

# 脳科学に関する研究開発課題の 事後評価結果（案）

平成27年3月

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

## 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 . . . . . 2
- 「脳科学研究戦略推進プログラム」の概要 . . . . . 3
- <事後評価>
- 「脳科学研究戦略推進プログラム」  
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）の概要 . . . . . 4
- 「脳科学研究戦略推進プログラム」  
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）の事後評価票 . . . 7
- 「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）の概要 . . . . . 9
- 「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）の事後評価票 . . . . . 12

# 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27年2月現在

合原 一幸	東京大学生産技術研究所 教授
有信 睦弘	理化学研究所理事、東京大学監事
安西 祐一郎	日本学術振興会理事長、慶應義塾学事顧問
大隅 典子	東北大学大学院医学系研究科 教授
◎ 金澤 一郎	国際医療福祉大学大学院 大学院長
神庭 重信	九州大学大学院医学研究院 教授
後藤 由季子	東京大学分子細胞生物学研究所 教授
祖父江 元	名古屋大学大学院医学系研究科 教授
高橋 真理子	朝日新聞社科学医療部 編集委員
津本 忠治	理化学研究所脳科学総合研究センター 副センター長
十一 元三	京都大学大学院医学研究科 教授
中西 重忠	大阪バイオサイエンス研究所 所長
樋口 輝彦	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 名誉教授、川崎医療福祉大学 客員教授
三品 昌美	立命館大学総合科学技術研究機構 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	お茶の水女子大学ヒューマンウェルフェアサイエンス研究教育寄附研究 部門 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 CINO 付担当部長
渡辺 茂	慶應義塾大学 名誉教授

◎: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。このような状況の中、脳科学委員会における議論を踏まえ、『**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。

## 脳科学委員会

- (主査：金澤 一郎 日本学術会議会長(当時))  
 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



### 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

事後評価対象

### 課題D(社会脳)

### 精神・神経疾患の克服を目指す脳科学研究

発達障害、うつ病等気分障害、認知症といった精神・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(生涯健康脳)

課題F(健康脳)

### BMI技術を用いた自立支援、精神・神経疾患等の克服に向けた研究開発

ブレインマシンインターフェース(BMI)技術を用いた身体機能の回復・代替・補充や精神・神経疾患の革新的な予防・診断・治療法の推進

### BMI技術

利用者のニーズの高い精神・神経疾患に対するモデルマーマーモセットの遺伝子改変等による創出及び低コストでの供給を可能とする普及体制の整備

### 基盤技術開発：霊長類モデル

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

### 基盤技術開発：課題G(神経情報基盤)

# 「脳科学研究戦略推進プログラム」 課題Dの概要及び予算

## 概要

- 課題Dは、平成21年度から開始しており、健常者から精神疾患や発達障害に至る広範な社会性障害の理解・予防・治療や社会性の健全な発達促進に応用することを最終目標とし、以下に示す研究開発課題を総合的に組み合わせて、社会的行動を支える脳基盤の計測・支援技術の開発を推進。
  - I 分子・細胞・神経回路・システムといった脳基盤の各階層に対応した、社会的行動や社会性に関連する生物学的指標（ソーシャル・ブレイン・マーカー）の開発
  - II 脳の発達・機能に影響を与える環境因子及び逆に社会的行動・社会性に影響を与える脳の発達・機能変化に関連した分子・神経回路についての研究
  - III 脳の生物学的指標に基づき社会性障害（適応障害、行動異常等）の理解・予防・治療に向けた先導的研究

## 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	平成25年度
脳科学研究戦略推進プログラム (全体予算)	23.0	23.9	35.9	34.9	34.9
課題D（社会脳） 社会的行動を支える脳基盤の 計測・支援技術の開発	6.0	5.4	5.4	4.9	5.4

※ 課題Dの予算は、全体予算の内数



# 平成25年度「脳科学研究戦略推進プログラム」事後評価対象(課題D)

## 1. PD・POに関する評価

PD・PO

理化学研究所	津本 忠治 (PD)
自然科学研究機構 生理学研究所	吉田 明 (PO)

## 2. 事業全体に関する評価

拠点長

東京大学	狩野 方伸
------	-------

## 3. 代表機関の分担研究者の研究内容に関する評価

代表機関の分担研究者

東京大学	狩野 方伸	<ul style="list-style-type: none"> <li>・社会性を制御する分子と社会性・社会的行動の機能発達に関する研究: 「社会性発達の基盤としてのシナプス刈り込みの指標開発」</li> <li>・社会性を制御する報酬・情動系に関する研究: 「嗜癖・依存症における内因性カンナビノイド系の役割に関する研究」</li> <li>・プロジェクトの総合推進</li> </ul>
	岡部 繁男	社会性を制御する分子と社会性・社会的行動の機能発達に関する研究: シナプス可視化による社会性関連神経回路の機能解析
	笠井 清登	社会性障害の理解・予防・治療に向けた先導的研究:健康者・発達障害(自閉症・注意欠如多動性障害)・統合失調症の神経画像・遺伝子解析
	真鍋 俊也	情動・記憶に関連する神経回路における神経伝達機構と神経調節物質による修飾機構および遺伝子改変マウスを用いた情動異常発現機構に関する研究
	廣瀬 謙造	社会性を制御する分子と社会性・社会的行動の機能発達に関する研究: 社会性障害のソーシャルブレインマーカー候補開発に資する可視化アプローチによるシナプスの活動性検出法の開発
	東原 和成	匂いやフェロモンの放出および受容を指標とした社会性行動や障害の理解

# 平成25年度「脳科学研究戦略推進プログラム」事後評価対象(課題D)

## 4. 参画機関の分担研究者の研究内容に関する評価

### 参画機関の分担研究者

大阪大学	大竹 文雄	神経経済学に基づく社会的行動と異時点間の意思決定の計測手法の開発
大阪バイオサイエンス研究所	小早川 令子	哺乳類の社会コミュニケーション反応を計測・制御する新技術の開発
自然科学研究機構 生理学研究所	定藤 規弘	社会能力の神経基盤と発達過程の解明とその評価・計測技術の開発
玉川大学	木村 貴	霊長類モデルによる意志決定と行動発現を支える神経回路基盤と制御
東京医科歯科大学	西川 徹	統合失調症の分子異常に対する発達神経科学的解析法の構築と評価技術の開発
横浜市立大学	高橋 琢哉	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
理化学研究所	吉川 武男	統合失調症および自閉症の大規模遺伝子解析

# 事後評価票

(平成27年3月現在)

1. 課題名 「脳科学研究戦略推進プログラム」  
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）

## 2. 評価結果

### (1) 課題の達成状況

#### ○課題の概要

文部科学省では、「社会に貢献する脳科学」の実現を目指し、社会への応用を見据えた脳科学研究を戦略的に推進するため、平成20年度より「脳科学研究戦略推進プログラム」を実施している。

このプログラムのうち、平成21年度から5か年の計画で実施した「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）」では、豊かな社会の実現に貢献する脳科学を目指し、ヒトの社会性障害の理解・予防・治療や社会性の健全な発達促進に応用することを目的としている。

#### ○課題全体の評価

##### 【PD・PO】

PD・POの運営に関する取組は大変優れている。

PD・POは、課題Dの目標をしっかりと捉え、拠点間の緊密な連携と総合的な研究成果を挙げることに重点を置くとともに、サイトビジットなどでは個別の進捗状況の把握に留まらず、計画の重点部分の変更を指示するなど、熱心な指導・助言が行われたと評価できる。また、課題Dの統合的な研究推進の成果として、ソーシャルブレインマーカ一候補が50以上同定されるとともに、数多くの特許出願がなされたことから、本課題は生産性高く運営されたと評価できる。今後、これらの成果が新規薬剤開発、診断技術開発につながることを期待される。

##### 【課題全体】

進捗状況及び得られた成果は大変優れている。

代表機関の東京大学による拠点長のマネジメントの下、代表機関及び7つの参画機関の連携により、社会性に関する分子的基盤、神経回路、社会性障害の病因・病態解析など、優れた成果が上げられている。また、数多くの論文発表、特許出願が行われており、臨床応用に近い成果や、製薬企業等との具体的な共同研究につながる成果が得られていることも評価できる。これらの研究成果に関する社会への情報発信についても、課題全体として積極的な取組が行われている。



以上のことから、課題全体として、当初の目的は十分に達成されているものと評価できる。

## (2) 成果

代表機関の東京大学を中心に7つの参画機関からなる拠点を形成し、「社会性を制御する分子と社会性・社会的行動の機能発達」、「社会性を制御する報酬の情動系」及び「社会性障害の理解・予防・治療」の研究開発課題を統合的に組み合わせることで、異分野間の連携が大きく進展したことは評価できる。

特に、代表機関の東京大学においては、シナプス刈り込みやシナプス形成・伝達を調べる方法の開発・確立、In vivo での二光子顕微鏡による大脳皮質シナプス動態の解析技術の確立、シナプスから放出されたグルタミン酸の可視化技術の確立など、注目すべき成果が上げられている。また、参画機関においても、恐怖臭分子を用いた先天的恐怖及び後天的恐怖の神経基盤の解明、2台のMRIを用いた2個人間の相互作用中の神経活動の測定、統合失調症や自閉症のソーシャルブレインマーカーの同定など、多くの成果が上げられているとともに、社会への還元も十分見込まれるものと評価できる。

## (3) 今後の展望

本課題では、新たな研究手法の開発により、数多くのソーシャルブレインマーカー候補が同定されるなど、社会性に関する分子的基盤、神経回路、社会性障害の病因・病態解析について、優れた成果が得られている。本課題終了後もこの連携体制を十分に活用するとともに、得られた研究成果をヒトにおける社会性障害の早期診断・治療法の選択や、新規薬剤の開発に役立てられるよう、更なる努力が期待される。

# 「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。
- 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。**

## 予算

(単位：億円)

	平成22年度	平成23年度	平成24年度	平成25年度	平成26年度
脳科学研究戦略推進プログラム・脳機能ネットワークの全容解明プロジェクト(全体予算)	23.9	35.9	34.9	34.9	54.8
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	4.6	4.8	4.3	4.2	4.0

※ 課題Eの予算は、全体予算の内数

# 「脳科学研究戦略推進プログラム」事後評価対象(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	柚崎 通介 (PO)
理化学研究所	加藤 忠史 (PO)

## 2. 課題Eの全体評価

### 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

# 「脳科学研究戦略推進プログラム」事後評価対象(課題E)

## 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	体[睡眠・リズム]とこころの恒常性維持及び破綻機構の遺伝子環境相互作用に関する研究
国立精神・神経医療研究センター	三島 和夫	睡眠調整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 生物時計、睡眠覚醒、気分調節を結ぶ双方向的な機能ネットワークの分子基盤に関する研究
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スファゲン回路網と迷走神経を介した末梢環境情報

### 元氣な老い班 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・変性促進の分子基盤解明
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来する分子機構の解明

## 事後評価票

(平成27年3月現在)

3. 課題名 「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）

### 4. 評価結果

#### (1) 課題の達成状況

##### ○課題の概要

文部科学省では、「社会に貢献する脳科学」の実現を目指し、社会への応用を見据えた脳科学研究を戦略的に推進するため、平成20年度より「脳科学研究戦略推進プログラム」を実施している。

このプログラムのうち、平成22年度から5か年の計画で実施した「心身の健康を維持する脳の分子基盤と環境因子（課題E）」では、「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ことを目的としている。

##### ○課題全体に関する評価

##### 【PD・PO】

PD・POの運営に関する取組は大変優れている。

課題Eの目標である「発生から老化まで」という時間軸の概念を取り入れた、これまでにない体系的な研究の推進に際し、「健やかな育ち」、「活力ある暮らし」、「元気な老い」という3段階を貫くものとして、「生涯に亘る健康脳の分子基盤と食・環境ストレス」という横断的な課題が設定されることにより、課題全体としての連携の重要性を終始徹底して指導・助言を行ったことは高く評価される。指導・助言に際しては、サイトビジットや成果報告会に加え、課題内で実施する分科会等に頻回に参加することにより、各段階における研究の進捗状況を適切に把握し、行った。また、中間評価結果を踏まえた指導・助言をはじめ、社会への応用の観点からの計画の見直しや変更の指示、倫理的・法的・社会的問題（ELSI）への対応の指示、本プログラムの他課題との連携の指導など、その役割を遂行する努力が認められた。

##### 【課題全体】

進捗状況及び得られた成果は大変優れている。

代表研究者（総括班長）のマネジメントは適切に行われており、PD・POによる指導・助言に従い、中間評価結果を踏まえた課題内の情報共有を行うとともに、個々の分担研究者の能力、技術などの連携・共有を図ることにより、本課題の目標である「発生



から老化まで」の方向性の統一に努めたことは評価できる。また、課題内及び本プログラムの他課題との緊密な連携により多くの成果が得られたほか、E L S I への対応、研究成果の公開や発信なども適切に行われた。

**【健やかな育ち班全体】**

進捗状況及び得られた成果は優れている。

班長のマネジメントは適切に行われており、中間評価結果を踏まえ、班内、課題内及び本プログラムの他課題との情報共有、連携により、一定の成果は得られたものと認められる。また、E L S I への対応についても適切に行われた。しかし、一部の研究においては、基礎的なものに留まっているものも見受けられた。今後もこの連携を活用して研究を推進するとともに、積極的な研究成果の公開、発信がなされるよう、更なる努力を期待する。

**【活力ある暮らし班全体】**

進捗状況及び得られた成果は大変優れている。

班長のマネジメントは適切に行われており、中間評価結果を踏まえ、班内、課題内及び本プログラムの他課題との情報共有、連携が図られた。その結果、睡眠・リズム研究、摂食・代謝研究が効果的に取り進められたほか、精神疾患に関する食生活・栄養学的課題の発見などの優れた成果が得られた。また、E L S I への対応、研究成果の公開や発信なども適切に行われた。今後は、更に分子メカニズムから病態に迫る成果が求められる。

**【元気な老い班全体】**

進捗状況及び得られた成果は優れている。

班長のマネジメントは適切に行われており、中間評価結果を踏まえた班内、課題内及び本プログラムの他課題との情報共有、連携の強化により、当初の目標に対する成果は得られたものと認められる。また、E L S I への対応についても適切に行われた。今後は、これらの成果を更に発展させるとともに、企業等との連携の強化、知的財産の取得や活用などにより、神経変性疾患の予防・診断・治療につながるよう、積極的な取組が望まれる。

以上のことから、課題全体として、当初の目的は十分に達成されているものと評価できる。

## (2) 成果

本課題では、代表機関（総括班）の東京医科歯科大学を中心として、「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段階に対応した研究班からなる拠点を形成するとともに、これらの3段階を貫くものとして、「生涯に亘る健康脳の分子基盤と食・環境ストレス」という横断的な課題の設定することによって、多くの分野に跨がる研究者による緊密な連携の下に研究が行われたことは評価できる。

本課題の目標である「発生から老化まで」の時間軸において、胎児脳虚血、母子分離、統合失調症、自閉スペクトラム症、うつ病、睡眠・リズム障害、食欲、アルツハイマー病とメタボリック症候群、ストレスと神経変性疾患等の研究項目に着目し、脳の分子基盤や機能解析が行われるなど、多くの成果が得られている。また、これらの成果については、数多くの論文発表や特許出願も行われたほか、公開シンポジウムや出張授業、専門家向けの講演会等による研究成果の公開や情報発信も活発に行われた。

## (3) 今後の展望

「発生から老化まで」という人間及び脳神経の一生の各段階に着目した時間軸の概念を取り入れた、これまでにはない体系的な研究を推進する中で、多くの分野に跨がる研究者が緊密に連携し、多くの成果が得られた。今後は、本評価結果を踏まえ、得られた研究成果を十分に活用し、健全な脳機能を維持するための予防・診断・治療法の開発を行うなど、成果が社会へ還元されることを期待する。