，一時保育



自然科学研究機構岡崎統合事務センター



位置・配置図

地区別	利用区分
明大寺地区	生理学研究所・基礎生物学研究所・分子科学研究所・岡崎統合事務センター・職員会館・職員住宅・宿泊施設（明大寺ロッジ）
三島地区	岡崎コンファレンスセンター・宿泊施設（三島ロッジ）
竜美地区	職員住宅
山手地区	生命創成探究センターほか



交通案内

○東京方面から

豊橋駅にて名古屋鉄道（名鉄）に乗換え，東岡崎下車（豊橋－東岡崎間約 20 分）。南口より徒歩約 7 分。

○大阪方面から

名古屋駅下車，名鉄（名鉄名古屋駅）に乗換え，東岡崎駅下車（名鉄名古屋－東岡崎間約 30 分）。南口より徒歩約 7 分。

○中部国際空港から

<バス>

名鉄バス東岡崎（駅）行きを利用。所要約 65 分。
東岡崎（駅） から南口より徒歩約 7 分。

<電車>

名鉄神宮前駅で豊橋方面乗換え，東岡崎駅下車（空港－東岡崎駅約 60 分）。南口より徒歩約 7 分。

○自動車利用の場合

東名高速道路の岡崎 I.C. を下りて国道 1 号線を名古屋方面に約 1.5km 市役所南東の信号を左折。
I.C. から約 10 分。



職員索引

ア行



揚妻 正和
18
特任准教授
*生体恒常性発達研究部門



石井 宏和
20
特任助教
*バイオフィotonics研究部門



泉 裕士
13
准教授
*細胞構造研究部門



磯田 昌岐
21 30
教授
*認知行動発達機構研究部門
*脳機能計測・支援センター長



乾 幸二
33
客員教授
*生体機能情報解析室



上原 一将
23
助教
*神経ダイナミクス研究部門



植松 明子
21
特任助教
*認知行動発達機構研究部門



浦久保 秀俊
32
特任助教（プロジェクト）
*電子顕微鏡室



浦野 徹
44 48
特命教授
*研究力強化戦略室
*動物資源共同利用研究センター



榎木 亮介
20
准教授
*バイオフィotonics研究部門



大谷 哲久
13
助教
*細胞構造研究部門



大塚 岳
34
助教
*時系列細胞現象解析室



大友 康平
20
助教
*バイオフィotonics研究部門



大野 伸彦
17
客員教授
*超微形態研究部門



大橋 正人
13
助教
*細胞構造研究部門



岡崎 由香
23
助教
*神経ダイナミクス研究部門

カ行



加塩 麻紀子
14
特任准教授（プロジェクト）
細胞生理研究部門



狩野 方伸
27
客員教授
*学術研究支援室



菊地 晶裕
16
特任助教
*生殖・内分泌系発達機構研究部門



北城 圭一
23 44
教授
*神経ダイナミクス研究部門
*研究力強化戦略室



久保 義弘
9 25 26 44
教授
*神経機能素子研究部門
*研究連携センター長
*共同利用研究推進室
*研究力強化戦略室



窪田 芳之
32
准教授
*電子顕微鏡室



小池 耕彦
24
助教
*心理生理学研究部門



郷 康広
21
特任准教授
*認知行動発達機構研究部門



郷田 直一
24
助教
*心理生理学研究部門



小林 憲太
36
准教授
*ウィルスベクター開発室



小林 俊寛
37
准教授（兼任）
*遺伝子改変動物作製室



近藤 邦生
16
助教
*生殖・内分泌系発達機構研究部門

サ行



齋藤 茂
14
助教
*細胞生理研究部門



佐竹 伸一郎
34
助教
*時系列細胞現象解析室



定藤 規弘
24 33
教授
*心理生理学研究部門
*生体機能情報解析室



佐野 裕美
22
助教
*生体システム研究部門



澤本 和延
12
客員教授
*神経発達・再生機構研究部門



下村 拓史
9
助教
*神経機能素子研究部門



曾我部 隆彰
14
准教授
*細胞生理研究部門



宋 致敏
11
特任助教
*生体分子構造研究部門



立山 充博
9
准教授
*神経機能素子研究部門



田中 智弘
15
特任助教
*心循環シグナル研究部門



近添 淳一
33
准教授 (兼任)
*生体機能情報解析室



知見 聡美
22
助教
*生体システム研究部門



堤 元佐
20
特任助教
*バイオフィotonクス研究部門



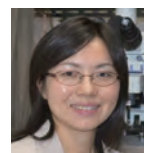
戸松 彩花
20
特任准教授
*認知行動発達機構研究部門



富永 真琴
14 35 41 43 48
教授
*細胞生理研究部門
*行動・代謝分子解析センター長
*医学生理学教育開発室
*安全衛生管理室
*動物実験コーディネータ室



鍋倉 淳一
18
生理学研究所長・教授
*生体恒常性発達研究部門



鳴島 円
18
准教授
*生体恒常性発達研究部門



南部 篤
22 28 36 44
教授
*生体システム研究部門
*NBR事業推進室
*ウィルスベクター開発室
*研究力強化戦略室



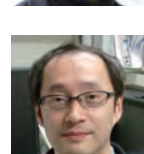
西尾 亜希子
26 44
特任助教
*共同利用研究推進室
*研究力強化戦略室



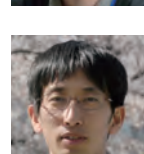
西島 和俊
38 48
教授
*多階層生理機能解析室
*動物資源共同利用センター



西田 基宏
15
教授
*心循環シグナル研究部門



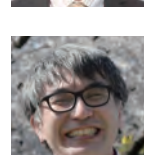
西村 明幸
15
特任准教授
*心循環シグナル研究部門



二宮 太平
21
助教
*認知行動発達機構研究部門



根本 知己
20
教授
*バイオフィotonクス研究部門



則武 厚
21
助教
*認知行動発達機構研究部門

ナ行



中川 恵理
24
特任助教 (プロジェクト)
*心理生理学研究部門



中島 健一郎
16
准教授
*生殖・内分泌系発達機構研究部門

タ行



高田 昌彦
27
客員教授
*学術研究支援室

ハ行



畑中 伸彦
22
助教
*生体システム研究部門



林 健二
19
助教
*視覚情報処理研究部門



平林 真澄
37
准教授
*遺伝子改変動物作製室



深田 正紀
10 39 44
教授
*生体膜研究部門
*情報処理・発信センター長
*研究力強化戦略室



深田 優子
10
准教授
*生体膜研究部門



福永 雅喜
24
准教授
*心理生理学研究部門



藤原 佐知子
13
特任助教
細胞構造研究部門



古瀬 幹夫
13 32
教授
*細胞構造研究部門
*電子顕微鏡室



堀内 浩
18
特任助教
*生体恒常性発達研究部門

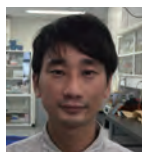
マ行



丸山 めぐみ
27 44
特任准教授
*学術研究支援室
*研究力強化戦略室



箕越 靖彦
16 44 48
教授
*生殖・内分泌系発達機構研究部門
*研究力強化戦略室
*動物資源共同利用研究センター長



宮崎 裕理
10
特任助教
*生体膜研究部門



村越 秀治
31
准教授
*多光子顕微鏡室



村田 和義
11 32
特任教授
*生体分子構造研究部門
*電子顕微鏡室



横山 寛
23
特任助教
*神経ダイナミクス研究部門



吉村 由美子
19 34 44
教授
*視覚情報処理研究部門
*時系列細胞現象解析室
*研究力強化戦略室



米田 泰輔
19
特任助教
*視覚情報処理研究部門

ラ行

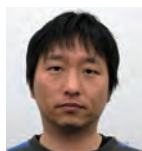


LE BIHAN, Denis
29
外国人客員教授
*国際連携研究室

ヤ行



山肩 葉子
38
助教
*多階層生理機能解析室



山本 哲也
24
特任助教（プロジェクト）
*心理生理学研究部門



横井 功
21
助教
*認知行動発達機構研究部門



横井 紀彦
10
助教
*生体膜研究部門



生理学研究所要覧 2021

発行 2021年7月1日

編集者 深田正紀

発行者 自然科学研究機構

生理学研究所

〒444-8585 岡崎市明大寺町字西郷中 38

電話:0564-55-7700 ファックス:0564-52-7913

<https://www.nips.ac.jp>





自然科学研究機構
生理学研究所

〒444-8585 岡崎市明大寺町字西郷中38 TEL.0564-55-7700 FAX.0564-52-7913

<https://www.nips.ac.jp>