

科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会／学術分科会

脳科学委員会 委員名簿

平成24年8月現在

青野由利	毎日新聞社 論説委員、兼科学環境部 編集委員
赤林 朗	東京大学大学院医学系研究科 教授
安西祐一郎	独立行政法人日本学術振興会 理事長
今井むつみ	慶應義塾大学環境情報学部 教授
大隅典子	東北大学大学院医学系研究科 教授
岡田泰伸	大学共同利用機関法人自然科学研究機構 理事（副機構長）生理 学研究所 所長
岡野栄之	慶應義塾大学医学部 教授
◎金澤一郎	国際医療福祉大学大学院 大学院長
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 所長
神庭重信	九州大学大学院医学研究院 教授
祖父江元	名古屋大学大学院医学系研究科 教授 医学系研究科長・医学部長
津本忠治	独立行政法人理化学研究所脳科学総合研究センター 副センター長・シニアチームリーダー
利根川進	独立行政法人理化学研究所脳科学総合研究センター センター長
中西重忠	公益財団法人大阪バイオサイエンス研究所 所長
樋口輝彦	独立行政法人国立精神・神経医療研究センター 理事長・総長
町野 朔	上智大学生命倫理研究所 教授
松沢哲郎	京都大学霊長類研究所 所長
三品昌美	立命館大学総合科学技術研究機構 客員教授
○宮下保司	東京大学大学院医学系研究科 教授
室伏きみ子	お茶の水女子大学大学院人間文化創成科学研究科 教授
世永雅弘	エーザイ株式会社 エーザイ・プロダクトクリエーション・シス テムズ CSO 付 担当部長
渡辺 茂	慶應義塾大学文学部 教授

計22名（敬称略 50音順）

◎ 主査 ○ 主査代理

事前評価票（新規）

（平成24年8月現在）

<p>1. 課題名 脳科学研究戦略推進プログラム （ブレイン・マシン・インターフェース（BMI）を用いた精神・神経疾患等の克服に向けた研究）</p>
<p>2. 開発・事業期間 平成25年度～平成29年度</p>
<p>3. 課題概要</p> <p>脳科学研究戦略推進プログラム（平成20年度～平成24年度）で開発された新たなBMI技術（デコーデッドニューロフィードバック技術[※]等）の実用化に向けた研究等を実施し、身体機能の回復・代替・補完や精神・神経疾患の革新的な予防・治療法の開発につなげていくことを目指す。</p> <p>そのために必要な、機器・装置やリハビリテーション技術等の開発、デコーデッドニューロフィードバック技術の生理学的な機序等を解明する研究、精神・神経疾患患者の脳活動からのデコーディング技術、疾患に応じた最適なフィードバック技術、デコーデッドニューロフィードバックと神経刺激の結合技術等の開発を、精神・神経疾患等の研究や臨床現場と連携しつつ実施していく。</p> <p>※デコーデッドニューロフィードバック技術</p> <p>磁気共鳴画像法（fMRI）、脳磁計測法（MEG）、近赤外分光法（NIRS）、脳波（EEG）、皮質脳波（ECoG）等の計測手法により得られた脳活動情報を解析し、リアルタイムで脳活動の時空間パターン情報を解読する。あらかじめ健常者等でデータベース化しておいた目標となる活動パターンと比較し、解読した結果に基づいて、脳活動を、電気・磁気刺激や対象者自身の学習により、目標パターンへ誘導することができる技術。障がい児・者に対し、寛解状態、軽症者、あるいは健常者の脳活動パターンを誘導することで、例えば、自閉症患者の社会性の回復や、うつ病患者における活動意欲の回復等が期待できる。</p>
<p>4. 各観点からの評価</p> <p>（1）必要性</p> <p>脳科学研究戦略推進プログラムにおいては、システム神経科学や計算論的神経科学に立脚しつつ、様々な要素技術等を組み合わせて、脳情報双方向活用技術や、脳内情報を解読・制御することにより、脳機能を理解するとともに脳機能や身体機能</p>

の回復・補完を可能とするBMIの開発を目指し、研究を進めてきた。

その結果、目標として掲げた①皮質脳波（ECoG）-BMI②BMI リハビリテーション③近赤外分光法（NIRS）-脳波（EEG）④システム神経科学（脳活動・行動・認知情報の同時記録統合）の4点について、目標を十分に上回るとともに、低侵襲型（硬膜下埋込）・非侵襲型（頭皮上）BMI技術に係る我が国の研究水準を上げ、特定の脳活動パターンを誘導することのできるデコーディッドニューロフィードバック技術の開発など、世界をリードする成果を上げている。

このうち、デコーディッドニューロフィードバック技術は世界初の革新的な技術である。当該技術によって脳活動パターンを目標の状態に誘導すること、また、神経刺激と適切に組み合わせることにより、身体機能の回復・代替・補完や精神・神経疾患の革新的な予防・治療につながり得ることが成果として期待される段階まできている。

発達障害、うつ病等の精神疾患では既存薬が有効でない場合も多く、新たなアプローチも治療戦略として求められているところ、身体機能の回復・代替・補完に加え、精神・神経疾患の革新的な予防・治療につながり得るデコーディッドニューロフィードバック技術について、実用化に向けた研究を進めていくことが必要であり、そのために必要な、機器・装置やリハビリテーション技術等の開発、デコーディッドニューロフィードバック技術の生理学的な機序等を解明する研究、精神・神経疾患患者の脳活動からのデコーディング技術、疾患に応じた最適なフィードバック技術、デコーディッドニューロフィードバックと神経刺激の結合技術等の開発を、精神・神経疾患等の研究や臨床現場と連携しつつ実施していくことが必要である。

（2）有効性

近年、長期休職や自殺により大きな社会的負担となっているうつ病をはじめとする精神疾患や、生涯にわたり職業生活を困難にする自閉症などの発達障害が増加し、社会問題となっている。さらに、急速な高齢化社会の進行に伴い、QOL（生活の質）を損ない、介護を要する認知症等の精神・神経疾患も大きな社会問題となりつつある。

脳科学研究戦略推進プログラムにおいてこれまでに開発されたBMI技術は我が国発の世界をリードするものであり、今後これらの技術の臨床への応用及び実用化に向けた研究を進めていくことにより、これらの問題の解決に向けて貢献し、社会への還元を十分に果たしていくものと考えられる。

また、本分野については、既に総務省における実用化開発へと成果の活用がなされており、今後も関係府省との連携による発展が期待されるとともに、脳科学研究戦略推進プログラムの成果としてこれまでに多数の特許申請が行われていること

から、最先端医療機器等の開発・普及に向け産業界への技術移転が期待される。

(3) 効率性

脳科学研究戦略推進プログラムにおいて、これまでに革新的な技術の創出が図られており、それらの技術について実用化を目指した研究を実施していくためには、引き続き本プログラムにおいて、具体的な達成目標を設定しつつ戦略的・重点的に研究を推進することで、効率よく成果を社会に還元していくことが可能となる。

また、本プログラムにおいては、既存課題として、「社会的行動を支える脳基盤の計測・支援技術の開発」（課題D）、「心身の健康を維持する脳の分子基盤と環境因子」（課題E）、「精神・神経疾患の克服を目指す脳科学研究」（課題F）の研究開発拠点が整備されており、これらの研究課題と連携することにより、より早期に精神・神経疾患の予防・治療法の開発等につながる成果の創出が期待できる。

5. 総合評価

これまで、脳機能を理解するとともに脳機能や身体機能の回復・補完を可能とするBMI技術の開発を目指して研究を進めてきたが、デコーディッドニューロフィードバック技術等の新たな技術が開発されたことにより、今後は身体機能の回復・補完・代替に加え、精神・神経疾患の中には現状では治療が困難なものがあり、その革新的な予防・治療につながることを期待される。また、身体への負担が少ない低侵襲型・非侵襲型の計測機器やリハビリテーション技術の開発についても着実な進展が得られており、社会への還元に向けて、また、デコーディッドニューロフィードバック技術を活用したBMIの実用化及び臨床への応用を目指していくためにも、今後は研究を加速していくことが必要である。以上より、本課題を実施していくことが重要である。

なお、デコーディッドニューロフィードバック技術の臨床応用等に当たっては、「薬事法」「臨床研究に関する倫理指針」等を遵守することが必要であり、あわせて、倫理的・法的・社会的課題（ELSI）に対する十分な検討を行って適切に対処していくとともに、社会に対する説明を尽くしていくことが不可欠である。

BMI (ブレイン・マシン・インターフェース) 技術を用いた精神・神経疾患等の克服に向けた研究

概要

脳科学研究戦略推進プログラム(平成20年度～平成24年度)で開発された新たなBMI技術(デコーデッドニューロフィードバック技術※等)の実用化に向けた研究等を実施し、身体機能の回復・代替・補充や精神・神経疾患の革新的な予防・治療法の開発につなげていくことを目指す。

背景



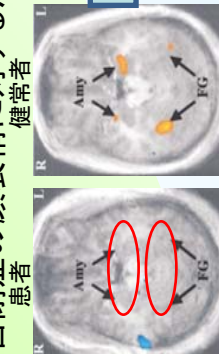
しかし、これまでの本プログラムの研究により、**脳活動の回復、治療を行うことができる技術「デコーデッドニューロフィードバック技術※」を開発に成功。**

※デコーデッドニューロフィードバック技術：

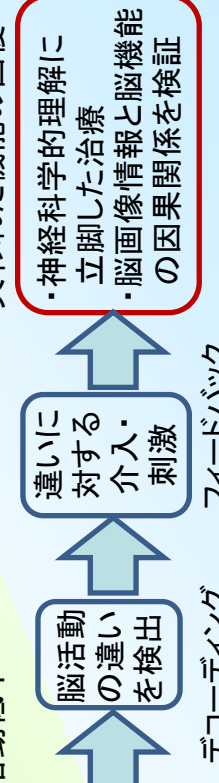
磁気共鳴画像法(fMRI)、脳磁計測法(MEG)、近赤外分光法(NIRS)、脳液(EEG)、皮質脳液(ECoG)等の計測手法により得られた脳活動情報を解析し、リアルタイムで脳活動の時空間パターン情報を解読する。あらかじめ健康者等でデータベース化した目標となる活動パターンと比較し、解読した結果に基づいて、脳活動を、電気・磁気刺激や対象者自身の学習により、目標パターンへ誘導することができる技術。障がい患者に対し、寛解状態、軽症者、あるいは健康者の脳活動パターンを誘導することで、例えば、自閉症患者の社会的な回復や、うつ病患者における活動意欲の回復等が期待できる。

例) 脳活動異常

自閉症の顔表情に対する活動低下



失われた機能の回復



治療法としての確立には、リアルタイムでの介入技術として高度化が必要

デコーディング技術の高度化

- ・簡易・迅速な読み取り法の開発
- ・脳活動情報をパターン化し、画像情報から意味を抽出
- ・目標となる脳活動パターンの決定(病状の良い時、健康者のコントロール等)
- ・疾患ごとの脳活動のデータベース構築

フィードバック技術の高度化

- ・リアルタイムでの脳情報表示の技術
- ・自発的な脳活動を促す最適な刺激法開発(現在では、自己学習、磁気刺激等)
- ・効果が長期持続するための治療効果判定法、バイオマーカー開発
- ・神経可塑性が起きる生理学的機序の解明

目的・必要性

- 発達障害、うつ病等の精神疾患では既存薬が有効でない場合も多く、新たなアプローチも治療戦略として求められている(現状では認知行動療法や電気けいれん療法等)。
- 精神・神経疾患に対する分子メカニズム解明研究を補完する研究として、**BMI技術を用いて精神・神経疾患からの機能回復を目指す研究を推進することが重要である。**

BMI技術は新しい治療戦略として、精神科臨床ニーズが高まっている。

(デコーデッドニューロフィードバック法)

- ・自発的脳活動の強化であり、低侵襲性
- ・無意識での神経可塑性を利用した効果

(認知行動療法)

- ・対象が意識上の認知行動に限定

(薬物療法)

- ・3人に1人は抗うつ薬無効
- ・プラセボで新薬開発が困難
- ・持続的な副作用
- ・発達障害の治療薬はない

