



第5回 脳プロ公開シンポジウム

脳科学

基礎研究が支える

2013年2月2日(土)
学術総合センター

日本発、
世界へ

開催に当たって

文部科学省では『社会に貢献する脳科学』の実現を目指し、社会への応用を明確に見据えた脳科学研究を戦略的に推進するため、脳科学委員会における議論を踏まえ、重点的に推進すべき政策課題を設定し、その課題解決に向けて「脳科学研究戦略推進プログラム」（「脳プロ」）を平成20年度より実施しています。

脳プロでは、本事業による研究成果や活動について、広く一般の皆様に御理解を深めていただくとともに、多くの御意見、御要望を頂くことを目的として、毎年、公開シンポジウムを開催しております。今回は、脳プロ開始から5年目を迎え本年度で終了する研究課題を中心にその成果を御紹介するとともに、日本の脳科学研究の今後を考えるパネルディスカッションを行います。これらの講演や体験展示を通じて、本事業の成果や活動に触れていただき、幅広い御意見を頂けると幸いです。

今後とも、皆様方の御支援・御協力を頂きますよう、よろしくお願いいたします。

文部科学省「脳科学研究戦略推進プログラム」

日本発、
世界へ

基調講演

基礎研究が支える脳科学 ー日本初、世界へー

中西 重忠(なかにし しげただ)

脳科学研究戦略推進プログラム プログラムディレクター

〈略歴〉

1966年 京都大学医学部卒業。1971年 同大学院医学研究科修了、米国国立衛生研究所客員研究員。1974年 京都大学医学部助教授。1981年 同教授。1999年には同大学大学院生命科学研究所教授を併任。2005年4月より、公益財団法人大阪バイオサイエンス研究所所長。



Point

- 神経・精神疾患の診断・治療・予防法の確立
- ブレイン・マシン・インターフェース：脳機能の解読と回復
- ヒト・霊長類を対象とした脳研究の基盤技術の開発

高齢化と高度な情報化社会が進む我が国においては、認知症や運動障害などの神経疾患、さらにうつ病や統合失調症などの精神疾患が個人の生活においても社会全体としても大きな問題となっています。「脳科学研究戦略推進プログラム」は「社会に貢献する脳科学」の実現を目指し、脳科学研究を戦略的に推進するために平成20年から開始された脳研究の支援プログラムです。この中で課題A及びBは、著しい進展が見られる情報科学を駆使して脳情報の解読を進め、その理解の下に脳活動を精緻に操作して、障害を受けた脳機能の回復、補完を可能にするブレイン・マシン・インターフェース(BMI)の開発と応用を進めています。一方、課題Cは分子生物学的な方法を導入して、霊長類の脳機能を自在に操作する新しい基盤技術の開発を進め、またトランスジェニックマーマーモセットの作製によって新たな脳研究の展開を図り、より高次の脳機能の解明を目指しています。本シンポジウムでは平成24年度で終了する課題A～Cのプログラムの主旨、目的、その成果を御紹介し、立花隆氏をお迎えして、今後の脳研究の方向性と発展性を議論したいと思います。

脳科学研究戦略推進プログラムの課題

- ・現代社会が直面する様々な課題の克服に向けて、脳科学に対する社会からの期待が高まっている。
(例 アルツハイマー病などの認知症とされる人:約170万人、うつ病などの気分障害:約90万人、自殺者の数:毎年約3万人など)
- ・そのため「社会に貢献する脳科学」の実現を目指し、社会への応用を見据えた脳科学研究を戦略的に推進する。

課題 A, B (H20-24)	脳の情報を計測し、脳機能をサポートすることで、身体機能を回復・補完する機械を開発 (情報脳)	
課題 D (H21-)	社会性障害(自閉症、統合失調症等)の解明・診断等に資する先導的研究 (社会脳)	
課題 E(H22-) F(H24-)	うつ病や睡眠障害、認知症等の予防・治療法に資する基礎・基盤研究 (健康脳) ー心身の健康を支える脳機能や健康範囲を逸脱するメカニズム解明	
課題 C (H20-24)	脳研究に役立つ実験動物の開発 ー遺伝子工学を駆使し、脳科学研究を飛躍的に向上させる モデル動物を世界に先駆け開発	
課題 G (H23-)	神経情報基盤の構築 ー複雑かつ多階層な脳機能を解明するために、脳の多種類・多階層情報を集約化・体系化した技術基盤を構築	

社会への応用を見据えた研究
脳研究の基盤

これらの研究開発を通して、精神・神経疾患の原因解明や予防・治療法の基盤を与え、医療・福祉のみならず国民の生活の質の向上に寄与

講演1

脳の機能を明らかにして、失われた機能を代償し、回復する

川人 光男(かわとみつお)

株式会社国際電気通信基礎技術研究所 脳情報通信総合研究所 所長・ATRフェロー

《略歴》

1976年 東京大学理学部物理学科卒業。1981年 大阪大学大学院博士課程修了、同年助手。1987年 大阪大学大学院講師。1988年 株式会社国際電気通信基礎技術研究所(ATR)に移る。2003年 ATR脳情報研究所所長。2004年 ATRフェロー、IEICEフェロー。2010年より現職。



Point

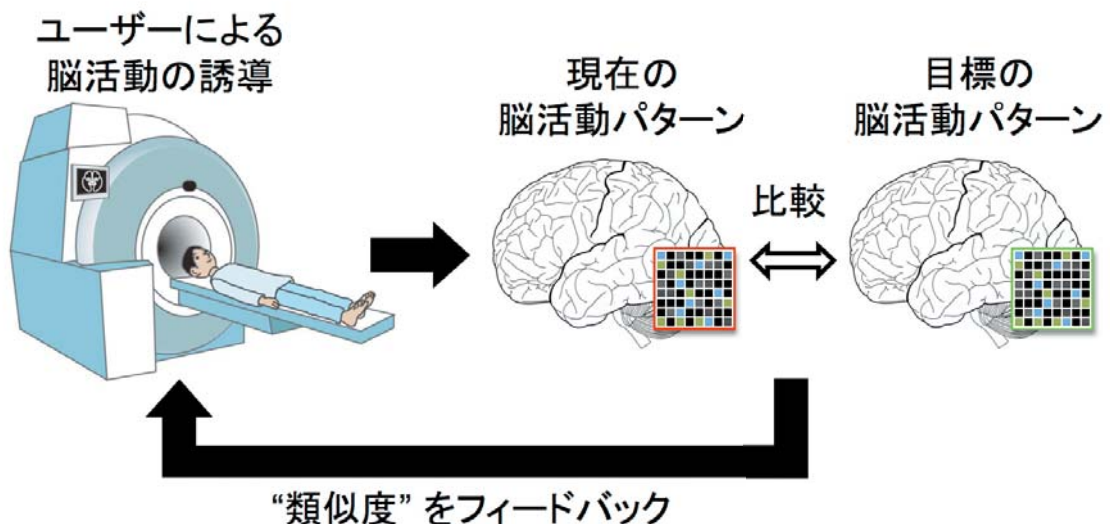
- ブレイン・マシン・インターフェースは、失われた機能を代償し、回復する、システム神経科学の応用分野です。
- 基礎研究の50年間の積み重ねの末に、現在応用が花開いています。
- コミュニケーションを助け、精神・神経疾患を治療することが可能になります。

ブレイン・マシン・インターフェースは、失われた機能を代償し、回復を助ける事を目的としたコンピュータを含む人工的な電気回路であると定義できます。人工内耳や脳深部刺激などが実用化されてから30年近くたち、世界で何十万人の方の福音になっています。最近では、コミュニケーションを含む運動機能の代償と治療応用が大変進み、既に実用化されつつあります。

このような応用には、霊長類や昆虫、またヒトを対象とした50年近くに及び基礎研究の積み重ねが必須でした。特に、神経系の活動を電氣的に記録して解析するシステム神経科学の研究、脳の外側から脳を傷つけずに活動を測り、脳で表現されている情報を読み解くデコーディング研究が応用の核になりました。

脳科学研究戦略推進プログラム課題Aでは、基礎、臨床、工学系の異なる背景を持つ研究者が緊密に共同することにより、幾つかの分野で世界をリードする成果が得られました。例えば、体内に完全に埋め込んで義手ロボットを制御できるシステムの開発や、薬とは全く異なる精神・神経疾患の治療法の原理の発見です。

デコーディッドニューロフィードバック法(DecNef)の仕組み



デコーディッドニューロフィードバック法の仕組み

講演2

BMIがリハビリテーションに新たな可能性を拓く

里宇 明元(りう めいげん)

慶應義塾大学 医学部 リハビリテーション医学教室 教授

〈略歴〉

1979年 慶應義塾大学医学部卒業。1984年 米国ミネソタ大学リハビリテーション科レジデント研修。1987年 日本リハビリテーション医学会リハビリテーション科専門医取得。1989年 医学博士号取得。2002年 慶應義塾大学医学部 助教授。2004年より現職。



Point

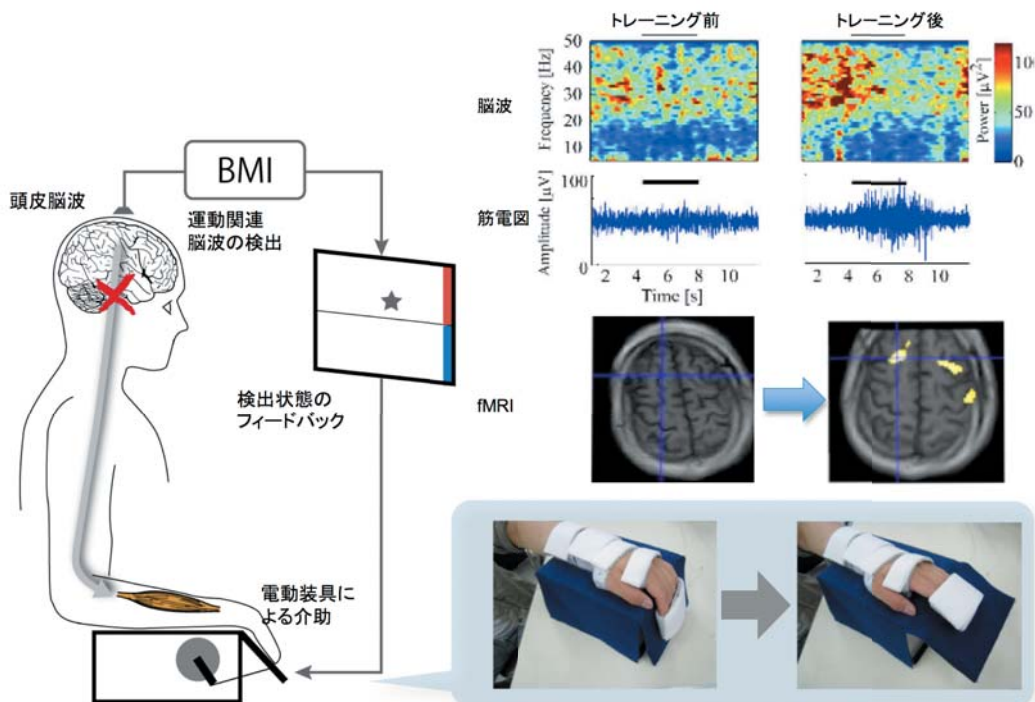
- 革新的医療技術の実用化は、肢体不自由者の生活の質の向上と社会参加のために重要です。
- 脳波BMIでインターネット上の仮想世界のアバターを制御することに成功しました。
- BMIリハビリにより、重度上肢麻痺の回復が得られる可能性が示されました。

肢体不自由者を支援するための革新的医療技術の開発・実用化は、生活の質(QOL)の向上と社会参加のために重要です。BMIは脳機能の一部と機械を融合させ、外界を操作する技術ですが、その臨床応用が実現すれば大きな福音になると期待されます。

私たちはBMI技術のリハビリへの応用を担当し、以下の成果を上げてきました。

- 1) 頭皮上脳波から運動イメージに関連した情報を高い精度で取り出す信号処理方法を考案し、実用レベルの脳波BMIを開発しました。これを用いてインターネット上の仮想世界のアバターを念じただけで制御することに成功するとともに、運動イメージで手指を動かすことが可能な電動装具を開発しました。
- 2) 脳波BMIと電動装具を用いたリハビリにより、従来、治療困難であった重度上肢麻痺の回復が得られる可能性があることを見いだしました。現在、その効果を臨床評価、脳機能イメージング、電気生理学などを用いて検証するとともに、臨床応用に向けた製品化を進めています。

BMI技術の確立と臨床応用により、失われた機能の代償にとどまらず、脳の可塑性を誘導し、障害そのものを回復させる新たなリハビリが展開することが期待されます。



BMIリハビリにより重度麻痺筋に筋活動が誘発され、fMRIでも脳の可塑的变化が起こることが示された

講演3

ウイルスベクターを用いた霊長類の神経回路機能解析

伊佐 正(いさ ただし)

自然科学研究機構 生理学研究所 教授

《略歴》

1985年 東京大学医学部医学科卒業。1989年 東京大学大学院医学系研究科修了(医学博士)。1988年 スウェーデン王国イエテボリ大学客員研究員(～1990年)。1989年 東京大学医学部附属脳研究施設助手(～1993年)。1993年 群馬大学医学部講師(～1995年)。1995年 群馬大学医学部助教授。1996年 岡崎国立共同研究機構生理学研究所教授。2004年 改組により、自然科学研究機構 生理学研究所教授(現職)。



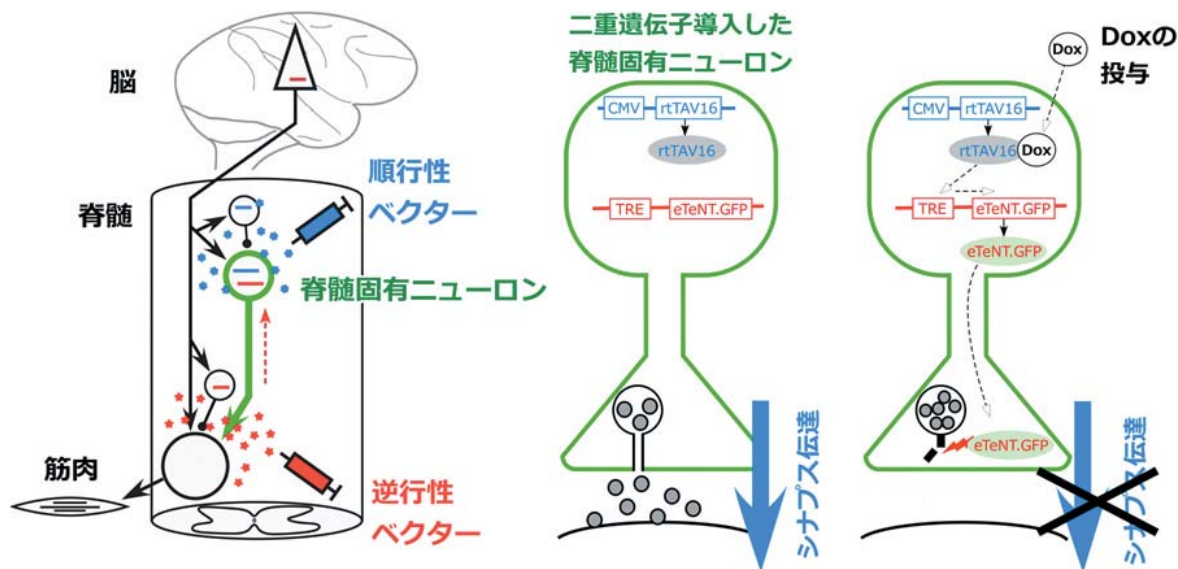
Point

- 複雑な脳のネットワークを調べるためには、個々の神経経路の機能を操作する技術が必要でした。
- 私たちは、これまでは遺伝子改変が困難だった霊長類で、神経経路操作技術を開発しました。
- この技術は、高次脳機能の解明、脳・脊髄損傷後の機能回復促進戦略の開発に役立つと期待されています。

私は、脳や脊髄が損傷を受けた後に、訓練によって機能が回復してくるメカニズムを、特に人間に近い脳と身体の構造を有するサルを用いて研究してきました。もし、ある経路が損傷を受けた時に、機能を代行する別の経路が特定でき、その細胞を元気にしてあげれば、機能回復が促進できるかもしれません。

脳は、しばしばコンピュータのような電子回路に例えられますが、脳の組織は、様々な種類の細胞と神経線維が絡まるとも複雑な構造をしており、電子回路のように部品を1個ずつ外して性能を調べるようなことはできませんでした。しかし、今回、私たちは2種類のウイルスベクター(遺伝子の運び屋)をうまく組み合わせることで、サルの脊髄の特定の経路の細胞の機能を操作し、行動に影響を与えることに世界で初めて成功しました。これは私のような生理学者と最先端の分子生物学の専門家とのコラボによって成し得たことです。

本日は、このような日本発の技術がどのようにして生まれたのか、そして今後の脳研究、特に高次脳機能の研究や、脳・脊髄損傷後の治療戦略を開発する研究にどのように貢献できるのかについてお話ししたいと思います。



特定経路を操作する技術: 投射先と細胞体の位置に注入した2種のウイルスに感染した細胞でスイッチが入る

講演4

遺伝子改変霊長類を用いた脳研究の最前線

岡野 栄之(おかの ひでゆき)

慶應義塾大学 医学部 生理学教室 教授

〈略歴〉

1983年 慶應義塾大学医学部卒業。1994年 筑波大学基礎医学系分子神経生物学教授。1997年 大阪大学医学部神経機能解剖学研究部教授。1999年 大阪大学大学院医学系研究科教授。2001年より現職。2007年 慶應義塾大学大学院医学研究科委員長を兼任。



Point

- 脳の高次機能や心の問題の解明を目指した脳科学研究における小型霊長類マーマセットの有用性を解説します。
- 心の問題に関する脳科学研究における小型霊長類マーマセットの有用性を解説します。
- MRIを用いて得られた3次元画像を中心に、マーマセットの脳の発達について解説します。

ヒトの脳の正常な機能や心の問題と、これらが破綻したときの疾病を正しく理解するためには、これらの脳構造とそこに基盤を置く機能を解明する必要があります。これまで、進化過程で保存された脳機能の解析には、遺伝子改変齧歯類・魚類等を用いた遺伝子操作による還元的アプローチが主であったのに対し、霊長類以上で特異的に獲得された脳高次機能は心理学的アプローチなどの複雑な行動解析が主体であり、分子・細胞レベルの研究が十分にはありませんでした。しかし最近、私達は世界で初めてコモン・マーマセットを用いた遺伝子改変霊長類の作成に成功し(Sasaki et al.: Nature, 2009)、マーマセットの遺伝子改変技術を通して両者を統合することが可能となりました。

現在、この遺伝子改変技術を用いてヒトのパーキンソン病、などの神経難病のモデルマーマセットの作出を進めており、これら神経難病の治療法開発研究などへの貢献が期待されます。さらに遺伝子改変マーマセット作成の技術開発を進めるとともに、ヒトあるいは霊長類に固有な脳の構造と機能の解析、さらにはこれらが障害されたヒト精神・神経疾患モデルの開発を行いたいと考えます。

コモンマーマセットの実験動物としての利点

トランスジェニック動物の作製が可能

遺伝子改変動物が系統化された霊長類はマーマセットのみ

(Sasaki et al., Nature 2009)

ヒトに近縁であり類似性が高い

- ・代謝経路、生理学的・解剖学的特徴がヒトと非常に類似している
- ・年間5〜6匹出産、一匹の雌の生涯産仔数40〜80
- ・ヒトのサイトカイン、ホルモンと交差性を示す

繁殖効率が良く発生工学研究に適している

- ・性成熟まで約1年半と他の霊長類に比べ短い
- ・性別・年齢・体重を揃えて繰り返し実験が可能

小型で飼育や実験上の取り扱いが容易

- ・比較的簡単なトレーニングで飼育可能
- ・自発運動量が多く、行動観察が比較的容易

実験動物用として目的繁殖されている

- ・実験施設内での繁殖が確立されている
- ・ヒトにとって危険な人獣共通感染症の報告がない
- ・遺伝的に均質、微生物学的な統御がされている





日本の脳科学は世界を変えるか

2008年に脳プロの開始と同時にスタートした課題A, B, Cが目指してきたものとその成果を振り返るとともに、日本の脳科学研究が今後どうあるべきか、について、ジャーナリスト立花 隆氏と一緒に考えます。



進行: **立花 隆**(たちばな たかし)
評論家・ジャーナリスト、東京大学大学院 情報学環 特任教授

《略歴》
1940年5月28日 長崎で出生。1964年 東京大学仏文科卒業、文藝春秋社入社(1966年退社)。1967年 東京大学哲学科入学、在学中からフリーライターとして活動開始。1995年 東京大学先端科学技術研究センター客員教授(～1998年)。1996年 東京大学教養学部非常勤講師(～1998年)。2005年 東京大学大学院総合文化研究科 科学技術インタープリター養成プログラム特任教授(～2006年)。2007年 立教大学21世紀社会デザイン研究科特任教授(～2010年)。2008年 立教セカンドステージ大学特任教授(～2011年)。2011年 立教セカンドステージ大学客員教授(～2012年)。2007年より現職。

パネリスト

中西 重忠(なかにし しげただ)
脳科学研究戦略推進プログラム プログラムディレクター

伊佐 正(いさ ただし)
自然科学研究機構 生理学研究所 教授

川人 光男(かわと みつお)
株式会社国際電気通信基礎技術研究所
脳情報通信総合研究所 所長・ATRフェロー

岡野 栄之(おかの ひでゆき)
慶應義塾大学 医学部 生理学教室 教授

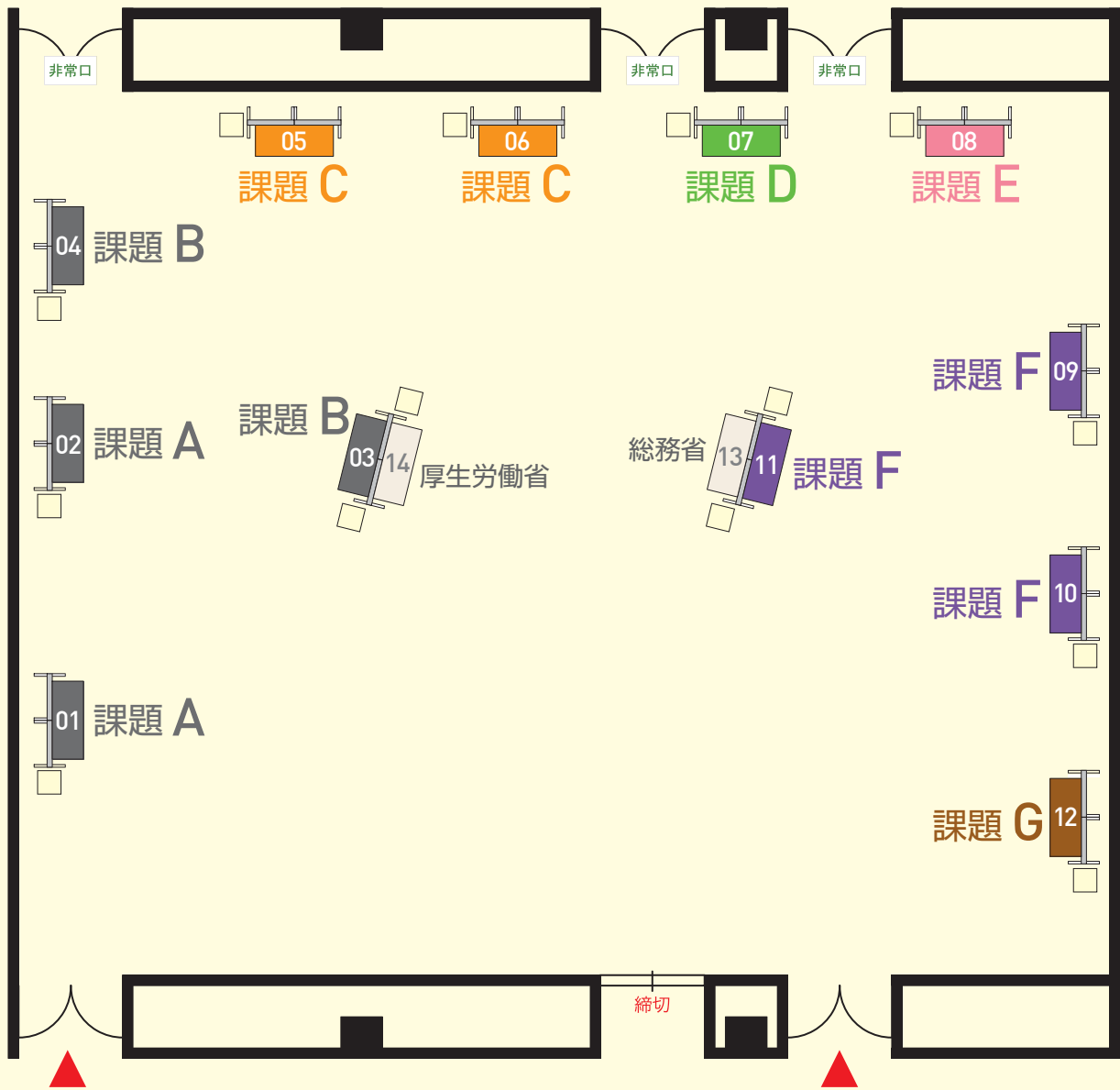
里宇 明元(りう めいげん)
慶應義塾大学 医学部 リハビリテーション医学教室 教授



出展者リスト

- 01** リハビリテーション応用を目指した外骨格ロボット ～脳とロボットをつなぐ～
 課題 A 森本 淳 (株)国際電気通信基礎技術研究所 脳情報研究所
- 02** 皮質脳波を用いたブレイン・マシン・インターフェースの臨床応用
 課題 A 吉峰 俊樹 大阪大学大学院 医学系研究科
- 03** ヒトにおける脳内植込み電極と体内埋設刺激デバイスを用いたBMIの開発
 課題 B 片山 容一 日本大学 医学部
- 04** 高性能電極とCMOS技術を用いた、歩行と読書が可能な次世代人工網膜
 課題 B 不二門 尚 大阪大学大学院 医学系研究科 / 太田 淳 奈良先端科学技術大学院大学 物質創成科学研究科
- 05** 遺伝子改変マーマーモセットが生まれるまで
 課題 C 佐々木 えりか 実験動物中央研究所
- 06** 霊長類で脳の特定の神経回路を“除去”する遺伝子導入法を開発
 課題 C 高田 昌彦 京都大学 霊長類研究所
- 07** 遺伝子から見る精神疾患
 課題 D 吉川 武男 理化学研究所 脳科学総合研究センター
- 08** 新しく開発した小脳機能評価法
 課題 E 水澤 英洋 東京医科歯科大学大学院 医歯学総合研究科
- 09** 広汎性発達障害の早期診断システムの開発
 課題 F 東田 陽博 金沢大学 子どものこころの発達研究センター
- 10** ニューロイメージングで抑うつ気分と意欲の低下を可視化する
 課題 F 山脇 成人 広島大学大学院 医歯薬保健学研究科
- 11** 前頭側頭葉変性症(FTLD)の病態解明と治療法開発に向けて
 課題 F 祖父江 元 名古屋大学大学院 医学系研究科
- 12** 脳科学研究を支える情報基盤の構築:リン酸化プロテオミクスデータベース
 課題 G 貝淵 弘三 名古屋大学大学院 医学系研究科 / 吉本 潤一郎 沖縄科学技術大学院大学学園 / 臼井 支朗 理化学研究所 脳科学総合研究センター
-
- 13** 日常生活支援を目指すネットワーク型ブレイン・マシン・インターフェース
 総務省 (株)国際電気通信基礎技術研究所 石井 信
- 14** 障害者自立支援のためのBMI型環境制御システム
 厚生労働省 国立障害者リハビリテーションセンター研究所 神作 憲司

展示配置図



課題 A・B

ブレイン・マシン・インターフェース (BMI) の開発

脳活動の情報を用いて、脳と機械を直接橋渡しする技術を開発します。この技術を利用して、脳機能や身体機能の回復・補完、そして脳機能の更なる理解を目指します。

課題 C

独創性の高いモデル動物の開発

様々な脳科学研究で利用可能な実験手法を開発します。特にヒトの脳の動きやその障害による神経疾患等を解明するために、ヒトに近い霊長類を用いた実験技術の確立を目指します。

課題 D

社会的行動を支える脳基盤の計測・支援技術の開発

コミュニケーションや共同生活等の社会的行動に関わる障害に対する新たな診断方法の開発につながる研究を行っています。この診断方法を障害の理解・予防・治療や社会性の健全な発達促進へ応用することを目指します。

課題 E

心身の健康を維持する脳の分子基盤と環境因子

赤ちゃんからお年寄りまで、全ての人が健康な脳をいかに保っているのかを明らかにし、そこから、心身の健康を支える脳の機能や病気発症のメカニズム、環境ストレスが脳に与える影響の解明を目指します。

課題 F

精神・神経疾患の克服を目指す脳科学研究

発達障害、うつ病、認知症等の発症メカニズムを明らかにし、早期診断、治療、予防法の開発につながる研究を進めています。課題 E と連携を図りながら、精神・神経疾患の克服を目指します。

課題 G

脳科学研究を支える集約的・体系的な情報基盤の構築

複雑な脳機能を解明するため、最新の技術とモデル生物を用いた研究から得られた膨大な神経活動情報をデータベース化します。特に、精神・神経疾患に関わりがある情動に焦点を当て、情動の制御機構を理解するための情報基盤の構築を目指します。

01 課題 A

リハビリテーション応用を目指した外骨格ロボット ～脳とロボットをつなぐ～

森本 淳 (株)国際電気通信基礎技術研究所 脳情報研究所

リハビリテーションにおいて脳情報を利用した神経系の回復を促す技術(ニューロリハビリテーション)への要望が高まっています。その中でも下肢(特に脳卒中や脊損で麻痺が残る人)を対象にした支援機器は、ヒトの体を支える大きなアシスト力だけでなく、力を緻密に制御するバランス機能の両方が求められます。なおかつ駆動装置を軽く設計することが必要です。外骨格ロボットは、圧縮空気(空気圧人工筋)と電気(モーター)の力の得意なところを組み合わせるとロボットを駆動することで、軽量ながらも大きな力の緻密な制御を可能にしました。

今回の展示では、空圧と電動のハイブリッド駆動で動く外骨格ロボットを展示し、脳から検出される信号によってロボットが動く例を動画で御紹介します。また、空圧アクチュエータと電動モーターが協調する仕組みを簡易実験装置を用いて分かりやすく御説明します。

02 課題 A

皮質脳波を用いたブレイン・マシン・インターフェースの 臨床応用

吉峰 俊樹 大阪大学大学院 医学系研究科

筋萎縮性側索硬化症(ALS)や脊髄損傷などで、手足が全く動かず、話す事も不自由な患者さんの生活の質(QOL)を向上させるために、我々はブレイン・マシン・インターフェース(BMI)を使った新たな治療法を研究しています。患者さんの脳の表面から直接計測した脳波にBMI技術を用いることで、患者さんが念じるだけで操作できるコンピュータや体を動かさずに思い通りに制御できるロボットなどを開発しています。これらの装置を使えば、体が動かなくなっても自分の意思を伝え、身の回りの事を自立でき、患者さんの生活を大きく変える事ができます。我々は脳卒中などで麻痺のある患者さんで、治療のために脳表に電極を留置した方に協力していただき、脳波だけで義手を動かせる事を実証してきました。また、安全に長期間安定して使える体内埋め込み型のBMI装置の開発を行っております。これらの技術開発と臨床応用を目指した取組を御紹介します。

03 課題 B

ヒトにおける脳内植込み電極と 体内埋設刺激デバイスを用いたBMIの開発

片山 容一 日本大学 医学部

脳深部刺激(DBS)と大脳皮質運動野刺激(MCS)をブレイン・マシン・インターフェース(BMI)に発展させ、神経リハビリテーションを促進する技術としての応用を試みました。そのため、筋電図などで検出した生体シグナルによってDBSとMCSを駆動するBMI-DBSとBMI-MCSを開発し、脳卒中後の不随意運動並びに片麻痺のリハビリテーションを促進する技術として応用することを目的としています。

筋電信号を記録し、動作を開始して振戦が出現した時点でDBSのスイッチがONとなり、動作が終了した時点で刺激がOFFとなるオンデマンド型の振戦制御システムを完成しました。また、脳卒中後の運動麻痺の症例において、運動時のみにMCSのスイッチがONとなるシステムを開発し、運動機能回復に有用であることを確認しました。

04
課題 B高性能電極とCMOS*技術を用いた、
歩行と読書が可能な次世代人工網膜不二門 尚 大阪大学大学院 医学系研究科
太田 淳 奈良先端科学技術大学院大学 物質創成科学研究科*CMOS:相補性金属酸化膜半導体。
CCDと同様、カメラ等に搭載されている
半導体撮像素子の一つで光を電気信号に
変える役割を担います。

私たちは、病気で失われた視力を再び取り戻すための人工網膜を開発しています。これは、小型のカメラで得た外界の情報を電気信号に変換して網膜を刺激し、その情報を脳に伝えることで人工的に視覚を作り出します。

2010年には人工網膜の臨床試験を実施し、人工網膜の有効性と安全性を確認することができました。現在、解像度を約5倍以上向上させた第二世代の人工網膜の開発を行っています。既に試作機の開発に成功し、生体安全性と耐久性のテストを行っています。

さらに、広い視野を得ることができるよう、第三世代人工網膜に向けた要素技術を研究しています。その取組として、超小型CMOSチップを組み込んだ新しい電極の開発を進めています。

今回の展示では、臨床試験で用いられたものと同型の人工網膜システムや、開発中の第二世代の人工網膜、そして超小型CMOSチップを組み込んだ電極など、様々な最先端の技術を展示します。

05
課題 C

遺伝子改変マーモセットが生まれるまで

佐々木 えりか 実験動物中央研究所

コモンマーモセットは南米に生息する小型のサルで、脳機能、代謝、解剖学的特徴など様々な面でヒトとよく似ており、医学研究のモデル動物として有用です。特に、人工的な操作により外来性の遺伝子を導入した遺伝子改変モデルは、特定の遺伝子の生体での機能を明らかにし、疾患を再現できるため、脳の仕組みの解明や病気の治療法の開発に重要な役割を果たします。私たちは、コモンマーモセットの受精卵にウイルスベクターを用いて外来遺伝子を導入し、遺伝子改変マーモセットの作出に成功しました。今後、この技術を使って言語・思考・記憶・行為などの高次脳機能のメカニズムを解明し、パーキンソン病やアルツハイマーといった現在の医学では完全に治療することができない病気の治療法の確立を目指していきます。

今回の展示では、遺伝子改変マーモセットの作製法と脳研究への応用について動画を交えて御紹介します。

06
課題 C霊長類で脳の特定の神経回路を“除去”する
遺伝子導入法を開発

高田 昌彦 京都大学 霊長類研究所

ヒトやサルの脳は、1,000億を超える神経細胞が複雑に絡み合った回路を形成し、高度な認知機能や精神活動を生み出しています。例えば、パーキンソン病などの神経疾患の遺伝子治療を適切かつ効果的に行うためには、このような複雑な神経回路の中から疾患の病態に関係した特定の回路を見付け出し、それを標的にする必要があります。しかしながら、特定の神経回路だけに遺伝子を導入することはこれまで困難でした。

私たちの共同研究チーム(京都大学 霊長類研究所、自然科学研究機構 生理学研究所、福島県立医科大学 医学部)は、最近、サルを使って特定の神経回路だけを“狙い撃ち(除去)”できる遺伝子導入法の開発に世界で初めて成功しました。この方法をパーキンソン病など、様々な運動疾患に関わる脳の領域である大脳基底核の神経細胞に適用したところ、特定の神経回路の除去に成功し、それによって除去した神経回路の働きを解明することができました。

07 課題 D

遺伝子から見る精神疾患

吉川 武男 理化学研究所 脳科学総合研究センター

精神疾患の発症メカニズムの詳細はいまだ不明ですが、精神機能に関わる遺伝子が発症に関与していることが分かってきました。しかし、これまでの研究で見付かっている遺伝子は、いずれも個々には発症に与える影響が弱いことから、おそらく非常に多数の遺伝子やそれらの間の相互作用、そして様々な環境要因が複雑に関与して発症に至るのではないかと考えられています。したがって、病態解明には発症や病状に影響を与えている遺伝要因と環境要因を明らかにすることが必要です。

私たちの研究室では、ヒトゲノムの網羅的な検討や精神機能に関わる個々の遺伝子の解析を行うことによって、遺伝要因として疾患脆弱性(病気のなりやすさ)に関係しているゲノム領域・遺伝子群の検索を行っています。また、食餌から取り込まれて脳の発達や神経機能に影響を与える脂肪酸の代謝が、環境要因としてどのように精神疾患に関与しているのかを調べています。

08 課題 E

新しく開発した小脳機能評価法

水澤 英洋 東京医科歯科大学大学院 医歯学総合研究科

小脳は、筋肉運動の調節や平衡を保つ役割を担っています。また、日常用いる運動の技の大部分は、小脳が学習し、記憶したものを巧みに利用することで行われています。小脳研究は19世紀より始まりますが、加齢による小脳機能の変化に関する一定の知見はなく、またこれまで小脳機能の定量的評価システムは実用化されていません。そこで私たちは、プリズム眼鏡を使った小脳運動学習システムを開発しました。標的を指差しする課題に対し、プリズム眼鏡により視覚世界がずらされた環境にどの程度適応したかを適応指数を用いることで評価しました。健常者の中では70歳以上では適応に衰えが起き、小脳疾患では極端に低下することが分かりました。本システムを利用することで、老化に伴う小脳機能の変化や老化で生じるふらつきの程度を定量し、転倒の予防に役立つことが期待できます。また小脳を冒す難病の進行の程度、治療効果判定、病気の鑑別などに役立つ可能性があります。

09 課題 F

広汎性発達障害の早期診断システムの開発

東田 陽博 金沢大学 子どものこころの発達研究センター

広汎性発達障害は、幼少期に症状が顕在化し生涯続く疾患です。有病率が高いにもかかわらず、客観的指標はなく、診断は熟練した専門家による問診と行動観察にのみ依存しています。そこで専門家をサポートするための幼児の脳機能検査による客観的指標の確立を目指しました。乳幼児において非侵襲で簡便に実施できる方法はNIRS(近赤外線スペクトロスコピー)とMEG(脳磁図)です。NIRSとは近赤外線を用いて、脳血流の変化を捉える検査方法です。MEGとは、大脳の神経の活動を磁場として捉える検査方法で、ヘルメット状のセンサーに頭部を入れるだけで簡単に検査が可能です。

私たちは、世界初となる幼児用MEGとNIRSの統合機を開発し、実際に広汎性発達障害を含む多数の幼児から、安全に簡便に非侵襲に脳機能を記録できることを世界で初めて示しました。幼児がリラックスしながら動画を見ている間の、自発的な脳活動を記録し解析することで、診断精度が8割程度得られています。

10
課題 F

ニューロイメージングで抑うつ気分と意欲の低下を可視化する

山脇 成人 広島大学大学院 医歯薬保健学研究院

うつ病は「抑うつ気分」と「意欲低下」を中核症状とする精神障害です。うつ病にかかることによってもたらされる社会的損失やQOLの低下は、極めて大きいことが知られています。しかしながら、診断のためのバイオロジカルマーカーも存在しません。さらに、うつ病がどうして生じるのかについては明らかになっておらず、より効果的な治療を行うためには、うつ病の病態を明らかにすることが急務です。そこで本研究では、うつ病の中核症状である「抑うつ気分」と「意欲低下」に焦点を当て、その背景にある神経回路と分子病態を明らかにし、病態に基づいたうつ病の診断・治療法を開発することを目的としております。

今回の展示では、現在私たちが行っている研究の一部を御紹介したいと思います。また、展示会場では、実際のうつ病症状に関連した脳活動を測定するために作成した実験課題を体験していただくことで、うつ病研究の一端に触れていただけたら幸いです。

11
課題 F

前頭側頭葉変性症(FTLD)の病態解明と治療法開発に向けて

祖父江 元 名古屋大学大学院 医学系研究科

前頭側頭葉変性症(FTLD)は非アルツハイマー型認知症の多くを占める疾患ですが、診断・治療の研究は十分に進んでおらず、有効な治療法もありません。私たちはこれまで筋萎縮性側索硬化症(ALS)や球脊髄性筋萎縮症(SBMA)などの運動ニューロン疾患の自然歴解析、分子病態解析、モデル動物の作製やそれに対する治療法開発を行い、特にSBMAに関しては世界に先駆けて神経変性疾患に対する病態抑止療法の開発に成功してきました。近年FTLDはTDP-43やFUSといった疾患関連分子の発見によりALSと同一スペクトラムの疾患と考えられています。そこで私たちは運動ニューロン疾患における実績を応用し、FTLDを対象とした自然歴・病理学的解析と動物モデルの確立・解析を行い、病態関連分子を同定するとともに、早期診断に用いることのできるバイオマーカー及び病態抑止効果を有する治療法の開発を目指しています。

12
課題 G脳科学研究を支える情報基盤の構築:
リン酸化プロテオミクスデータベース貝淵 弘三 名古屋大学大学院 医学系研究科 / 吉本 潤一郎 沖縄科学技術大学院大学学園
白井 支朗 理化学研究所 脳科学総合研究センター

タンパク質のリン酸化は、脳の部品である神経細胞の特性を変えたり、病気の発症や促進、抑制にも関わったりする重要な生体内化学反応の一つです。私たちのグループでは、このリン酸化反応のスイッチにあたるタンパク質(酵素)とそれによってリン酸化が進行するタンパク質(基質)の組合せを、質量分析器などの最新機器を駆使して網羅的に同定しています。そして、この結果を脳科学や医療、創薬の発展に役立ててもらえるよう、データベースとして整理した上で、それぞれのリン酸化反応がどのような脳の機能や疾患と関係しているかがすぐに分かる情報システムの開発を行っています。

13

日常生活支援を目指す ネットワーク型ブレイン・マシン・インターフェース



(株)国際電気通信基礎技術研究所 石井 信

脳活動を直接用いることで、コンピュータやロボットなどの機器を制御する技術をブレイン・マシン・インターフェース (BMI) と呼びます。我が国では、脳を傷つけずに計測する方法 (非侵襲・低侵襲脳活動計測法) に基づいたBMIの研究開発が発展してきています。一方、脳計測技術の進展により、実験室など特殊な環境で、大型の計測装置を使って脳活動を計測するのみならず、小型の計測装置を使って、実験室以外の環境での脳活動を計測することが可能になってきました。こうした背景から、私たちは、実験室以外の環境でBMIを行うための研究開発を推進しています。計算機クラウド上の大規模データベースをネットワークを介して用いるなど、最新の情報通信技術 (ICT) に基づいており、「ネットワーク型BMI」と呼んでいます。高齢者や軽度の要介護者などの自立支援を目標として、一般の生活環境において車いす及び家電を制御するBMIシステムを開発し、実証実験によりその適用可能性を確認しました。

14

障害者自立支援のためのBMI型環境制御システム



国立障害者リハビリテーションセンター研究所 神作 憲司

最近の脳神経科学や関連技術の発展によって、脳からの信号を利用して機械を操作する「ブレイン・マシン・インターフェース (BMI)」に関する研究が進んでいます。

厚生労働省では、障害者自立支援を目指したBMI研究開発を行っています。研究を実施している国立障害者リハビリテーションセンター研究所・脳機能系障害研究部 脳神経科学研究室では、麻痺を伴い運動やコミュニケーションが困難な方が、脳からの信号を用いて、テレビ等の家電を操作したりワープロを入力したりするための「BMI型環境制御システム」や、上肢運動を行うための「BMI型アシストスーツ」の開発を進めています。

今回の展示では、「BMI型環境制御システム」に関する研究を中心に、これまでに開発したシステムや脳波計、脳波キャップ、電極などの実機の展示を交えて御紹介します。

シンポジウムプログラム

会場：一橋講堂／13:30～17:00

13:30～13:40	開会挨拶	文部科学省
基調講演 13:40～13:55	基礎研究が支える脳科学 —日本発、世界へ—	中西 重忠 脳科学研究戦略推進プログラム プログラムディレクター
講演1 13:55～14:20	脳の機能を明らかにして、 失われた機能を代償し、回復する	川人 光男 株式会社国際電気通信基礎技術研究所 脳情報通信総合研究所
講演2 14:20～14:45	BMI ^(※1) がリハビリテーションに 新たな可能性を拓く	里宇 明元 慶應義塾大学 医学部 リハビリテーション医学教室
14:45～14:55	休憩	
講演3 14:55～15:20	ウイルスベクター ^(※2) を用いた 霊長類の神経回路機能解析	伊佐 正 自然科学研究機構 生理学研究所
講演4 15:20～15:45	遺伝子改変霊長類を用いた 脳研究の最前線	岡野 栄之 慶應義塾大学 医学部 生理学教室
15:45～16:00	休憩	
パネルディスカッション 16:00～16:55	日本の脳科学は世界を変えるか	進行: 立花 隆 評論家・ジャーナリスト 東京大学大学院 情報学環 特任教授
16:55～17:00	閉会挨拶	津本 忠治 脳科学研究戦略推進プログラム プログラムディレクター

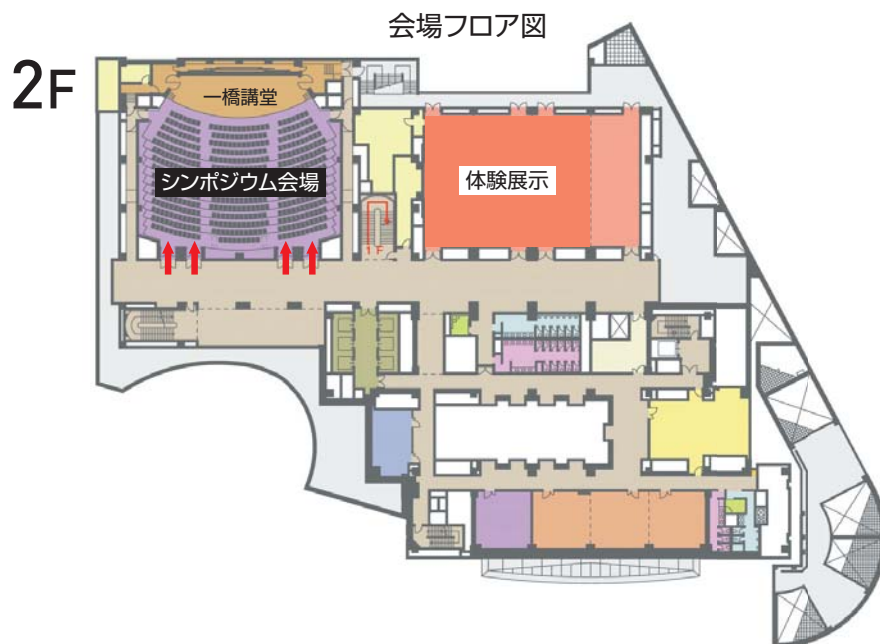
※1 BMI：ブレイン・マシン・インターフェース。電気信号を使ってBrain（脳）とMachine（機械）を相互につなぐ技術です。

※2 ウイルスベクター：ウイルスの特徴である「外来遺伝子を細胞に導入する性質」を持った「遺伝子の運び屋」です。元のウイルスとは異なり、人体の害となる「増殖性」や「毒性」を持たないように開発されています。

体験展示

会場：中会議室／午前の部10:00～13:20／午後の部17:00～18:00

※13:00～18:00も御入りいただけますが、体験は行えません。展示を御覧いただくことは可能です。



文部科学省「脳科学研究戦略推進プログラム」事務局

岡崎市明大寺町西郷中38 生理学研究所内 tel 0564-55-7803、7804 fax 0564-55-7805 website: <http://brainprogram.mext.go.jp/>

平成25年2月2日発行 ©2013 MEXT SRPBS Printed in Japan. 本書を無許可で複写・複製することを禁じます。