

脳科学に関する研究開発課題の 中間・事後評価結果

平成24年8月

科学技術・学術審議会

研究計画・評価分科会

目次

- 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 1

<中間評価>

- 脳科学研究戦略推進プログラム（心身の健康を維持する脳の分子基盤と環境因子（課題E）） 2

<事後評価>

- 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）の開発（課題A・B）及び独創性の高いモデル動物の開発（課題C）） 8

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

脳科学研究戦略推進プログラム

概要

高齢化、多様化、複雑化が進む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。このような状況を踏まえ、『**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、研究開発拠点（中核となる代表機関と参画機関で構成）等を整備する。

脳科学委員会

- ◆（主査：金澤 一郎 国際医療福祉大学大学院長）平成19年10月、文部科学大臣から科学技術・学術審議会に対し、「長期的展望に立つ脳科学研究の基本的構想及び推進方策について」を諮問
- ◆ これを受け、同審議会の下に「脳科学委員会」を設置、平成21年6月23日に第1次の答申
- ◆ 本答申では、重点的に推進すべき研究領域等を設定し、社会への明確な応用を見据えて対応が急務とされる課題について、戦略的に研究を推進することを提言

重点的に推進すべき研究領域等

- ① **脳と社会・教育**（豊かな社会の実現に貢献する脳科学）発達障害の予防と治療等への脳科学研究の確実な展開、脳科学と人文社会科学との融合により社会へ貢献
- ② **脳と心身の健康**（健やかな人生を支える脳科学）睡眠障害の予防、ストレスの適切な処理、生活習慣病等及び精神・神経疾患の発症予防・早期診断などに資する研究
- ③ **脳と情報・産業**（安全・安心・快適に役立つ脳科学）脳型情報処理システムや脳型コンピュータの実現、脳内情報機序の解明を通じた技術開発により社会へ貢献

○ 基盤技術開発

他の研究分野にも革新をもたらす基盤技術の開発により、我が国における科学技術全体の共通財産を構築

脳科学研究戦略推進プログラム

① 豊かな社会の実現に貢献するために

② 健やかな人生を支えるために

③ 安全・安心・快適な暮らしのために

社会的行動を支える脳基盤の計測・支援技術の開発

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

課題D

社会脳

精神・神経疾患の克服を目指す脳科学研究

精神・神経疾患の発生の仕組みを明らかにし、診断・治療・予防法の開発につなげる

中間評価対象

課題E、F

健康脳

ブレイン・マシン・インターフェース（BMI）の開発

脳の情報計測し、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

課題A・B

情報脳

基盤技術開発：神経情報基盤

複雑かつ多層層な脳機能を解明するために、脳の多様な多層層情報を集約化・体系化した技術基盤を構築

課題G

独創性の高いモデル動物の開発

遺伝子導入技術や発生工学的研究手法等を開発し、ヒトの脳研究等に必要不可欠な独創性の高いモデル動物の開発等を推進

基盤技術開発：モデル動物開発

課題C

脳科学研究戦略推進プログラム 課題Eの概要及び予算

概要

- 課題Eは、平成22年度から開始しており、「発生から老化まで」という人間及び脳神経の一生の「健やかな育ち」「活力ある暮らし」「元気な老い」の3段階に着目し、心身の健康を支える脳の機能、健康の範囲を逸脱するメカニズム等を「分子基盤と環境因子の相互作用」という視点で解明する。
- 実施期間：平成22年度～平成26年度

I. 「健やかな育ち」; 脳神経発生・発達における健康逸脱メカニズムの解明

- ・精神・神経機能の発達における遺伝的背景と環境要因の相互関係を包括的に解析
- ・様々な脳神経系の疾患について、発生・発達段階での微細な異常の関与を明らかにし、脳神経系の発生・発達及び異常等に起因する、小児期・青年期・成人に至るまでの脳の健康逸脱メカニズムを解明

II. 「活力ある暮らし」; 脳による心と体の恒常性維持メカニズムの解明

- ・体の恒常性維持及び破綻機構（健康と病気の境界及び移行）を、「睡眠・リズム」「摂食・代謝」「ストレス」等について解明
- ・心の恒常性維持及び破綻機構（うつ等）を、環境要因と分子基盤との相関を考慮し、生物学的に解明

III. 「元気な老い」; 健康な脳老化が病的な脳老化に至るメカニズムの解明

- ・脳の加齢に大きな個人差を引き起こす環境因子やライフスタイルの作用メカニズムを解明
- ・健康な脳老化と病的な脳老化の境界や、脳老化を促進する因子を探索し、脳・神経機能不全に至るメカニズムを解明

- IV. 上記3領域を統括する「統括班」を構成し、統括班は、3つの班を俯瞰して、人の一生の時間軸を考慮し、分子基盤と環境因子の相互作用の観点から、有機的に研究を統括する役割を担うこと。

予算

(単位：億円)

	平成21年度	平成22年度	平成23年度	平成24年度	合計
脳科学研究戦略推進プログラム (全体)	23.0	23.9	35.9	34.8	117.6
課題E（生涯健康脳） 心身の健康を維持する脳の分子基盤と環境因子	—	4.8	4.8	4.2	13.8

※ 課題Eの予算は、脳科学研究戦略推進プログラム全体予算の内数

平成24年度「脳科学研究戦略推進プログラム」中間評価対象(課題E)

1. PD・POに関する評価

PD・PO

理化学研究所	津本 忠治 (PD)
慶應義塾大学	袖崎 通介 (PO)
理化学研究所	加藤 忠史 (PO)

2. 課題E全体評価

代表研究者

東京医科歯科大学	水澤 英洋
----------	-------

3. 研究班の研究内容に関する評価

研究班長

東京医科歯科大学	田中 光一	健やかな育ち班: 脳神経発生・発達における健康逸脱メカニズムの解明
国立精神・神経医療研究センター	功刀 浩	活力ある暮らし班: 脳による心と体の恒常性維持メカニズムの解明
東京医科歯科大学	岡澤 均	元気な老い班: 健康な脳老化が病的な脳老化に至るメカニズムの解明

4. 分担研究者の研究内容に関する評価

健やかな育ち班 分担研究者

東京医科歯科大学	田中 光一	扁桃体の遺伝子データベースの作成と脳の形成異常及び興奮性増大に起因する機能障害の解明
東京大学	遠山 千春	環境からみた脳神経発生・発達の健康逸脱機序の解明
国立精神・神経医療研究センター	稲垣 真澄	発達障害児社会性認知に関する臨床研究
理化学研究所	下郡 智美	間脳形成における遺伝子環境相互作用
慶應義塾大学	仲嶋 一範	発生過程の可視化による海馬と大脳新皮質の形成機構の解明

活力ある暮らし班 分担研究者

国立精神・神経医療研究センター	功刀 浩	「発育期社会的隔離ストレスに関連した機能分子スクリーニング系の開発」
国立精神・神経医療研究センター	三島 和夫	睡眠に関わる生物時計及び恒常性維持機構の機能評価スキルの開発とその臨床展開
自治医科大学	矢田 俊彦	生体恒常性維持における視床下部ネスファチン回路網と迷走神経を介した末梢環境情報

元気な老い班 分担研究者

東京医科歯科大学	岡澤 均	脳の正常老化と異常老化を分岐する環境由来の脳リン酸化シグナルの解明
東京医科歯科大学	水澤 英洋	脳老化と神経変成における環境・遺伝要因の解析
東京大学	岩坪 威	代謝恒常性の破綻と環境ストレスによる脳老化・変性促進の分子機構の解明
東京大学	一條 秀憲	環境ストレスが脳分子ストレスと神経変性を招く分子機構の解明
理化学研究所	貫名 信行	脳老化促進因子である細胞内タンパク質蓄積一制御機構の解明

中間評価票

(平成24年8月現在)

1. 課題名 脳科学研究戦略推進プログラム

2. 評価結果

(1) 課題の進捗状況

本年度は、平成22年度から開始した「心身の健康を維持する脳の分子基盤と環境因子（課題E）」については3年目であることから、その進捗状況とこれまでに得られた成果及び今後の戦略について中間評価を実施した。

本課題全体としては、これまでに得られた成果は優れており、研究目標の達成に向け着実な進捗が認められる。個別の進捗及び取組状況については以下のとおり。

【PD・POに関する評価】

PD・POの運営に関する取組は大変優れていると評価できる。社会還元という出口に向かっての課題E全体の方向付けに大いに貢献し、その結果としてプログラムは全体的に円滑に進んでいる。社会還元を考えて、“ヒトの疾患との関連性”を目標としての確に位置付け、目標への道筋の不明確な個別研究に陥りがちであることに對し適切な指導をしている。具体的な例として、「健やかな育ち」班を活性化するための課題採択時の組替の指示、サイトビジット・分科会・成果報告会での進捗管理、総括班会議を通じた重点的な指導などがある。それらの成果として、横断的プロジェクト「生涯に亘る健康脳の分子基盤と食・環境ストレス」が設定されたことは高く評価できる。

【事業全体に関する評価】

着実な進捗は認められるが、当初の計画や期待より遅れている課題があり、分担研究者によっては手堅い成果に終始し基礎研究から本プログラムの目標に至る道筋が明確でない例が見られる。

また、課題全体の横断プロジェクトである「生涯に亘る健康脳の分子基盤と食・環境ストレス」における進捗はやや不十分であり、今後の取組に期待したい。今後、代表研究者による一層きめ細かなマネジメントの下で課題内、更に課題外との連携が進めば、質の高い研究が更に発展する潜在力はある。そのためにも問題点を明確にして、研究体制を改善する必要がある。

【研究内容に関する評価】

個別研究としてはおおむね質の高い研究が進行していると評価でき、成果も上がっているが、研究班としての研究内容は、大変優れているというものから、計画の見直しが必要なものでばらつきがあった。それぞれの研究班内で本プログラムの趣旨に合致するよう方向性の統一、達成目標の再設定を行い、更なる連携研究に期待したい。

各研究班の進捗及び取組状況については以下のとおり。

健やかな育ち班については、進捗状況及び得られた成果は十分とは言い難く、班全体としての研究計画の見直しを考慮すべきである。優れた成果も見受けられ、進捗を認めることができるが、本プログラムの課題を達成するという観点に立つ、あるいは班として俯瞰するならば、個別研究の不統一な集合、という印象が強い。それぞれの班員の研究能力は高いので、研究内容や方針を精査し、本プログラムの趣旨に合致する班としての達成目標の実現に向け、変更や方針転換を図り、班全体の方向性を明確にする必要がある。社会貢献への「道筋」に沿った班全体の研究方針を立て、利用価値の高い知的財産や新規治療薬開発につながるための具体的研究を進めることが求められる。脳機能の回復法の開発は全てげっ歯類のレベルであり、果たしてヒトにどのように成果還元できるかについては未知数と言わざるを得ない。

活力ある暮らし班については、進捗状況及び得られた成果は大変優れていると評価できる。目的達成に向けた進捗が認められ、社会への貢献への道筋は十分に提示されている。班内の3グループ間でテーマに即した有機的な連携体制が作られており、これを更に進展・統合させることにより、病態解明や治療法開発につなげることを期待したい。また、全体的に論文発表は多く、特許出願も行われており、成果は順調に得られている。研究テーマは、飽食、夜型社会、経済不況のストレスと、恒常性の破綻という全体のテーマに沿って比較的良く統合されている。各班員の能力は高く、他のグループとの連携にもかなり積極的であるため、研究成果を更に進展・統合させることにより、うつ病、睡眠・リズム障害、疲労、肥満などの病態解明並びに治療法開発につなげることを期待したい。

元気な老い班については、進捗状況及び得られた成果は優れており、本課題達成に向けての進捗は認められる。しかし連携などの観点から全体的に見るとその進捗は十分とは言えない。今後、外的因子と内的維持機構の相互作用に着目した更なる成果を期待したい。老化シグナルの基礎研究では高い成果を上げているので、脳の「正常老化」と「異常老化」の違いをさらに明らかにすることを期待したい。成果の一部は、死後脳バンク研究への有益な示唆を与えるものであり、死後脳バンク研究との密接な連携が望まれる。当初の研究計画からすると、現時点では、一部に認

知症の病態研究にとどまっている感の研究もある。個々の研究者の質は高いので、今後、環境因子・内的因子の相互関係を解明しつつ、将来、治療法開発につながることを期待したい。

(2) 各観点の再評価と今後の研究開発の方向性

【PD・POに関する評価】

PD・POの指導・助言は適切であるがそれがいまだ成果として十分に実を結んでいない研究もある。特に「健やかな育ち班」は目標が十分に定まっていないと思われる。5年という限られた時間のプロジェクトで、社会還元への道筋を示すという高い目標を設定しているので、今後更にPD・POの継続的な指導が望まれる。また、一部の研究者が多くのお事業研究にも参画しているので、研究の切り分け、本研究への集中ができていないかに目配りしてほしい。

【研究の進捗に関する評価】

本課題全体の進捗状況及び得られた成果は優れており、次年度以降も引き続き実施することが適当であると評価できる。連携体制の構築努力がなされており、「食」に着目して学術的に迫ろうとしたのはユニークである。

しかし、研究班内での方向性の統一がいまだ不十分で、現状のままでは残された2年間で課題の目標にどこまで迫れるかが懸念される研究班もある。

基礎研究においては優れた成果を上げており、研究者の能力はあるので、課題の目標を達成するための研究を意識的に遂行することができれば、社会還元への成果が期待できる。そのため社会還元に関して、どのような出口を想定するのか、目標達成に向け何が着実な方法なのかについて熟慮し、それに沿った達成目標を設定し、課題内外での更なる連携を図りつつ研究を進めてほしい。今後、課題F「精神・神経疾患の克服を目指す脳科学研究」との連携が重要となるであろう。

また、本プログラム生命倫理課題が運営する「生命倫理相談窓口」の活用を促してほしい。社会への成果の発信、人材育成に関しては、特に個々の研究者によるばらつきが大きく、各分担研究者が一層意識するように促してほしい。

脳科学研究戦略推進プログラム

概要

高齢化、多様化、複雑化が進む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。このような状況を踏まえ、『**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、研究開発拠点（中核となる代表機関と参画機関で構成）等を整備する。

脳科学委員会

（主査：金澤 一郎 日本学術会議会長）

- ◆ 平成19年10月、文部科学大臣から科学技術・学術審議会に対し、「長期的展望に立つ脳科学研究の基本的構想及び推進方策について」を諮問
- ◆ これを受け、同審議会の下に「脳科学委員会」を設置、平成21年6月23日に第1次の答申
- ◆ 本答申では、重点的に推進すべき研究領域等を設定し、社会への明確な応用を見据えて対応が急務とされる課題について、戦略的に研究を推進することを提言

重点的に推進すべき研究領域等

- ① **脳と社会・教育**（豊かな社会の実現に貢献する脳科学）
発達障害の予防と治療等への脳科学研究の確実な展開、脳科学と人文社会科学との融合により社会へ貢献
- ② **脳と心身の健康**（健やかな人生を支える脳科学）
睡眠障害の予防、ストレスの適切な処理、生活習慣病等及び精神・神経疾患の発症予防・早期診断などに資する研究
- ③ **脳と情報・産業**（安全・安心・快適に役立つ脳科学）
脳型情報処理システムや脳型コンピュータの実現、脳内情報機序の解明を通じた技術開発により社会へ貢献

○ 基盤技術開発

他の研究分野にも革新をもたらす基盤技術の開発により、我が国における科学技術全体の共通財産を構築

脳科学研究 ①豊かな社会の実現に 貢献するため

社会的行動を支える脳 基盤の計測・支援技術 の開発

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

課題D

社会脳

戦略推進 ②健やかな人生を 支えるために

精神・神経疾患の克服 を目指す脳科学研究

精神・神経疾患の発生の仕組みを明らかにし、診断・治療・予防法の開発につなげる

課題E、F

健康脳

プログラム ③安全・安心・快適な 暮らしのために

事後評価対象

ブレイン・マシン・インターフェース （BMI）の開発

脳の情報計測し、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

課題A・B

情報脳

基盤技術開発：神経情報基盤

複雑かつ多層層な脳機能を解明するために、脳の多層層・多層層情報を集約化・体系化した技術基盤を構築

課題G

④ 独創性の高いモデル動物の開発

遺伝子導入技術や発生工学的研究手法等を開発し、ヒトの脳研究等に必要不可欠な独創性の高いモデル動物の開発等を推進

基盤技術開発：モデル動物開発

課題C

事後評価対象

脳科学研究戦略推進プログラム 課題A,B,Cの概要及び予算

課題A(平成20年度～平成24年度)概要

- システム神経科学や計算論的神経科学に立脚しつつ、様々な要素技術を用いた以下の研究項目等を組み合わせて、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の回復・補完を可能とするブレイン・マシン・インターフェース(BMI)の開発を推進。

課題B(平成20年度～平成24年度)概要

- 研究開発拠点整備事業(課題A)における研究を補完する要素的研究や関連技術の開発を推進する個別研究事業。
- 平成20年度から18課題を開始し実施期間は原則3年間としたが、評価等の結果によっては、最大2年間の延長もあり得るとしていた。
- 3年度目の中間評価結果等を踏まえ、18課題のうち2課題は課題Aに参画、6課題を継続とした。

課題C(平成20年度～平成24年度)概要

- 脳の働きや精神神経疾患の病態を解明するにはヒトで観察される高次脳機能を実験的に検証できる個体レベルの動物実験が必須。
- その際、従来行われてきた動物実験を高次元化するためには、特定部位への遺伝子導入や遺伝子改変の技術開発に加え実験動物の高い品質を維持管理する技術等の開発が必要となる。
- このため、中核となる代表機関と参画機関で構成された研究開発拠点を形成し、遺伝子導入技術や発生工学的研究手法等を開発し、ヒトの脳機能研究や精神神経疾患研究等に重要となる、研究用二ホンザル及び研究用マウゼットを用いた独創性の高いモデル動物の開発等を推進。

(単位：億円)	平成20年度	平成21年度	平成22年度	平成23年度	平成24年度	合計
脳科学研究戦略推進プログラム(全体)	17.0	23.0	23.9	35.9	34.8	134.6
課題A(情報脳) ブレイン・マシン・インターフェース(BMI)の開発	6.0	5.7	5.2	6.0	5.3	28.2
課題B(情報脳) BMI個別研究事業(6課題)	4.0	3.7	2.8	1.2	0.9	12.6
課題C(モデル動物開発) 独創性の高いモデル動物の開発	6.0	5.4	5.3	5.6	5.3	27.6

平成24年度「脳科学研究戦略推進プログラム」事後評価対象 1

(敬称略)

1. PD・POに関する事後評価

PD・PO

大阪バイオサイエンス研究所	中西 重忠 (PD)
京都大学大学院医学研究科	陣上 久人 (PO)
東京医科歯科大学大学院保健衛生学研究所	赤澤 智宏 (PO)

2. 課題A 事業全体に関する事後評価

代表研究者

(株)国際電気通信基礎技術研究所(ATR)脳情報通信総合研究所	川人光男	「日本の特長を活かしたBMIの統合的研究開発」
---------------------------------	------	-------------------------

3. 課題A 代表機関の研究内容に関する事後評価

代表機関

(株)国際電気通信基礎技術研究所(ATR)脳情報通信総合研究所	川人光男 (拠点長)	「日本の特長を活かしたBMIの統合的研究開発」
	神谷之康	
	井澤 淳	
	森本 淳	

4. 課題A 分担機関の研究内容に関する事後評価

分担機関

大阪大学大学院医学系研究科	吉峰俊樹	「皮質脳波を用いたブレインマシンインターフェースによる脳機能再建」
慶應義塾大学医学部	里字明元	「ブレイン・マシン・インターフェースの臨床応用を目指した理工連携プロジェクトー「機能代償システム」から「治療システム」へー」
自然科学研究機構生理学研究所	南部 篤	「動物実験による、ブレイン・マシン・インターフェースの開発に向けた人工知覚・中枢神経刺激法の開発とBMI用統合データベースの構築」
(株)島津製作所 医用機器事業部	井上芳浩	「BMIのための非侵襲脳活動計測装置NIRS-EEGシステムの開発」
電気通信大学大学院情報理工学研究所	横井浩史	「BMIのための入出力系デバイス技術開発と脳神経倫理的検討」
東京工業大学 ソリューション研究機構	小池康晴	「筋電信号を中心とした指までを含む多自由度BMIの開発」
新潟大学大学院 医歯学総合研究科	長谷川功	「大脳視覚連合野の皮質脳波から文字/図形を直接指示する低侵襲BMI」

平成24年度「脳科学研究戦略推進プログラム」事後評価対象 2

(敬称略)

5. 課題B 実施機関の研究内容に関する事後評価

実施機関

大阪大学大学院医学系研究科	不二門尚	「高解像度人工網膜電極の開発・評価」
奈良先端科学技術大学院大学物産創成科学研究科	太田 淳	「高分解能人工網膜デバイスの開発」
東京大学大学院医学系研究科	赤林 朗	「BMIを中心とした脳科学研究に対する倫理審査手法の開発」
日本大学医学部	片山容一	「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を用いたBMIの開発」
理化学研究所 脳科学総合研究センター	田中啓治	「連合野1ミリ領域の平均神経活動が表す物体カテゴリーー関連情報」
理化学研究所 脳科学総合研究センター	藤井直敬	「大規模双方向グリッド電極システムの開発」

6. 課題C 事業全体に関する事後評価

代表研究者

自然科学研究機構 生理学研究所	伊佐 正	「先端的遺伝子導入・改変技術による脳科学研究のための独自の霊長類モデルの開発と応用」
-----------------	------	--

7. 課題C 代表機関の研究内容に関する事後評価

代表機関

自然科学研究機構 生理学研究所	伊佐 正 (拠点長)	「先端的遺伝子導入・改変技術による脳科学研究のための独自の霊長類モデルの開発と応用」
自然科学研究機構 基礎生物研究所	山森哲雄	

8. 課題C 分担機関の研究内容に関する事後評価

分担機関

京都大学霊長類研究所	大石高生	「遺伝子改変霊長類モデルの開発と高次脳機能の解析」
	高田昌彦	
京都大学大学院医学研究科	中村克樹	「遺伝子改変コモンマーモセットによるヒト神経疾患モデルの開発」
	渡邊 大	
慶應義塾大学医学部	岡野栄之	「アデノ随伴ウイルスベクターを用いた脳機能の制御技術の開発」
自治医科大学 分子病態治療研究センター	小澤敬也	
実験動物中央研究所 応用発生学研究所	佐々木 えりか	「コモンマーモセットの遺伝子改変技術の基盤整備」
広島大学 自然科学研究支援開発センター	外丸祐介	「コモンマーモセットの遺伝子改変技術の基盤整備 (ES/体細胞クローニング技術の応用)」
福島県立医科大学医学部附属生体情報伝達研究所	小林和人	「新規レンチウイルスベクターの開発と細胞標的法への応用」

事後評価票

(平成24年8月現在)

1. 課題名 脳科学研究戦略推進プログラム
2. 評価結果
(1) 課題の達成状況 本年度は、本プログラムの「ブレイン・マシン・インターフェース (BMI) の開発 (課題A・B)」及び「独創性の高いモデル動物の開発 (課題C)」が開始5年目の終了年度に当たることから、事後評価を実施した。 所期の目標が一部達成困難な課題があるが、課題全体としては、事業終了までにおおむね所期の目標が達成される見込みであり、目標を上回る成果も既に得られている。
(2) 成果 【PD・POに関する評価】 ○ PD・POは、課題全体を総括的に展望してその進捗状況を判断し、課題実施者に適切な指示・助言を与えて指導し研究の方向性を示すなど、大変優れたマネジメントを行っており、研究全体の成功のために大きな貢献があったと高く評価される。本課題は、世界に先駆けて数多くの注目すべき研究成果を上げたが、そこに至る過程において、個別研究事業間の協力体制の調整を行い、個別研究では達成できない共同的・統合的成果の実現を可能にしたPD・POの役割は極めて大きい。 ○ PD・POは定期的に会議等を開催して総括的問題の検討を行うとともに、サイトビジット等により研究の進捗状況や問題点を直接把握したが、これらの取組は、各課題への助言及び目標・方針の見直し等の適切な指導が行われる上で極めて有効であった。その中で、PD・PO・研究代表者が議論の上、目標の達成が困難な参画機関に対して辞退を求める、再公募を行う、課題間の組替え・配置換えを行うなど思い切った修正を加えることで、全体計画の目標達成に向けた取組がなされたことは高く評価される。また、脳科学委員会や文部科学省との連絡調整も密に行われた。 ○ POはよくPDをサポートし、現場研究者の研究活動管理に対して迅速かつ機動力のある対応をするなど、進捗管理に貢献する優れた活動を行った。

- 必要に応じてワークショップ等を開催し、啓発活動も適切に展開している。特に、倫理的・法的・社会的課題（ELSI）については、その重要性に鑑み、課題内外への情報提供や体制整備を行って問題への取組を迅速に行っており、その対応に係るリーダーシップは特筆すべきである。
- 事務局は、PD・POの優れた業務実績を支える的確な支援を行い、本課題の成功に大きく貢献した。脳科学研究と社会との関係を意識した普及・啓発活動についても適切な支援を行ってきているが、これは今後も継続的に進められるべき施策であり、その支援方策についても更に検討がなされることを期待する。

【課題A ブレイン・マシン・インターフェース（BMI）の開発（研究開発拠点整備事業）に関する評価】

- 目標として掲げた①皮質脳波（ECoG）-BMI、②BMI リハビリテーション、③近赤外分光法（NIRS）-脳波（EEG）システム、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、当初の目標を十分に上回るとともに、低侵襲・非侵襲型 BMI 技術に係る我が国の研究水準を上げ、世界をリードする成果が得られた。中でも、革新的なデコーデッドニューロフィードバック法が開発されたこと、ECoG-BMI と BMI リハビリテーションに関する臨床試験が開始され、その効果が実証されつつあり、今後多施設ランダム化比較試験等に進む成果を上げていることが特筆される。また、脳情報に関わる基礎理論の面、計測装置の開発、脳活動・行動・認知情報の同時記録統合データベース構築においても着実な進展があった。
- これらの成果は、適切な戦略とマネジメントの下で拠点長が強いリーダーシップを発揮し、参画機関間の研究分担体制と共同研究を十分に生かしたからこそ得られたものであり、このことが、各研究者の相互作用を活性化し、その創造性を引き出し、全体としての優れた成果の創出につながったものと考えられる（論文数156のうち17、特許出願34のうち10が、複数の参画機関による成果）。
- 倫理的・法的・社会的課題（ELSI）については、法律・指針にのっとって適切に対応しており、倫理相談窓口の開設もなされたが、よりしっかりとした検討を行い、日本人の特徴を生かした解決策を提示することができればなお良かったものと考えられる。また、シンポジウム、講演会、報道発表、サイエンスカフェ、ホームページなどを通じた研究成果の外部への発信を行うとともに、研究成果展開に向けた企業へのアピールも行っている。学際的研究分野に従事する若手のポスドク等を積極的に新規雇用し人材の育成に努めたことも高く評価される。

【課題B ブレイン・マシン・インターフェース（BMI）の開発（個別研究事業）に関する評価】

課題Bは、研究開発拠点整備事業である課題Aにおける研究を補完する要素的研究や関連技術の開発を目的として6課題を実施している。一部の課題については、得られた成果が十分とは言い難いものがあるが、おおむね所期の目標を達成する成果が得られている。

特に、脳内植込み電極と体内埋設刺激デバイスを用いた脳卒中後の不随意運動を制御するオンデマンド型のBMI-DBS（脳深部刺激療法）の開発や、これをMCS（大脳皮質運動野刺激術）に応用して脳卒中後の片麻痺の神経リハビリテーションを促進する方法を確立したことは、高く評価される。また、BMIを中心とした脳科学研究に対する倫理審査手法の開発を目的とした課題は、インフォームド・コンセントの統一書式の作成、偶発的所見についての対処法の提言、倫理相談窓口の開設・運営（平成22年度まで課題Aと共同で実施）、研究者へのコンサルテーションサービスの提供などを実施し、今後の科学研究プログラムの実施体制を構築するに当たり、その倫理的側面に対応するための一つの有効なモデルとなり得る成果を上げており、さらに広い科学技術と倫理、社会との関係として深められることが望まれる。

【課題C 独創性の高いモデル動物の開発（研究開発拠点整備事業）に関する評価】

- 拠点長等の適切なマネジメントの下、実施課題間で連携し、成果創出に向けた取組がなされ、課題公募時の目的はほぼ達成されている。ただし、一部の研究グループでは研究の進捗に遅れが見られ、得られた成果が十分とは言い難いものがあった。本課題はいずれのプロジェクトも単独では成し得ない共同研究を前提に成立するものであり、拠点長は、それぞれの共同研究の内容を常に把握しつつ、情報交換を促進し、有用なツールは常に課題全体で共有し、いち早く取り入れることができるように努めたが、もう少し課題全体として有機的なつながりを強めることが必要であった。
- マカクザルやマーモセットを利用し、種々の遺伝子導入・遺伝子改変技術の開発を行うことにより、トランスジェニックマーモセットの作出など世界に先駆けて独創的な霊長類モデルを開発する技術が確立されたことは、高く評価される。このことにより、パーキンソン病モデルなど、ヒトに近いモデル動物が作出されるに至った。また、マカクザルにおいても、ウイルスベクターを用いた神経回路選択的遺伝子発現制御法を進展させ、経路選択的・可逆的な機能障害を実現して行動の障害まで観察することができたことは、現在拡大しつつある研究領域で世界的なイニシアティブをとったことを意味する。トランスジェニック技術を用いなくとも経路選択的な機能操作を実現できる技術として、今後の高次脳機能研究のキーテクニックとなり得る成果として特筆される。
- 発表論文数は多いが、それに比して特許出願数が少なく、知的財産獲得への意識改革と更なる努力が必要である。また、社会一般に向けた情報発信になお一層

の努力が求められる。

(3) 今後の展望

【プログラム全体】

- 本プログラムには、脳そのものの解明を通じて人間の行動と人間社会の理解に寄与するとともに、精神・神経疾患の治療と予防につなげ、人のQOLの増進を図る重要な課題が課せられている。PD・POが社会への貢献のために臨床に近い研究の発展にも留意したことが、現段階で既に本プログラムの延長上に厚生労働省において臨床研究等がスタートする成果を生み出したと評価される。今後、こうした臨床に寄与する成果が更に生み出されるとともに、その基礎となる脳そのものの解明が進み、その両輪がうまくかみ合っ、本プログラム全体の目標実現に向けて更なる発展が期待される。
- 普及・啓発活動、人材育成については、各機関や個々の研究者の一層の自発的的努力が必要である。特に、一般社会に向けた情報発信については、それぞれの機関と研究者が社会への説明責任を果たす上で必須であり、課題終了後もそれぞれ機関・研究者の意識を更に高めるための方策が練られることが期待される。

【課題A・B ブレイン・マシン・インターフェース (BMI) の開発に関する評価】

- 現在の高齢化社会において高齢化に伴う脳機能、身体機能を補完し得るBMI技術の臨床応用は緊急テーマであるが、本課題の成果はこれらを実現し得るものである。今後、本分野における臨床研究が大きく進み、基礎科学の臨床医療への応用として社会への還元を十分に果たしていくものと考えられる。研究の更なる発展とともに、企業への技術移転とその普及が望まれる。また、より困難な精神・神経疾患の革新的治療法へとつながることが期待され、脳活動と行動の因果関係に関する研究に端緒を開いたデコーデッドニューロフィードバック法については、基礎的な研究開発を進めるとともに、複数の精神疾患臨床研究グループと共同研究をしていくことが望ましい。
- ただし、人の脳機能の情報をデータとして用いる際には、今後とも細心の配慮が求められる。また、倫理的課題への対応策・解決策に係る研究が、医療倫理等の理論的成果に基盤を置きつつ、一般社会との適切な双方向コミュニケーション・ELSI対応によって実践的に鍛えられて行く過程は、今後のBMIの健全な発展にとって不可欠である。

【課題C 独創性の高いモデル動物の開発に関する評価】

- 今後は、精神・神経疾患モデルを作出して病態の解明や治療法・予防法の開発

につなげていくとともに、他の疾患モデルを作出することにより、更に広く社会に貢献していくこと、トランスジェニック法のみならず、様々な新しいクローン技術、相同組換え法、ウイルスベクターによる遺伝子導入技術等を組み合わせた更なる発展が期待される。また、既に開始されているように作出した遺伝子改変マーモセット及びウイルスベクターを研究者に広く分配する仕組みを確立することが求められる。そして今後、知的財産に関する取組を増すことも必要である。

- 霊長類研究は、多くの時間・コスト・人力を必要とする。本課題の実施においても例外でなく、本技術の移転・普及はたやすくはないが、人の高次脳機能の解明、精神・神経疾患の克服に向けて重要な手段である。これまで、基礎的研究においては優れた成果が上がっているが、実用化にはまだ時間がかかるものと考えられる。しかし、遺伝子改変マーモセット作製技術、ウイルスベクター開発技術はともに世界をリードしているものと考えられ、今後、日本発の技術として国内外への普及を真剣に考える必要がある。とりわけ遺伝子改変マーモセットについては、課題内外の研究者に分配する仕組み作りに着手しているが、次の段階として作出に係る低コスト化が望まれ、安定的な繁殖と供給も必須である。今後は、責任機関をより明確化しつつ本技術の継承と発展、普及体制の構築が図られるべきと考える。