

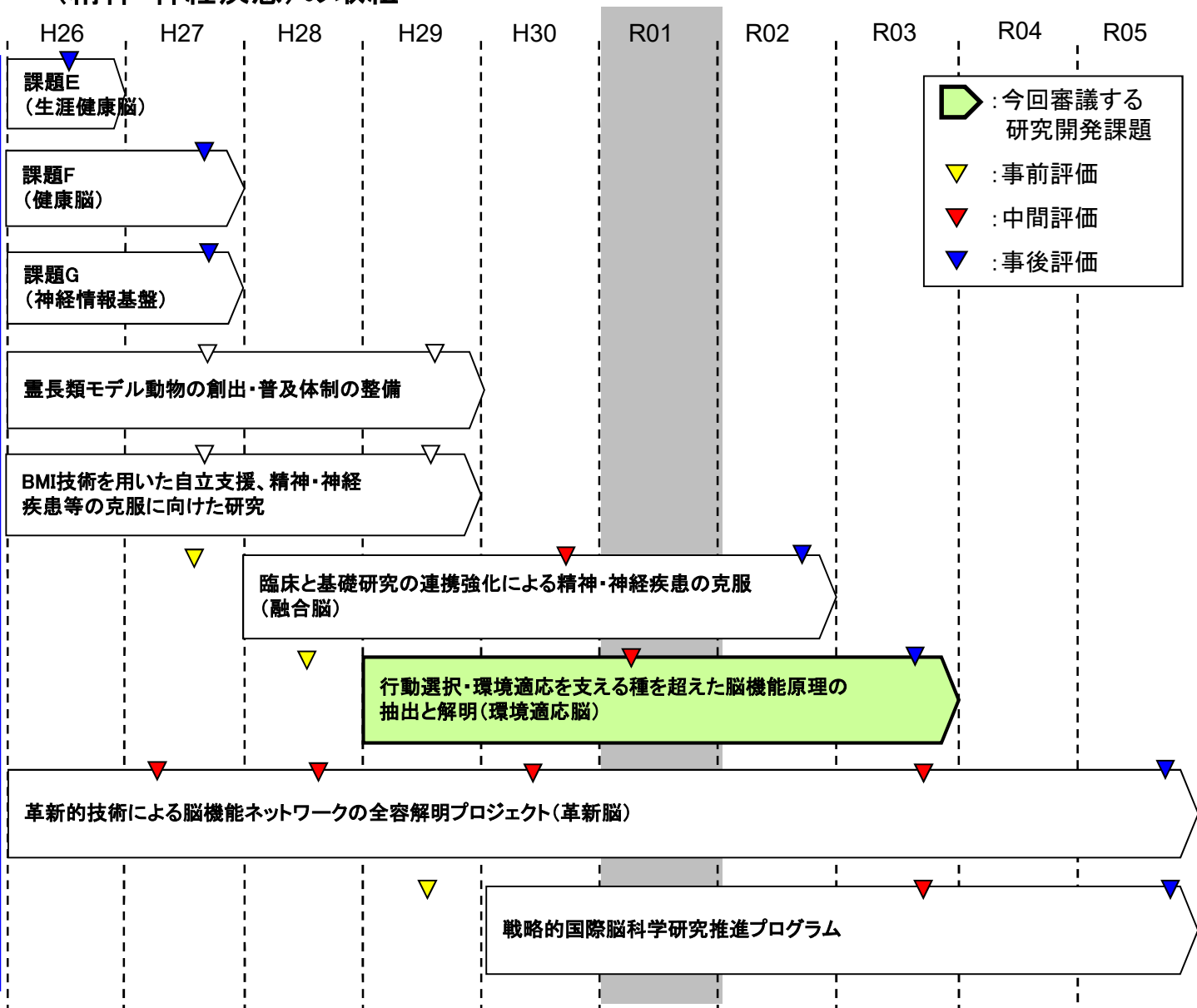
【脳科学】健康・医療戦略及び医療分野研究開発推進計画に基づく疾病領域
 (精神・神経疾患)の取組

(令和2年までの達成目標)

.....

- 認知症の診断・治療効果に資するバイオマーカーの確立(臨床POC取得1件以上)
- 日本発の認知症の疾患修飾薬候補の治験開始
- 精神疾患の客観的診断法の確立(臨床POC取得4件以上、診療ガイドライン策定5件以上)
- 精神疾患の適正な治療法の確立(臨床POC取得3件以上、診療ガイドライン策定5件以上)
- 脳全体の神経回路の構造と活動に関するマップの完成

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



脳科学に関する 研究開発課題の中間評価結果

令和元年 5 月

脳科学委員会

科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会
脳科学委員会 委員名簿（第10期）

合原 一幸	東京大学生産技術研究所 教授
伊佐 正	京都大学大学院 医学研究科 神経生物学分野 教授
○岡部 繁男	東京大学大学院 医学系研究科 神経細胞生物学 教授
加藤 忠史	理化学研究所 脳神経科学総合研究センター チームリーダー
神庭 重信	九州大学 名誉教授
定藤 規弘	自然科学研究機構生理学研究所 教授
祖父江 元	名古屋大学大学院 医学系研究科 特任教授
高橋 真理子	株式会社朝日新聞社 科学コーディネーター
武田 朗子	東京大学大学院 情報理工学系研究科 教授
中山 啓子	東北大学大学院 医学系研究科 細胞増殖制御分野 教授
長谷川 眞理子	総合研究大学院大学 学長
◎水澤 英洋	国立精神・神経医療研究センター 理事長
三村 将	慶應義塾大学医学部 精神・神経科学教室 教授
安松 浩	田辺三菱製薬株式会社 創薬本部 創薬企画部 専門部長

(敬称略 50音順)

◎：主査 ○：主査代理

「行動選択・環境適応を支える種を超えた脳機能原理の抽出と解明（環境適応脳）」の概要

課題実施期間及び評価時期

平成29年度から平成33年度
 （中間評価：平成31年度、事後評価：平成33年度を予定）

概要・目的

ヒトがめまぐるしい環境の変化を捉え、それに順応し、適切な意思決定・行動選択をすることができるのは、様々な環境の変化に対して脳が柔軟に適応し、対処できるからである。本課題において以下の4つの研究テーマを設定し、行動選択・環境適応を支える脳機能原理を解明する。

- ・柔軟な環境適応を可能とする意思決定・行動選択の神経システムの研究
- ・動物種間比較による行動選択・環境適応を支える神経システムの解明
- ・ヒトにおける行動選択・環境適応の破綻メカニズムの解明
- ・行動選択・環境適応とその破綻の大規模データ解析及び数理モデル化

研究開発の必要性等

（必要性）

依存症・PTSD・睡眠障害等の環境適応の不全に関連した疾患は、社会に大きな損失をもたらす克服すべき重要な疾患である。これらの疾患の理解には、まず行動選択・環境適応を支える脳機能原理を明らかにすることが必要であるが、これらの脳機能と疾患の関係はこれまで戦略的に研究されてはならず、神経システムとしての理解が進んでいない。そこで本課題において、行動選択・環境適応を支える動物種を超えた普遍的な脳機能及びヒト(人)に固有な脳機能の原理の抽出に必要な新しい計測・解析技術を創出するとともに、その解明を目指す。

（有効性）

最先端の技術や知見を結集し、様々な専門性を有する研究グループが一体となった研究体制を構築することにより、行動選択・環境適応を支える高次の脳機能原理の解明が可能になることが期待される。

（効率性）

本課題は、行動選択・環境適応を支える脳機能原理の解明に向けて最先端の技術や知見を結集し、様々な脳領域の研究グループが一体的にプロジェクトを進めることで効率的に研究を推進できるものと期待できる。

「行動選択・環境適応を支える種を超えた脳機能原理の抽出と解明（環境適応脳）」の概要

予算の変遷

（単位：億円）

	平成29年度	平成30年度	平成31年度 （当初額）	翌年度以降	総額
脳科学研究戦略推進プログラム* （全体予算）	25.3	16.9	17.0	調整中	調整中

*BMI技術、霊長類モデル（以上、平成29年度終了）および融合脳（平成32年度終了予定）を含む

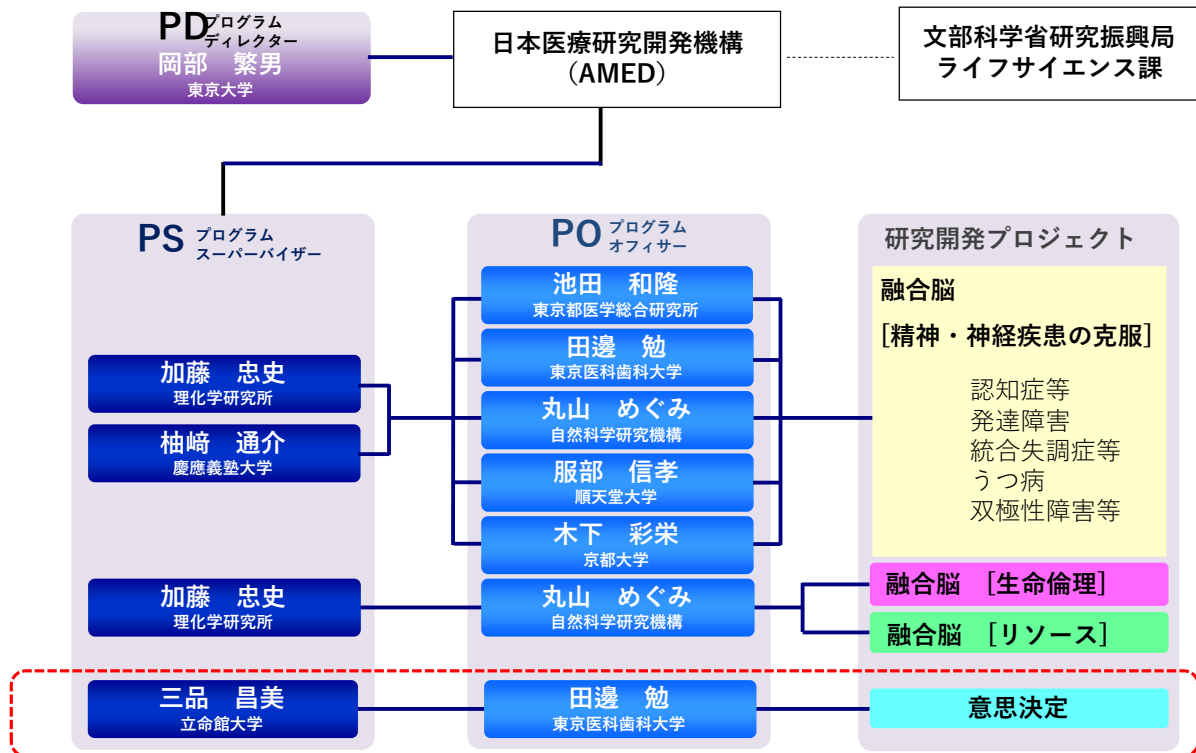
PD・PS・PO

PD	岡部繁男（東京大学）
PS	三品昌美（立命館大学）
PO	田邊勉（東京医科歯科大学）

構成

疾患・領域（チーム）	グループ数	課題数
意思基盤チーム	1	3
意思機能チーム	3	5
意思評価チーム	2	2
合計	6	10

【事業概要1】 「脳科学研究戦略推進プログラム」体制図

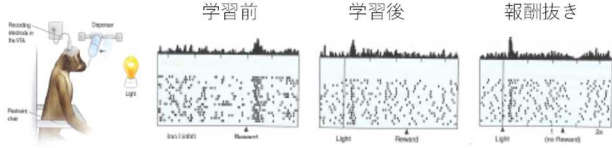


【事業概要2】 意思決定(全10課題)

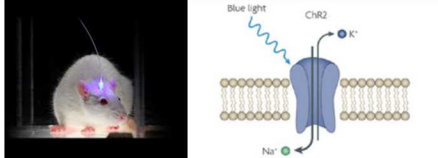
委託先機関名	代表研究者	研究開発課題名
京都大学	伊佐 正	柔軟な意思決定の基盤となる神経回路に関するヒトと非ヒト科霊長類を用いた統合的研究
生理学研究所(分担)	定藤 規弘	二個体同時計測によるコミュニケーション行動の解析指標の開発とその神経表象のモデル化
玉川大学(分担)	高橋 宗良	二個体行動計測法の開発
理化学研究所	田中 啓治	新規逆行性遺伝子操作法によるマカク大脳連合野・基底核回路への機能的介入・記録技術の開発
国立精神・神経医療研究センター(分担)	一戸 紀孝	免疫組織科学染色によるタンパク質発現の検証
東京大学(分担)	坂本 雅行	ウイルスベクターの開発・最適化と制作
放射線医学総合研究所	南本 敬史	化学遺伝学イメージング：神経路の可視化と操作による意思決定ネットワークの解明
東京大学	松崎 政紀	霊長類大脳基底核の意思決定最終出力表現の検証技術開発
理化学研究所	黒田 公美	社会行動選択に必要なマーマセット意思決定回路機構の解明
生理学研究所	磯田 昌岐	社会的な意思決定と行動制御のシステム的理解に向けた研究手法の開発

近年、意思決定の脳科学が大きく進展した

きっかけはSchultzらによる、サルのドーパミン細胞が強化学習に必要な「報酬予測誤差」を符号化しているという研究。



その後、主にマウスにおいて光遺伝学的手法を用いてドーパミン細胞や関連する特定の回路を操作し、「因果論的実証」を行うことが可能になり、意思決定研究は大きく展開した。



世界の先を行くには霊長類での回路操作技術の開発が鍵！

大脳皮質（特に前頭前野）が優位となる霊長類—ヒトの意思決定を特徴づけるものは何か？



本研究チームでは、霊長類における認知行動研究と回路操作技術・イメージング技術開発で世界をリードする日本の強みを活かし、**霊長類**（ヒト、サル）を主たる対象とする意思決定研究を推進する。

意義

多様な選択肢がある中で状況に応じて柔軟な意思決定を行えるかどうかは社会の中で適切に生きていくために重要な能力である

(例)

他者の存在を考慮するか	←→	しないか？
高リスク高リターン		低リスク低リターン
こだわり (exploitive)か		柔軟な切り替え (explorative)か

不適切で病的な意思決定を行ってしまう人の行為が社会的に看過できない問題となってきた。

(例) ・社会性の障害
 大人の発達障害や一部の神経症（こだわりが強すぎてうまく行かない）
 DV/育児放棄・児童虐待（他者の痛みを斟酌できない）など
 ・ネット依存症、薬物依存症、ギャンブル依存などの依存症

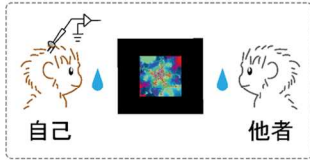
これらの問題行動や神経症などの症状を「意思決定の障害」と捉えなおし、そのメカニズムの理解とそれを通じた**新しい認知行動療法**の基礎としたい。

主たる研究成果 (1)

磯田 (生理学研究所)

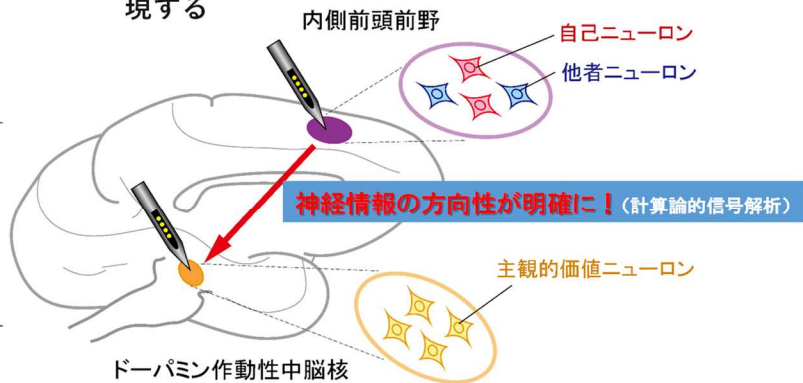
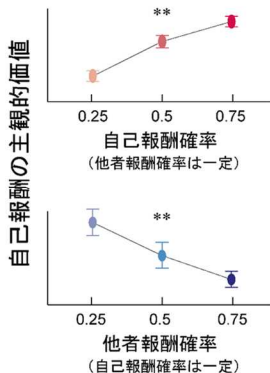
自己と他者の報酬情報が脳内で処理・統合され、主観的価値情報が生成されるメカニズムの一端を解明

サルの対面課題



自己報酬の主観的価値は、自己報酬の確率とは正の相関を、他者報酬の確率とは負の相関を示す

内側前頭前野細胞は自己または他者の報酬確率情報を選択的に表現するのに対し、**ドーパミン細胞は両者からの情報を統合して自己報酬の主観的価値を表現する**

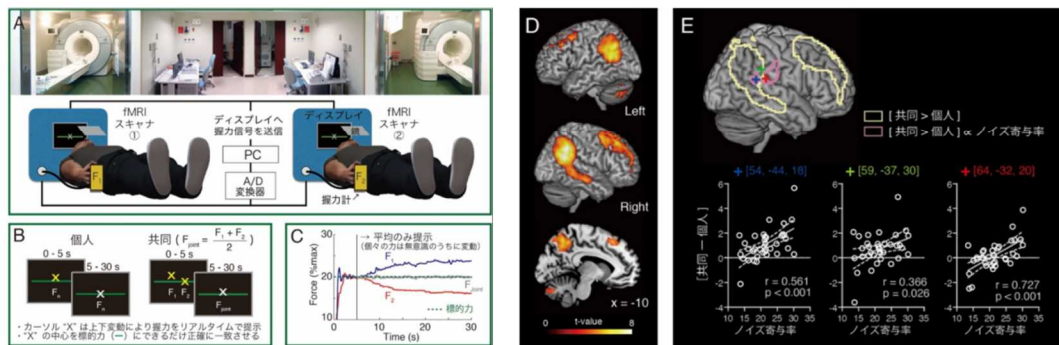


今回の発見は、従来の意思決定理論で強調されてきた、ドーパミン細胞から前頭前野細胞に向かう上行性の情報流よりも、逆方向（下行性）の情報流が重要であることを示しており、社会的意思決定における脳内情報処理の新たな仕組みを明らかにした点で画期的である。 (Noritake et al. Nature Neuroscience, 2018)

主たる研究成果 (2)

定藤 (生理学研究所)

2個体同時計測 fMRI装置を用いて他者との行為協調を司る神経基盤を同定



- 協力においては、相手の状況や意図を推測し、それに基づいて自身の動作を調整することが重要
- 2個体同時計測 fMRIで、二人組の握力の平均値を標的力に一致させ続けるという共同課題実験を遂行
- 相手の状況を思いやる時に活性化する社会的神経回路（メンタライジングシステム）が共同課題時に活動
- 相手の変動の影響を受けやすい人ほど、右側の側頭頭頂接合部（TPJ）の前方領域の活動が大

→ 行為協調に重要な役割

他者との社会的相互作用中の行動決定を実現する神経機構の解明に向けて前進

(Abe et al. Neuroimage, 2019)

主たる研究成果 (3)

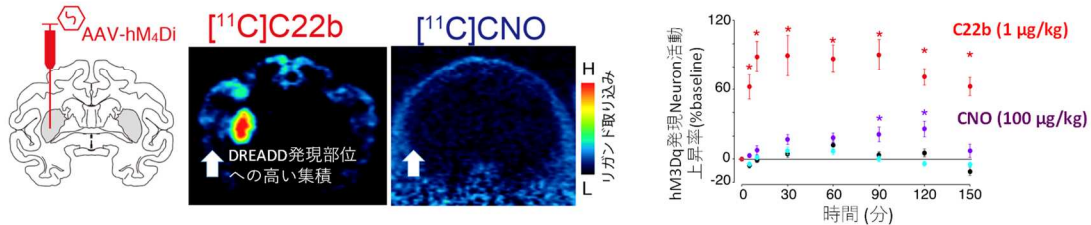
南本 (放射線医学総合研究所)

化学遺伝学DREADDの新規リガンドC22bを開発：選択性・操作性が向上

新規リガンドC22b: CNOに比べ非常に高い脳移行性と選択性を併せ持つ

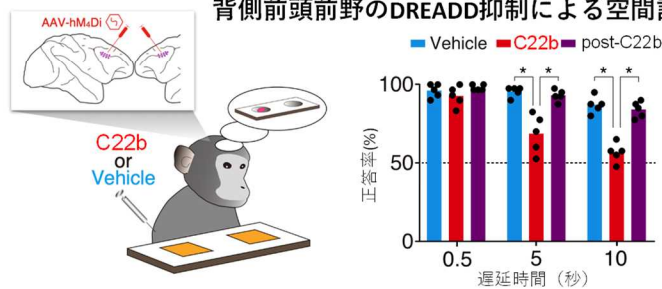
PETによるリガンド評価

CNOの1/100投与量でDREADDを活性化



サル認知機能を選択的に・素早く・繰り返し操作可能に

背側前頭前野のDREADD抑制による空間記憶障害



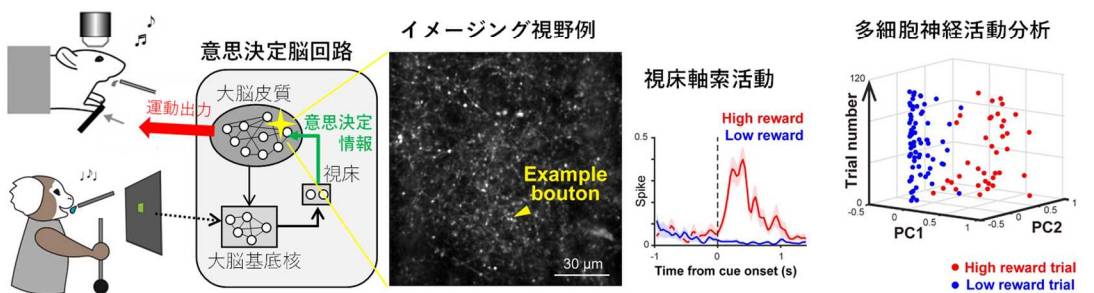
Nagai et al., Under review, 特願2018-118210

主たる研究成果 (4)

松崎 (東京大学)

2光子レーザー顕微鏡を用いて、マウスとマーモセットでの

- 1) 種間同一の新規意思決定課題の構築
- 2) 課題実行中での視床軸索活動の可視化の実現
- 3) 視床軸索活動が持つ意思決定情報の解析法の開発



1) 頭部固定下マウスとマーモセットで共通の課題設定 (報酬確率を操作)

2) 2光子レーザー顕微鏡を用いて視床-皮質投射線維の活動を単一シナプスブトンの可視化によって明らかに

3) 特徴量抽出による視床-皮質投射線維の集団が持つ報酬関連情報の分離

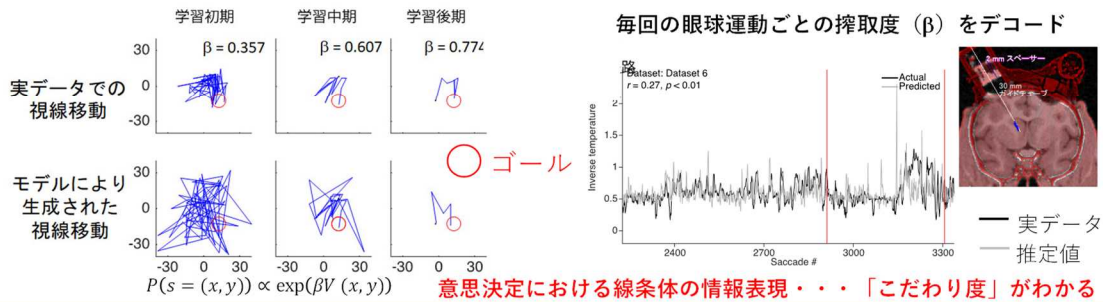
上記を実現するための方法論の確立

Kondo et al., eLife, 2017; Ebina et al., Nature Comms, 2018;

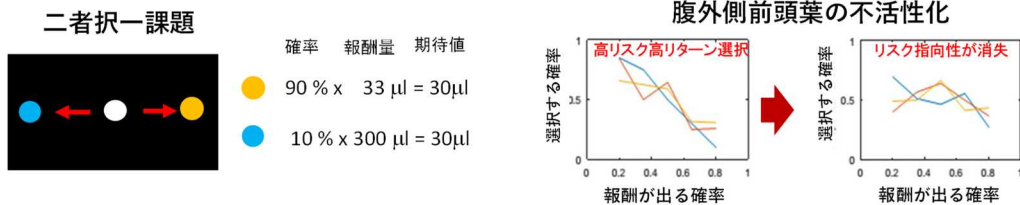
Yoshida et al., Scientific Reports, 2018; Tanaka et al., Neuron, 2018

主たる研究成果 (5) 伊佐・高橋英・神谷 (京都大学)

暗闇からゴールを眼で探す・・・そしてゴールが時折変わるという探索課題の行動を強化学習でモデル化。尾状核のニューロン集団の活動から探索(柔軟)・搾取(こだわり)の意思決定モードが読み取れる



高リスク高リターンvs低リスク低リターン課題においてリスク依存性に関わる前頭葉の領域を特定



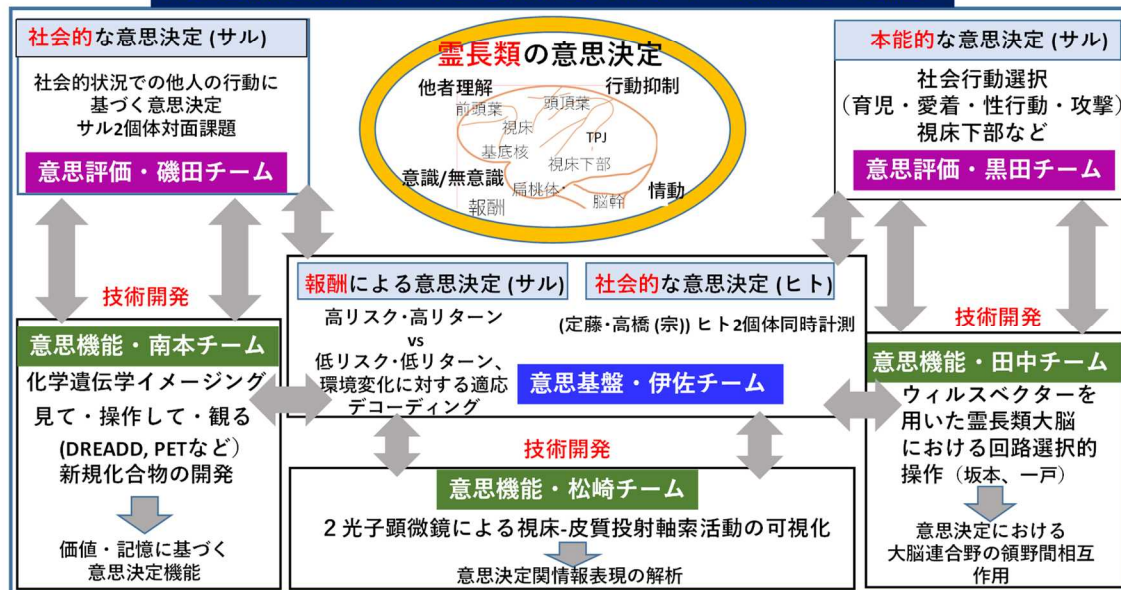
今後は経路選択的操作(Kinoshita et al. Nature 2012, Nat Comm 2019など)に向かう。

今後の進め方

霊長類で特に発達してきた機能とは？

単に本能に刷り込まれた意思決定でも報酬の絶対量による意思決定ではなく、主観的・相対的な価値判断、学習された価値判断

問題意識と開発されてきた技術を共有して一致協力して臨む



中間評価票

(令和元年5月現在)

<p>1. 課題名 脳科学研究戦略推進プログラム (行動選択・環境適応を支える種を超えた脳機能原理の抽出と解明 (環境適応脳))</p>
<p>2. 研究開発計画との関係</p> <p>施策目標：健康・医療・ライフサイエンスに関する課題への対応 大目標（概要）：健康・医療戦略推進本部の下、健康・医療戦略及び医療分野研究開発推進計画に基づき、日本医療研究開発機構を中心に認知症、精神疾患の克服に向けた研究開発などを着実に推進する。 中目標（概要）：健康・医療戦略及び医療分野研究開発推進計画に基づき、疾病領域ごとの取組を着実に実施する。 重点的に推進すべき研究開発の取組（概要）：健康・医療戦略及び医療分野研究開発推進計画に基づき、精神・神経疾患等に関するメカニズム・病態の解明につなげる。 本課題が関係するアウトプット指標：精神・神経疾患の克服に向けた知見の集積 本課題が関係するアウトカム指標：なし</p>
<p>3. 評価結果</p> <p>(1) 課題の進捗状況</p> <p>○事業の概要 本プログラムにおいては、従来は着手されていなかった行動選択・環境適応を支える脳機能原理の解明に資する研究開発を実施しており、その破綻によって生じる疾患（依存症、PTSD、睡眠障害等）のメカニズム・病態の解明や創造性の基盤となる脳機能の理解等への貢献を目指す。 その実施は、日本医療研究開発機構の一貫した支援・推進体制の下で行っている。</p> <p>○進捗状況評価</p> <ul style="list-style-type: none">・意思基盤チーム 柔軟な意思決定・行動選択の解析・評価手法の開発に向けて、報酬による意思決定および環境変化への適応機構について、チーム内で連携した多様な検討や二個体同時機能的MRI技術を用いたアイコンタクトや共同注視、協力行動などの二個体間の相互作用に関与する脳領域の絞り込み等を実施した。・意思機能チーム 意思決定関連システムの機能検証技術の開発に向けて、新規 DREADD (Designer Receptors Exclusively Activated by Designer Drugs) リガンドPET等を用いた意思

決定のメカニズムに関する知見の集積や2光子カルシウムイメージングを応用した技術開発等を実施した。

・意思評価チーム

ヒトの行動選択の基盤となる神経システムの同定に向けて、マーモセットの子育て・親子コミュニケーション業動の定量的解析や独創的な二個体での行動実験（対面タスク）と最新の二個体の神経活動（脳波）解析等を実施した。

（２）各観点の再評価

<必要性>

評価項目

- ・科学的・技術的意義（独創性）

評価基準

- ・行動選択・環境適応を担う脳機能を計測・解析する新たな技術が創出されているか

本事業の事前評価においては、行動選択・環境適応を支える脳機能原理を明らかにするために、行動選択・環境適応を支える動物種を超えた普遍的な脳機能及びヒトに固有な脳機能の原理の抽出の新しい計測・解析技術の創出が必要であるとの評価がなされた。

ヒトの意思決定の脳機能の原理の解明に向けて、本事業の意思機能チームにおいて、以下の計測・解析技術が新たに開発されており、要求は満たされている。

- ・任意の神経細胞の活動の調節とイメージングを同時に実施できる世界初のPETトレーサー
- ・生体深部の細胞活動を検出する2光子カルシウムイメージングを応用し、大きさ・構造が異なるげっ歯類と霊長類の脳機能原理を種間比較するための世界に先駆けた計測・解析技術

<有効性>

評価項目

- ・新しい知の創出への貢献

評価基準

- ・行動選択・環境適応を支える高次の脳機能原理の解明に向け、分野横断的な研究体制を構築し、神経システムの相互作用解析が実施されているか

本事業の事前評価においては、行動選択・環境適応を支える脳機能原理の解明に向けて、最先端の技術や知見を結集し、様々な専門性を有する研究グループが一体となった研究体制を構築した上で、複数の要素が統合された大規模な神経システムの相互作用解析の実施が期待できるとの評価がなされた。

本事業の意思基盤チームにおいて、ヒトの柔軟な意思決定の基盤となる神経システム機構の解明を目指し、ヒトおよび非ヒト霊長類を対象に脳機能を計測するグル

ープと計測したデータの解析・モデリングを実施するグループとの連携など、参画機関それぞれの高度な技術を相互に活用するための効果的な連携体制が構築されている。その上で、報酬による意思決定機構と社会的な意思決定機構における神経細胞の活動を検出・解析し、それらを種間で比較検証することで柔軟な意思決定に関与する脳領域を絞り込むなどの成果をあげている。

以上より、有効性への要求事項は満たしていると評価できる。

<効率性>

評価項目

- ・計画・実施体制の妥当性

評価基準

- ・組織が適切に運営されているか
- ・積極的に連携がなされているか
- ・PD・PS・PO や外部有識者によって適切な評価と進捗管理が行われることで、効率的に研究が推進されているか。

本事業の事前評価においては、行動選択・環境適応を支える脳機能原理の解明に向けて最先端の技術や知見を結集し、様々な脳領域の研究グループが一体的にプロジェクトを進めることで効率的に研究を推進できるものと期待できるとの評価がなされた。

本事業においては、これまでに各チームにおいて構築された研究基盤や新たに開発された計測・解析技術について、チーム間で交流を図り、一体的に研究を進める取組がなされている。

また、AMED においても、研究開発運営の改善および支援体制の改善を踏まえ、中間評価を実施し、各研究開発課題の進捗状況および成果等の把握、適切な予算配分や計画の見直し、研究開発計画変更の要否確認等を遂行することで、研究は効率的に推進されている。

以上より、効率性への要求事項は満たしていると評価できる。

(3) 科学技術基本計画等への貢献状況

本事業においては、必要性の項等で述べた通り、環境適応の不全に関連した疾患（依存症、PTSD、睡眠障害等）発症に深く関わる行動選択・環境適応を支える脳機能原理の解明に向けて、高性能な新規 PET トレーサーを開発し、霊長類の意思決定のメカニズムに関する知見を得る等、各チームが独創的・先駆的技術を開発・駆使しながら着実に成果をあげるとともに、研究開発の効率化のためチーム間の交流に努めている。このことから*健康・医療戦略（平成 26 年 7 月 22 日閣議決定、平成 29 年 2 月 17 日一部変更）に即して策定された医療分野研究開発推進計画の達成目標のうち、「精神疾患の客観的診断法の確立」「精神疾患の適正な治療法の確立」及び「認知症の診断・治療効果に資するバイオマーカーの確立」などに向けて、貢献しているものと考えられる。

*参考：科学技術基本計画（平成 28 年 1 月 22 日閣議決定）第 3 章（1）② i）

（4）今後の研究開発の方向性

本課題は「**継続**」、「中止」、「方向転換」する（いずれかに丸をつける）。

理由：

本事業は、各観点の再評価の項で述べたとおり、環境適応の不全に関連した疾患（依存症、PTSD、睡眠障害等）発症に深く関わる行動選択・環境適応を支える脳機能原理の解明に向けて、各チームが独創的・先駆的技術を開発・駆使しながら着実に成果をあげ、研究開発の効率化のためチーム間の交流に努めている。また、脳科学研究を戦略的に推進し、精神・神経疾患の予防、診断、治療への貢献が求められる中で、「医療分野研究開発推進計画」の達成目標として、「精神疾患の客観的診断法の確立」、「精神疾患の適正な治療法の確立」及び「認知症の診断・治療効果に資するバイオマーカーの確立」が明記されており、本事業は継続して実施すべきである。

（5）その他

脳プロには「社会に貢献する脳科学」の実現を目指すことが使命として定められている。参画機関においては、引続き成果を創出し、関連する疾患の克服に貢献することで社会への還元を行うことが重要である。今後、ヒトの精神・神経疾患の症状や問題行動の重要な原因である「意思決定の障害」のメカニズム解明に向けて、これまでに各チームにおいて構築された研究基盤や新たに開発された計測・解析技術を活用するためにチーム同士の効果的な連携が、より一層図られることを期待する。

また、本事業終了時には、学術的な観点からも国際的に評価されうる成果が得られることを期待する。

脳科学に関する 研究開発課題の中間評価結果 (案)

令和元年 8 月

科学技術・学術審議会

研究計画・評価分科会

(以下、【資料 1-3-2】に同じ)

施策マップ（環境エネルギー分野）

資料1-4-1
科学技術・学術審議会
研究計画・評価分科会
(第70回) R1.8.28

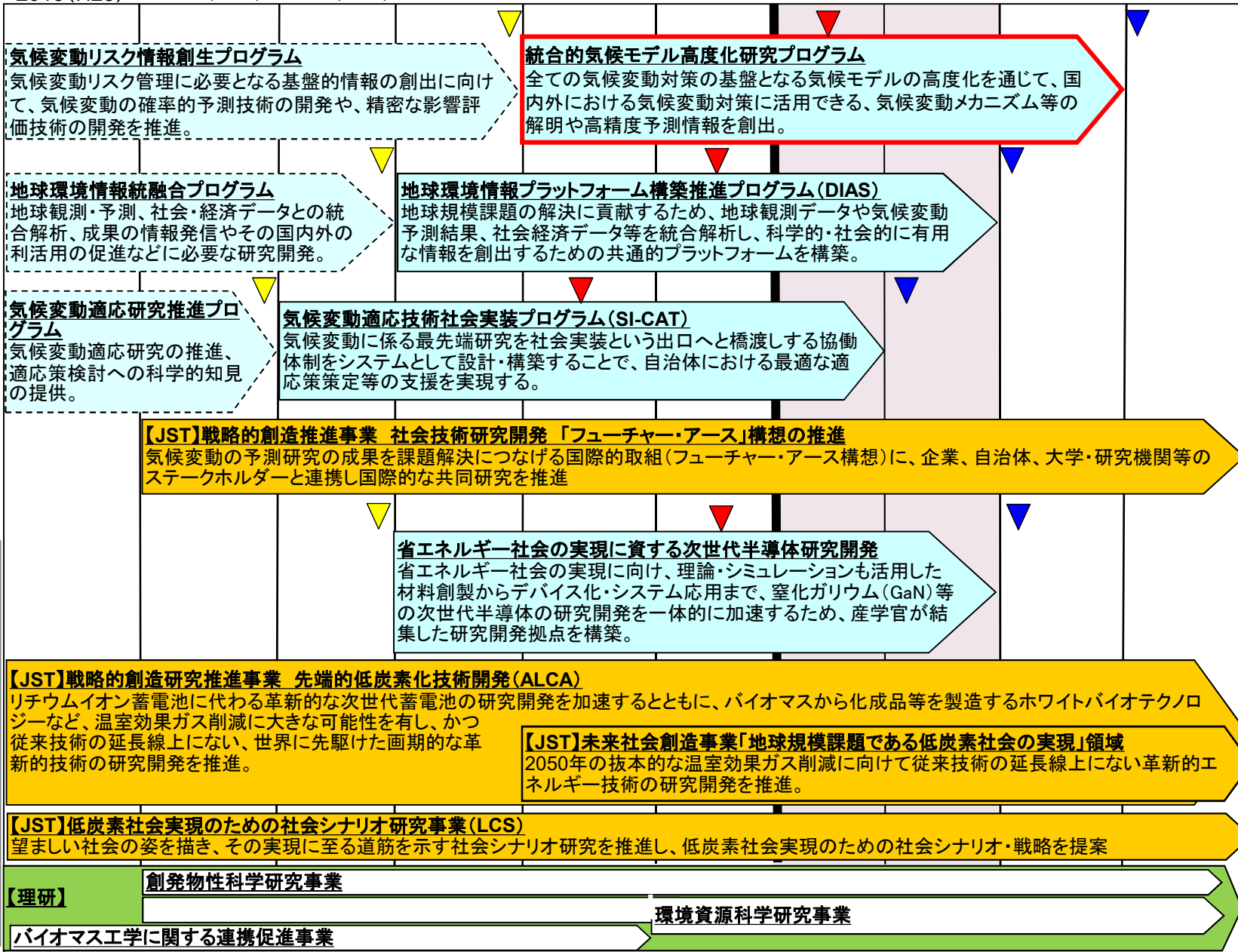
【研究開発計画 中目標】

- ・エネルギーの安定的な確保と効率的な利用、温室効果ガスの抜本的な排出削減を実現するため、低炭素化技術の研究開発を大学等の基礎研究に立脚して推進するとともに、温室効果ガスの抜本的排出削減を実現する革新的な技術の研究開発を推進する。
- ・国内外の気候変動予測に活用されるよう、気候変動予測モデルの高度化等を進め、より精確な将来予測に基づく温暖化策目標・アプローチの策定に貢献する。
- ・気候変動適応策の立案・推進のため、高分解能での気候変動予測や気候モデルのダウンスケーリング、気候変動影響評価、適応策の評価に関する技術等の研究開発を推進する。
- ・地球観測データ等をビッグデータとして捉え、環境エネルギーをはじめとする様々な社会・経済的な課題の解決等を図るプラットフォームの構築を図る。

2013(H25) 2014(H26) 2015(H27) 2016(H28) 2017(H29) 2018(H30) 2019(R1) 2020(R2) 2021(R3) 2022(R4)

第10期期間

- : 内局事業
- : 事前評価
- : 中間評価
- : 事後評価



国内外における気候変動対策に活用するための気候変動予測・影響評価技術の開発

地球環境情報プラットフォームの構築

地域レベルでの気候変動適応に活用するための気候変動影響評価・適応策評価技術の開発

・大学等の基礎研究に立脚した新発想に基づく低炭素化技術の研究開発
・温室効果ガスの抜本的な排出削減のための明確な課題解決のための研究開発

環境エネルギー科学技術に関する 研究開発課題の中間評価結果

令和元年 8 月

環境エネルギー科学技術委員会

環境エネルギー科学技術委員会委員

主査	高村ゆかり	国立大学法人東京大学 未来ビジョン研究センター教授
主査代理	江守 正多※	国立研究開発法人国立環境研究所 地球環境研究センター 副研究センター長
	石川 洋一	国立研究開発法人海洋研究開発機構 付加価値情報創生部門情報エンジニアリング プログラム プログラム長（上席技術研究員）
	沖 大幹	国立大学法人東京大学 未来ビジョン研究センター 教授
	奥 真美	公立大学法人首都大学東京 都市環境学部 都市政策科学科 教授
	加藤 昌子	国立大学法人北海道大学大学院 理学研究院 化学部門 教授
	堅達 京子	株式会社 NHK エンタープライズ エグゼクティブ・プロデューサー
	佐々木一成	国立大学法人九州大学 主幹教授・ 水素エネルギー国際研究センター長（副学長）
	嶋田 知英	埼玉県 環境科学国際センター 研究企画室長
	清水 史彦	三菱ケミカル株式会社 Science & Innovation Center Polymer Laboratory 所長
	竹ヶ原啓介	株式会社日本政策投資銀行 執行役員 産業調査本部副本部長 兼 経営企画部サステナビリティ経営室長
	中山 慶祐	JXTG エネルギー株式会社 中央技術研究所 技術戦略室 事業創出推進グループマネージャー 一般社団法人産業競争力懇談会事務局長代理
	波多野睦子	国立大学法人東京工業大学 工学院 教授
	本郷 尚	株式会社三井物産戦略研究所 国際情報部 シニア研究フェロー
	本藤 祐樹	国立大学法人横浜国立大学大学院 環境情報研究院 教授
	山地 憲治	公益財団法人地球環境産業技術研究機構 副理事長・研究所長

※本研究プログラムの関係者であり、利害関係があるため審議には加わらない。

統合的気候モデル高度化研究プログラム

中間評価調整グループ 構成員一覧

(敬称略)

氏 名	所 属
天野 邦彦	国土交通省国土技術政策総合研究所 河川研究部長
石川 洋一 (※)	海洋研究開発機構 付加価値情報創生部門 情報エンジニアリングプログラム プログラム長 (上席技術研究員)
日下 博幸	筑波大学 計算科学研究センター教授 (地球環境研究部門主任)
佐藤 薫	東京大学理学系研究科 地球惑星科学専攻 教授
花輪 公雄	東北大学大学院理学研究科 名誉教授

※ 主査

気候変動適応戦略イニシアチブ

統合的気候モデル高度化研究プログラムの概要

1. 課題実施期間及び評価時期

2017 年度～2021 年度

中間評価 2019 年度、事後評価 2022 年度を予定

2. 研究開発概要・目的

本事業では、国内外における気候変動対策に活用されるよう、地球観測ビッグデータやスーパーコンピュータ等を活用し、気候変動メカニズムの解明、気候変動予測モデルの開発や気候変動影響評価等を推進することを目的としている。

国際的に信頼性の高い適応策・緩和策の基盤となる我が国独自の基盤的気候モデルを開発し、緩和策立案に大きな科学的根拠をもたらす炭素・窒素循環・気候感度等の解明を進めるとともに、この知見も踏まえた気候モデル要素の精度向上、国内や東南アジア地域を対象とした気候モデル活用のための高度化を行う。また、これらの成果を活用しつつ適応策に資する我が国独自の統合的ハザード予測を実施する。

3. 研究開発の必要性等

必要性： 本プログラムは、信頼性の高い最新の基盤的気候モデル開発を土台としながら、世界的に重要かつ活発な最新の研究分野において我が国が大きく寄与するための事業であり、我が国の主要排出国としての国際的責務の履行及びプレゼンスの維持・向上や、気候変動に関する政府間パネル（IPCC）等における気候変動外交交渉を科学的側面からリードするために、必要な取組となっている。加えて、政府全体の緩和・適応計画に貢献し、文部科学省としての役割を果たすためにも、本プログラムが必要となる。

有効性： 本プログラムでは、国内の適応策立案に必要な数 km 程度の解像度での気候変動に関する情報を創出すること、また、緩和策立案に科学的な知見をもたらす炭素・窒素循環・気候感度等の不確実性の低減、ティッピングエレメントの解明などを目指すよう体制が構築されており、国の防災計画の策定や緩和策の立案・評価に対して科学的知見を創出する点において有効性が担保されている。さらに、日本国内だけではなく、東南アジア地域等における適応策立案を支援するための気候変動リスク情報の創出も可能なプログラム構造となっており、国際貢

献のできる有効性のあるプログラムとなっている。

効率性： 本プログラムでは、気候変動という分野に様々な立場から携わっている多くの研究者に協働作業を促すことで、各テーマにまたがり広範囲に気候変動研究を支援する本プログラムにしか実現できない気候変動予測情報や、社会実装に役立つ新たな科学的成果の創出を行うことを目的としている。加えて、環境エネルギー課において行われる他の環境関係事業との連携によるシナジー効果も可能であり、それぞれの成果が当該事業に留まることなく、広く社会的な課題解決に活用される道筋があると考えられる。これらのことから、本プログラムは効率性が高い研究体制であると評価できる。

4. 予算（執行額）の変遷

年度	2017年度 (初年度)	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	総額
予算額	582百万円	582百万円	554百万円	804百万円 (見込み)	804百万円 (見込み)	3,326百万円 (見込み)
執行額	582百万円	582百万円	未定	未定	未定	未定

5. 課題実施機関・体制

プログラムディレクター	東京大学未来ビジョン研究センター特任教授	住 明正
プログラムオフィサー	東京大学大気海洋研究所	教授 木本 昌秀
プログラムオフィサー	国立環境研究所	前理事 原澤 英夫

【領域テーマA：全球規模の気候変動予測と基盤的モデル開発】

領域代表者	東京大学大気海洋研究所 教授 渡部 雅浩
主管研究機関	東京大学
再委託機関	国立環境研究所、海洋研究開発機構

【領域テーマB：炭素循環・気候感度・ティッピング・エレメント等の解明】

領域代表者	海洋研究開発機構 地球環境研究部門 環境変動予測研究センター センター長 河宮 未知生
主管研究機関	海洋研究開発機構
再委託機関	電力中央研究所、高度情報科学技術研究機構、国立環境研究所

【領域テーマC：統合的気候変動予測】

領域代表者	気象業務支援センター地球環境・気候研究推進室 高藪 出
主管研究機関	気象業務支援センター

再委託機関 名古屋大学

【領域テーマD：統合的ハザード予測】

領域代表者 京都大学防災研究所 教授 中北 英一

主管研究機関 京都大学

再委託機関 名古屋工業大学、北海道大学、
農業・食品産業技術総合研究機構、土木研究所

統合的気候モデル高度化研究プログラム



統合的気候モデル高度化研究プログラム（統合プログラム） FY2017-FY2021 TOUGOU

全ての気候変動対策の基盤となる気候モデルの開発（不確実性の低減）を通じ、気候変動メカニズムを解明するとともに、気候変動予測情報を創出。



* 気候感度：大気中のCO₂濃度が2倍になった時の気温上昇量。

** ティッピング・エレメント：気候変動があるレベルを超えたとき、気候システムにしばしば不可逆性を伴うような激変が生じる現象。

- 文部科学省の気候モデル研究事業で開発した、わが国独自の気候モデルは、IPCC（気候変動に関する政府間パネル）において世界トップクラスの利用数であり、報告書作成に貢献。
- 創出された気候変動予測情報は、気候変動の影響評価の基盤として活用。

中間評価票

(2019年6月現在)

1. 課題名 気候変動適応戦略イニシアチブ 統合的気候モデル高度化研究プログラム

2. 研究開発計画との関係

施策目標：最先端の気候変動予測・対策技術の確立

大目標（概要）：

気候変動メカニズムの解明や地球温暖化の現状把握と予測及びそのために必要な技術開発の推進、地球温暖化が環境、社会・経済に与える影響の評価、温室効果ガスの削減及び地球温暖化への適応策等の研究を、国際協力を図りつつ、戦略的・集中的に推進するために、スーパーコンピュータ等を用いたモデル技術やシミュレーション技術の高度化を行い、時間・空間分解能を高めるとともに発生確率を含む気候変動予測情報を創出する。また、洪水や高潮による将来の外力の変化を分析する。

中目標（概要）：

気候変動メカニズムの解明、気候変動予測モデルの高度化を進め、より精確な将来予測に基づく温暖化対策目標・アプローチの策定に貢献する。また、不確実性の低減、高分解能での気候変動予測や気候モデルのダウンスケーリング¹、気候変動影響評価、適応策の評価に関する技術の研究開発を推進する。

重点的に推進すべき研究開発の取組（概要）：

国内外における気候変動対策に活用するための気候変動予測・影響評価技術の開発

本課題が関係するアウトプット指標：

気候変動メカニズムの解明や気候変動予測モデルの高度化等による本事業における累計論文数（本）

年度	2016年度	2017年度	2018年度
活動実績	—	158	353
目標値	—	50	250

本課題が関係するアウトカム指標：

研究開発成果を活用した国際共同研究等の海外連携実績（件）

年度	2016年度	2017年度	2018年度
成果実績	—	93	87
目標値	—	50	50

¹ 粗い空間解像度のデータを、より細かなシミュレーションや空間補間などにより、高解像度化すること

3. 評価結果

(1) 課題の進捗状況

本事業は、地球観測ビッグデータやスーパーコンピュータ等を活用し、気候変動メカニズムの解明、気候変動予測モデル（以下「気候モデル」という。）の開発や気候変動影響評価等を推進することで、国内外の気候変動対策に活用できる気候変動予測情報の創出を目的としている。プログラム・ディレクター（PD）及びプログラム・オフィサー（PO）の下、以下A～Dの4つの領域テーマを設定して事業を実施している。

- ・領域テーマA：全球規模の気候変動予測と基盤的モデル開発
- ・領域テーマB：炭素循環・気候感度・ティッピング・エレメント等の解明
- ・領域テーマC：統合的気候変動予測
- ・領域テーマD：統合的ハザード予測

本事業の状況については以下のとおり。

【領域テーマA：全球規模の気候変動予測と基盤的モデル開発】（東京大学）

領域テーマAでは、東京大学を中心に、海洋研究開発機構、国立環境研究所が連携して、信頼性の高い全球規模の気候変動予測情報を生成するために全球気候モデル(MIROC)及び全球雲解像度大気モデル(NICAM)の開発を実施している。これらを通じて、気候変動メカニズムの解明や、気候変動に関する政府間パネル(IPCC)の第6次評価報告書(AR6)²のベースとなる、第6次結合モデル相互比較プロジェクト(CMIP6)³に参加し、主導的役割を果たしている。

中間評価時点までに実施する予定であった以下の項目について具体的な成果がでており、計画どおりに進捗していると評価できる。

・全球気候モデルの開発

予測型の降水・降雪スキーム⁴の開発を行い、全球気候モデルにおける雲放射相互作用と降水プロセスの表現を改良した。これにより、雲・降水・放射の振る舞いが衛星観測データとより整合的になった。また、新たな次世代陸域サブモデル及び河川流下氾濫サブモデルを開発して結合させるなどの開発を進め、全球陸域の長期変化再現や国内河川

² 気候変動に関する政府間パネル（IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change）は、人為起源による気候変動、影響、適応及び緩和方策に関し、科学的、技術的、社会経済学的な見地から包括的な評価を行うことを目的として、1988年に世界気象機関（WMO）と国連環境計画（UNEP）により設立された組織。IPCCが作成する評価報告書は、気候変動に関する国際連合枠組条約（UNFCCC）をはじめとする、地球温暖化に対する国際的な取り組みに科学的根拠を与えるものとして極めて重要な役割を果たしてきた。現在第6次評価報告書（AR6: the Sixth Assessment Report）の作成プロセスが進行中である。

³ 結合モデル相互比較プロジェクト（CMIP: Coupled Model Intercomparison Project）は、世界各国・各機関の多数の気候モデルを相互比較することにより、地球の気候システムの科学的理解を深めるとともに、気候モデルの高精度化を効率的に進める国際的な研究プロジェクト。CMIPのシミュレーションデータはIPCCの評価報告書に活用される。CMIP6は中核実験のほか、多数の実験から構成される。

⁴ ミクロな雲中の雨・雪粒子を予報することで、雲の一生を適切に表現できる計算手法。

流域の氾濫予測など、幅広い研究の展開が可能となった。河川流下氾濫サブモデルはヨーロッパ中期予報センターの次期モデルへの採用も決定するなど世界的な高い評価を得た。

・気候変動メカニズムの解明

北極海氷の減少が北半球中高緯度に寒冬をもたらすプロセスを評価し、多くの気候モデルが系統的に海氷のインパクトを過小評価していることを世界で初めて明らかにした (Nature Climate Change に掲載)。また、領域テーマ C と連携し、全球気候モデルと地域気候モデルの大規模アンサンブルシミュレーション⁵データを組み合わせた新しい解析手法により、国内で初めて、工業化以降の 1.5°C/2°C 昇温時における日本の熱波地点数増加の定量評価推定を行った。本成果は、極端気象に対する温暖化の影響予測情報を迅速に提供できることを示すものであり、温暖化予測におけるビッグデータの重要性を世界に先駆けて示す研究成果である。

・IPCC への貢献

IPCC AR6 の根拠となる CMIP6 の中核実験を計画通り全て終了させ、データ統合・解析システム (DIAS) を通じて世界の気候モデリングセンターの中で最も迅速に公開を開始した (2019 年 1 月時点で 41 センター 101 モデルのうち公開されていたのは 7 つのみ)。これにより、我が国の気候モデル実験の成果を海外諸国が利用できる環境を構築した。また、国際共同研究として、全球 1.5/2°C 気温上昇時の極端気象の確率評価を主導し、その成果は IPCC の 1.5°C 特別報告書にも活用された。

今後も引き続き全球気候モデルの開発、創出されたシミュレーションデータの解析による気候変動メカニズムの解明を進める。

【領域テーマ B : 炭素循環・気候感度・ティッピング・エレメント等の解明】(海洋研究開発機構)

領域テーマ B では、海洋研究開発機構を中心に、電力中央研究所、高度情報科学技術研究機構、国立環境研究所が連携して、全球気候モデルに炭素循環・窒素循環や生態系変化等のプロセスを取り込んだ地球システムモデル (ESM) を用いて CMIP6 実験に参加している。ESM の開発等を通じて、気候感度⁶やティッピング・エレメント⁷、地球システムと人間システムの相互作用等の気候変動対策のなかでも緩和策に与える影響が大きい要素の解明を進めている。また、シンポジウム等の開催を通じて本プログラム全体の成果の発信を推進している。

中間評価時点までに実施する予定であった以下の項目について具体的な成果がでており、計画どおりに進捗していると評価できる。

⁵ 不確実性評価やまれにしか生じない事象を再現したり、事象の発生確率を定量的に評価するために、条件をわずかに変えて行う多数の数値シミュレーション

⁶ 大気中の二酸化炭素濃度が倍増した時の全球地表面気温の上昇量

⁷ 気候変動があるレベルを超えたとき、不可逆性を伴うような激変が生じる気候システムの要素

・CMIP6 実験向け地球システムモデルの開発

窒素や鉄などの栄養分が生態系に取り込まれる過程等を取り入れ、CO₂、CH₄に次ぐ温室効果ガス N₂O の動態を表現する、地球システムモデルの開発を完了し、CMIP6 実験を進めている。本モデルは、海外研究機関のモデルと比較して、河川やダストによる栄養塩輸送の効果などを取り込んだ点（例えば、ダストによる輸送過程の改良などにより、燃料消費の際に放出される鉄分が海水に溶けやすいことを示す研究成果が Science Advances に掲載）が特徴的であり、人間活動を含む陸域物質循環の海洋生態系への影響評価などが可能になっている。これまでに、アマゾン川やミシシッピ川による栄養塩の海洋への輸送が北大西洋の生態系に大きな影響を持つことを示す成果などが得られている。今後 CMIP6 実験データはデータ統合・解析システム (DIAS) を通じて公開される予定となっている。

・ティッピング・エレメント

世界に先駆けて、全球気候と海面上昇に強い影響を与えうる、海洋上の南極氷床融解に着目した南極氷床末端の棚氷要素のモデリングを、南極海全域を対象に開発している。南極海全域を対象にして氷床／棚氷を介したティッピング・エレメントを表現できる気候モデルは存在しないため、この開発により、南極棚氷の急激な融解が生じるタイミング、海面上昇評価等、将来予測に関する研究の進展が期待される。

・地球—人間システム相互作用

自然環境と人間活動の相互作用を考慮した水資源・作物・土地利用モデルを開発し、気候変動と陸面過程に影響する灌漑などの人間活動との相互作用の分析が可能となり、渇水リスクの将来変化の解析を進めている。

・データ統合・解析システム (DIAS) と連携した予測データの配信

CMIP6 実験データや本プログラムで創出された予測情報などを、DIAS を通じて国際配信システムに提供し、国内外の研究者に展開するなど、気候変動に係る研究基盤の強化を推進している。

今後は、ティッピング・エレメント等の更なる解明を進め、気候変動と労働生産性等の社会経済活動との相互作用をモデルに取り込むなど、地球—人間システム相互作用に関するモデル開発を行う。

【領域テーマC：統合的気候変動予測】（気象業務支援センター）

領域テーマCでは、気象業務支援センターを中心に、名古屋大学が連携して、地域気候モデルに海洋モデル等を導入した統合型モデルの開発を進めている。また、日本付近の詳細な気候予測データ群を創出するとともに、日本付近の気候変動メカニズム研究を進めている。また、国際貢献として、東南アジア諸国との共同研究や、同地域における温暖化予測支援等を実施している。

中間評価時点までに実施する予定であった以下の項目について具体的な成果がでており、計画どおりに進捗していると評価できる。

・地域気候モデルの開発

新たに地域気候モデルに領域海洋モデルを結合することで大気・海洋相互作用の効果を取り込んでいる。その結果として、海面水温分布の高解像度化とも相まって、日本域の降水量や台風の再現性が上がることが示されており、このモデルを用いることにより予測の不確実性の低減が期待される。また、大気と海洋の結合による黒潮変動にもたらす影響も確認され、海洋の再現性を高めるための示唆を得ている。

・日本付近の詳細な気候予測データの創出

これまで行われてきた RCP8.5 シナリオによるデータセットに加え、気候変動への適応策を検討する上で重要となる RCP2.6 シナリオによる 5km/2km メッシュの詳細な予測データセットを作成するとともに、各分野の影響評価等への活用に向けて、モデルの現在気候再現性評価等を進めている。2km メッシュの予測データ創出は世界的に見ても先駆けの試みである。気候予測データは、文部科学省・気象庁が今後作成予定の気候変動レポート 2020（仮称）において活用される見込みである。

・台風シミュレーション

大規模アンサンブルシミュレーションデータの解析により、温暖化が最悪のシナリオで進行した場合の 21 世紀末には、日本の南海上等で猛烈な台風の出現頻度が増加する可能性が高いことを見出した。これは、防災や水資源管理などの適応策を検討する上で重要な知見である。

・東南アジア等への展開と国際貢献

東南アジア諸国との共同研究等を通じて、東南アジア等における気候変動予測シナリオを作成している。また、東南アジア諸国の気候研究者を招聘するなどのキャパシティビルディング⁸を実施するなどの国際貢献を進めている。トレーニングコースなどにより、東南アジア各国の温暖化対策へ使う道もでき始めている。

今後は、大気海洋結合作用を考慮した地域気候モデルの開発や台風シミュレーションにより温暖化気候による台風経路等の分析を進めるとともに、東南アジア等へのキャパシティビルディングを継続して進める。

【領域テーマD：統合的ハザード予測】（京都大学）

領域テーマDでは、京都大学を中心に、名古屋工業大学、北海道大学、農業・食品産業技術総合研究機構及び土木研究所が連携して、台風、高潮等などによるハザードの将来変化や社会影響の分析を行い、適応策の検討・策定に必要なハザード予測情報を創出している。また、領域テーマCと共同して、東南アジア諸国等との連携研究を通じて、ハザード予測技術を海外に展開するなどの国際貢献をしている。

中間評価時点までに実施する予定であった以下の項目について具体的な成果がでており、計画どおりに進捗していると評価できる。

⁸ Capacity building : 能力習得・構築の支援

・ハザードモデルの開発・予測

日本全国の主要 109 水系の河川を対象に、ダム貯水池による流水制御を考慮した洪水流出予測モデルの開発を進めている。また、三大都市圏を対象として内水氾濫⁹と外水氾濫¹⁰の両者を考慮した氾濫モデルの開発を進めている。アンサンブル数を飛躍的に増加させることで、極端ハザードについて確率評価が可能となっている点、また評価対象が全国展開しつつある点に大きな進捗がある。

・過去ハザードのメカニズム解明

台風に加えて、豪雨や爆弾低気圧等も対象に、過去ハザードの発生要因分析を進めている。例えば、2016 年夏に北日本に被害をもたらした連続台風を対象に、実際の気象場に温暖化した際に予測される差分を嵩上げた疑似温暖化実験を行い、被害の性質がどう変わるかとの視点から、強風の変化などを示した。また、平成 30 年 7 月豪雨を対象に、直前に通過した台風 7 号が梅雨前線を強化する役割を担っていたことを明らかにした。爆弾低気圧については、多数のアンサンブル実験によって、北海道地方で暴風をもたらす低気圧経路を示した。森林災害などの大雨による生態系影響を定量化する総合評価モデルの高度化を進めた。こうした成果は、身近な生活空間での危険度を把握し、風水害への備えを進める上で重要であり、国土強靱化政策等への反映が可能となりつつある。

・社会課題解決への貢献

本テーマにおける梅雨豪雨の将来変化予測等の研究成果は、国土交通省社会資本整備審議会河川分科会「大規模広域豪雨を踏まえた水災害対策検討小委員会」、国土交通省「気候変動を踏まえた治水計画に係る技術検討会」等において活用されている。加えて、本テーマにより極端河川流量の確率分布の将来変化が我が国で初めて示され、その成果が上記国土交通省の検討会等につながっている。また、関西国際空港「台風 21 号越波等検証委員会」等において、台風コース・中心気圧の情報や高潮・波浪ハザードモデルによる知見が活用されている。

・東南アジア諸国への展開と国際貢献

領域テーマ C において作成される東南アジア諸国の詳細な予測データを活用し、タイ、ベトナム、インドネシア、フィリピン等の研究者との共同により、気候変動に伴うハザードの変化を評価している。気候変動に伴って、ベトナムのレッドリバーでの大幅な流量増加、太平洋島嶼国での高潮リスク増加等、適応策検討に有用な知見が創出されている。

今後も引き続き、洪水、渇水、高潮等に関するハザードモデルの開発及びハザードの将来変化・不確実性の定量評価などを進めるとともに、国際貢献の面でもインドシナ半

⁹ 堤防で守られた内側の土地にある水（内水）が、側溝・下水道や排水路だけでは排水できなくなり、引き起こされる氾濫

¹⁰ 河川の水が堤防からあふれたり、堤防が決壊したりすることによって引き起こされる氾濫

島全域のハザード分布の予測を進める。

以上を踏まえ、本プログラムは、気候モデル開発等を通じ、気候変動適応策に活用される科学的知見（予測データ）や世界的にインパクトの高い科学的知見（気候変動メカニズムの解明）を創出するだけでなく、IPCC 等への国際貢献も行われており、中間評価時点における進捗状況は適正と評価できる。

（２）各観点（必要性・有効性・効率性）の再評価

＜必要性＞

評価項目：

- ・ 科学的・技術的意義（独創性、革新性、先導性、発展性等）
- ・ 社会的・経済的意義（国際的プレゼンスの維持・向上）
- ・ 国費を用いた研究開発としての意義（国や社会のニーズへの適合性、国の関与の必要性・緊急性、他国の先進研究開発との比較における妥当性等）
- ・ 政策・施策の企画立案・実施への貢献

評価基準：

- ・ 本プログラムによる研究内容には、気候変動研究における世界最先端の分野に関する研究が含まれているか（文部科学省が担う分野としても相応しいと言えるか）。
- ・ 本プログラムが目指す研究成果は、気候変動研究の国際研究コミュニティや気候変動対策の国際交渉の場において、我が国のプレゼンスを高めることが可能な程度にまで研究内容が充実しており、かつ世界に発信できるものか。
- ・ 本プログラムが扱う研究テーマは、国内での適応策策定ニーズ等への影響評価モデルの適合性の確保や、他国の先進気候モデル研究との比較における我が国の先進性維持等を通じて、国費を用いた研究開発としての意義を果たせるものか。
- ・ 本プログラムが扱う研究テーマは、気候変動対策に係る政策・施策の企画立案・実施に科学的知見の提供の面から貢献するものか。

（気候変動メカニズムの解明や気候変動予測モデルの高度化、気候モデルや影響評価モデル等の開発数、研究開発成果を活用した国際共同研究等の海外連携実績、累計論文発表数等）

現時点においても気候変動は喫緊の課題であり、より一層その対策に向けた取組が求められている。具体的には、気候変動適応法が施行（平成 30 年 12 月）され、「国は、気候変動、気候変動影響及び気候変動適応に関する科学的知見の充実及びその効果的な活用を図る」とされている。また、気候変動枠組条約（UNFCCC）ではパリ協定の実施指針が定まり、設計段階から実施段階へと進んでいる。

このような状況において、気象庁長官・文科省研究開発局長の共催による「気候変動に関する懇談会」が開催され、各適応分野のニーズに適う予測情報（日射量、海水の栄養塩等の予測データ）の創出の必要性が示されている。また、国土交通省「気候変動を踏まえ

た治水計画のあり方 提言骨子案」では、今後は気候変動による降雨変化に対応するため将来予測データを活用した治水計画立案を進めるとともに、既存の予測情報に関する課題としてダウンスケーリング精度の向上が示されている。これらのニーズを踏まえた予測情報を充実させていくことが必要である。さらに、ESG 投資¹¹の拡大等、産業・金融分野においても予測情報の必要性が高まっており、これを考慮していくことも必要である。

本プログラムでは、全球気候モデル及び地域気候モデル、さらには炭素循環・窒素循環、ティッピング・エレメント等も考慮できる地球システムモデルを開発している。これらのモデル開発を通じて、北極海氷の減少が北半球中高緯度に寒冬をもたらすプロセスを評価し、世界の多くの気候モデルが系統的に海氷のインパクトを過小評価していることを世界で初めて明らかにするなど、気候変動メカニズムの解明が行われている。これらの成果はインパクトの高い総合誌（Nature：関連誌6本、Science：関連誌を含む2本）に掲載されている。また、累積論文数及び国際共同研究等の海外連携実績については、上述のアウトプット指標及びアウトカム指標に示している通り、当初目標値を上回る成果を示している。これらのことから、本プログラムでは、世界最先端でインパクトの大きな成果が十分創出されているものと評価する。

また、国際的な観点では、本研究プログラムで開発した河川流下氾濫サブモデルは、ヨーロッパ中期予報センターの次期モデルへの採用も決定するなど世界的な高い評価を得ている。また、IPCCの1.5℃特別報告書（平成30年10月公表）に資する成果も生み出されている。我が国独自の気候モデルを用いたCMIP6実験による予測データを先駆けて公開（2019年1月時点では101モデルのうち7つが公開）するとともに、IPCC WG1 執筆陣に本プログラム関係者が日本人10人中6人選出されている。今後本プログラムの予測データも含めた研究成果を基に、IPCC AR6が取りまとめられ、パリ協定の評価のエビデンスにも活用される見込みであり、本プログラムは、国際的プレゼンスの向上に資するものと評価する。

さらに、本プログラムで創出される気候予測データは、文部科学省の気候変動適応技術社会実装プログラム（SI-CAT）、国土交通省の治水計画検討、環境省の地域適応コンソーシアム事業等に用いられている。

以上を踏まえ、本プログラムの「必要性」は、引き続き高いと評価できる。一方で、新たな課題として、国土交通省等の行政機関、地方自治体等におけるニーズを踏まえた予測情報の創出が必要であり、本プログラムで対応することが求められる。

<有効性>

評価項目：

- ・ 実用化・事業化や社会実装に至る全段階を通じた取組（防災・減災への貢献など成果の社会実装に向けた寄与等）
- ・ 知的基盤の整備への貢献や寄与の程度

¹¹ 従来の財務情報だけでなく、環境（Environment）・社会（Social）・ガバナンス（Governance）要素も考慮した投資

評価基準：

- ・本プログラムにより創出された科学的知見は、国内の適応策検討などへの貢献を通じて社会実装に至る取組となっているか。
- ・本プログラムにより創出された科学的知見は、国内及び東南アジア地域等における気候変動対策策定のための材料となるなど、知的基盤の整備への貢献を果たすものか。

（気候変動影響評価・適応策評価技術の研究開発によって整備された国内の適応策検討や東南アジア地域支援に資するデータセットの数、研究開発成果を活用した国際共同研究等の海外連携実績等）

本プログラムにおける成果（予測情報）は、国土交通省社会資本整備審議会河川分科会「大規模広域豪雨を踏まえた水災害対策検討小委員会」、国土交通省「気候変動を踏まえた治水計画に係る技術検討会」や関西国際空港「台風 21 号越波等検証委員会」等において活用されている。また、「気候変動に関する懇談会」（文部科学省研究開発局長・気象庁長官主催）、環境省中央環境審議会地球環境部会「気候変動影響評価等小委員会」、「気候変動予測及び影響評価の連携推進に向けた検討チーム」や「地域適応コンソーシアム事業」等に本プログラム関係者が委員として参画し、それぞれの検討において本プログラムの成果が活用されている。このことから、本プログラムの成果は、国内の適応策検討などへの貢献を通じて社会実装に至る取組となっている。

また、テーマ C・D 連携により、東南アジア諸国との共同研究等を通じて、東南アジア等における気候変動予測シナリオ作成や、河川流量変動予測等を実施している。また、東南アジア諸国の気候研究者を招聘し、共同研究を展開するなどのキャパシティービルディングを通じた国際貢献を進めている。

さらに、本プログラムで創出された CMIP6 実験データや国内の予測情報などを、DIAS を通じて国内外の研究者に展開するなど、気候変動に係る研究基盤の強化を推進している。これらのことから、国内外における気候変動対策策定のための材料となる、知的基盤の整備へ貢献していると評価できる。

以上のことから、本プログラムの「有効性」は、引き続き高いと評価できる。

<効率性>

評価項目：

- ・研究開発の手段やアプローチの妥当性
- ・計画・実施体制の妥当性

評価基準：

- ・本プログラムの実施内容は、社会実装に有効な成果を創出するために妥当なアプローチとなっているか。
- ・本プログラムのテーマ間連携の運営体制は、研究実施上において適切な体制となっているか。

(気候変動影響評価・適応策評価技術の研究開発によって整備された国内の適応策検討や東南アジア地域支援に資するデータセットの数、テーマ間連携を実施する運営体制の設置等)

全体を統括する PD・P0 のリーダーシップの下、各テーマの研究者が双方向コミュニケーションにより、連携して研究を進めるとともに、各テーマ間で成果を相互に活用している研究推進体制が構築され、効率的な事業運営・研究開発が実施されている。

研究調整委員会(年1回実施)においては、PD、P0、全てのテーマ代表者(及び関係者)が参加し、各テーマにおける進捗状況、連携状況、連携促進の議論が行われているほか、各テーマの研究運営委員会(各テーマで年2回実施)には外部委員及び他テーマ領域代表が相互に参画しテーマ間連携を推進する研究体制がとられている。各テーマ間の連携事例としては、テーマ A とテーマ B は気候モデル開発に関して、テーマ C 及びテーマ D は、上述のとおり、日本周辺の詳細な予測情報の創出や東南アジア等への国際貢献で連携している。

また、DIAS との連携による CMIP6 実験データの公開や、SI-CAT における本プログラムのモデル/予測データの活用が、影響評価の基盤となるなど、本プログラム外で広く社会課題解決に活用される道筋が見えてきている。このように、本プログラムの体制は、社会実装に有効な成果を創出するために適切なアプローチとなっており、研究実施上において適切なものとなっていると評価できる。

以上のことから、本プログラムの「効率性」は、引き続き高いと評価できる。

(3) 科学技術基本計画等への貢献状況

科学技術基本計画において、「地球規模での温室効果ガスの大幅な削減を目指すとともに、我が国のみならず世界における気候変動の影響への適応に貢献する。」と示されている。

本事業では、気候変動の緩和および適応策の基盤となる気候モデルの開発を通じて予測情報を創出するものである。また、予測情報は、国、地方公共団体等における適応策の検討に活用されている。以上より、科学技術基本計画に基づき、着実に実施されていると評価できる。

(4) 今後の研究開発の方向性

本課題は「**継続**」、「中止」、「方向転換」する。

理由：気候変動適応法が施行(平成30年12月)され、「国は、気候変動、気候変動影響及び気候変動適応に関する科学的知見の充実及びその効率的かつ効果的な活用を図る」とされているなど、気候変動適応研究を国として推進していく必要がある。また、本プログラムの成果(予測情報)は、国、地方公共団体等の機関の適応策に活用されているなど、社会実装に至る取組となっており有効である。さらに、各テーマの研究者の双方向コミュニケーションし、連携して研究を進めるとともに、各テーマ間で成果を相互に活用している研究推進体制が構築されているなど、効率的に研究が進められている。

以上より、本事業は継続して実施すべきである。

(5) その他

平成30年に気候変動適応法が施行されるなど、気候変動は引き続き喫緊の課題である。このような状況を踏まえ、必要性の観点で示されている通り、適応策のニーズを踏まえた予測情報の創出を目指すことや産業・金融分野におけるニーズを考慮していくことも必要。今後の研究開発の推進に当たっては、以下の点に留意する必要がある。

- ・ 気象庁長官・文科省研究開発局長との共催による「気候変動に関する懇談会」や国土交通省「気候変動を踏まえた治水計画のあり方 提言骨子案」等で示されたニーズを踏まえ、日射量、海水の栄養塩等の高精度予測情報の創出や極端事象におけるダウンスケーリング精度の向上をしていくことが必要である。

環境エネルギー科学技術に関する 研究開発課題の中間評価結果 (案)

令和元年 8 月

科学技術・学術審議会

研究計画・評価分科会

(以下、【資料 1-4-2】に同じ)

【ナノテクノロジー・材料科学技術関連】: 施策名 未来社会を見据えた先端基盤技術の強化

資料1-5-1
 科学技術・学術審議会
 研究計画・評価分科会
 (第70回) R1.8.28

研究開発計画:

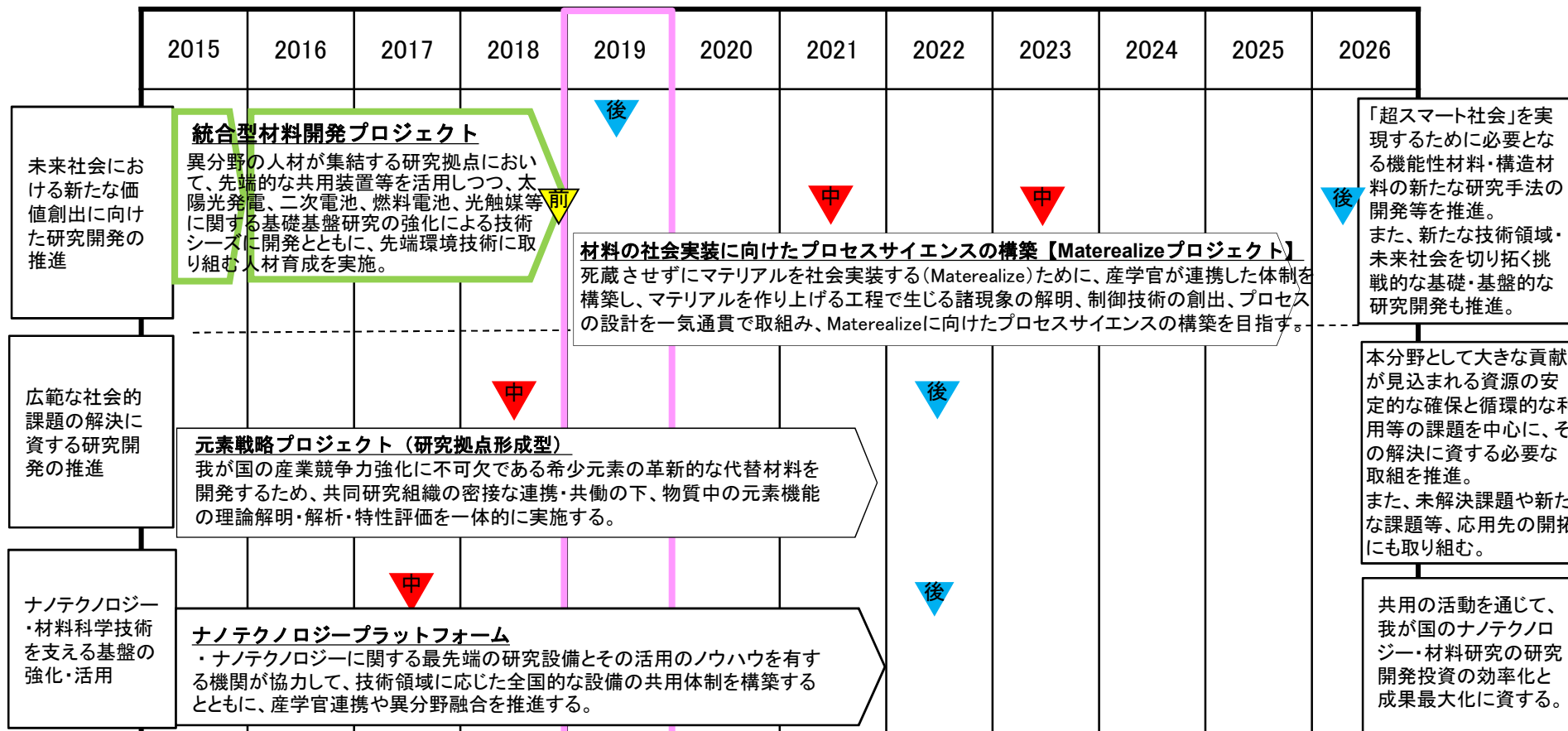
大目標

ICTを最大限に活用し、サイバー空間とフィジカル空間(現実世界)とを融合させた取組により、人々に豊かさをもたらす「超スマート社会」を未来社会の姿として共有し、その実現に向けた一連の取組を更に深化させつつ「Society 5.0」として強かに推進し、世界に先駆けて超スマート社会を実現していく。このため、国は、超スマート社会サービスプラットフォームの構築に必要な基盤技術及び個別システムにおいて新たな価値創出のコアとなり現実世界で機能する基盤技術について強化を図る。

大目標達成のために必要な中目標

ナノテクノロジー・材料科学技術分野は我が国が高い競争力を有する分野であるとともに、広範で多様な研究領域・応用分野を支える基盤であり、その横串的な性格から、異分野融合・技術融合により不連続なイノベーションをもたらす鍵として広範な社会的課題の解決に資するとともに、未来の社会における新たな価値創出のコアとなる基盤技術である。また、革新的な技術の実現や新たな科学の創出に向けては、社会実装に向けた開発と基礎研究が相互に刺激し合いスパイラル的に研究開発を進めることが重要である。

これらを踏まえ、望ましい未来社会の実現に向けた中長期的視点での研究開発の推進や社会ニーズを踏まえた技術シーズの展開、最先端の研究基盤の整備等に取り組むことにより、本分野の強化を図り、革新的な材料を創出する。



今年度審議する研究開発課題

ナノテクノロジー・材料科学技術に関する 研究開発課題の事後評価結果

令和元年 5 月

ナノテクノロジー・材料科学技術委員会

第10期ナノテクノロジー・材料科学技術委員会委員

氏名	所属・職名
五十嵐正晃	日鉄ケミカル&マテリアル株式会社常務執行役員
射場 英紀※	トヨタ自動車株式会社先端材料技術部 電池材料技術・研究部担当部長
上杉 志成	京都大学化学研究所教授 物質-細胞統合システム拠点連携教授・副拠点長
加藤 隆史	東京大学大学院工学系研究科教授
菅野 了次	東京工業大学科学技術創成研究院教授
栗原 和枝	東北大学未来科学技術共同研究センター教授
瀬戸山 亨	三菱ケミカル株式会社エクゼクティブフェロー Science & Innovation Center, Setoyama Laboratory 所長
高梨 弘毅	東北大学金属材料研究所長・教授
滝田 恭子	読売新聞東京本社編集局次長
武田 志津	株式会社日立製作所専門理事 兼 研究開発グループ技師長 兼 基礎研究センター日立神戸ラボ長
常行 真司	東京大学大学院理学系研究科教授
中山 智弘※	国立研究開発法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター企画運営室長・フェロー
納富 雅也	東京工業大学理学院物理学系教授
長谷川美貴	青山学院大学理工学部教授
宝野 和博※	国立研究開発法人物質・材料研究機構理事
馬場 嘉信	名古屋大学大学院工学研究科教授
前田 裕子	株式会社セルバンク取締役 国立研究開発法人海洋研究開発機構監事
主査 三島 良直	国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 技術戦略研究センター長
湯浅 新治	国立研究開発法人産業技術総合研究所 スピントロニクス研究センター長
吉江 尚子	東京大学生産技術研究所教授
萬 伸一	国立研究開発法人理化学研究所 創発物性科学研究センターコーディネーター

(敬称略、五十音順)

※本事業の参画者または利害関係者であり、審議には参加しない。

事後評価検討会 委員

氏名	所属・職名
生駒 宗久	パナソニック株式会社 フェロー オートモーティブ&インダストリアルシステムズ社 エネルギー担当兼エネルギー事業担当 CTO
菅野 了次※	東京工業大学科学技術創成研究院教授
小寺 秀俊	国立研究開発法人理化学研究所理事
主査 小長井 誠	東京都市大学総合研究所特任教授
田中 庸裕	京都大学大学院工学研究科教授
瀬戸山 亨※	三菱ケミカル株式会社エクゼクティブフェロー Science & Innovation Center, Setoyama Laboratory 所長

(敬称略、五十音順)

※第10期ナノテクノロジー・材料科学技術委員会委員

「ナノテクノロジーを活用した環境技術開発（統合型材料開発プロジェクト）」の概要

1. 課題実施期間及び評価時期

平成 21 年度～平成 30 年度（＊）

中間評価 平成 23 年度、平成 26 年度、事後評価 平成 31 年度

＊平成 21～27 年度まで「ナノテクノロジーを活用した環境技術開発」、平成 28～30 年度は「統合型材料開発プロジェクト」として実施。

2. 研究開発概要・目的

ナノテクノロジーを活用した環境技術開発（統合型材料開発プロジェクト）

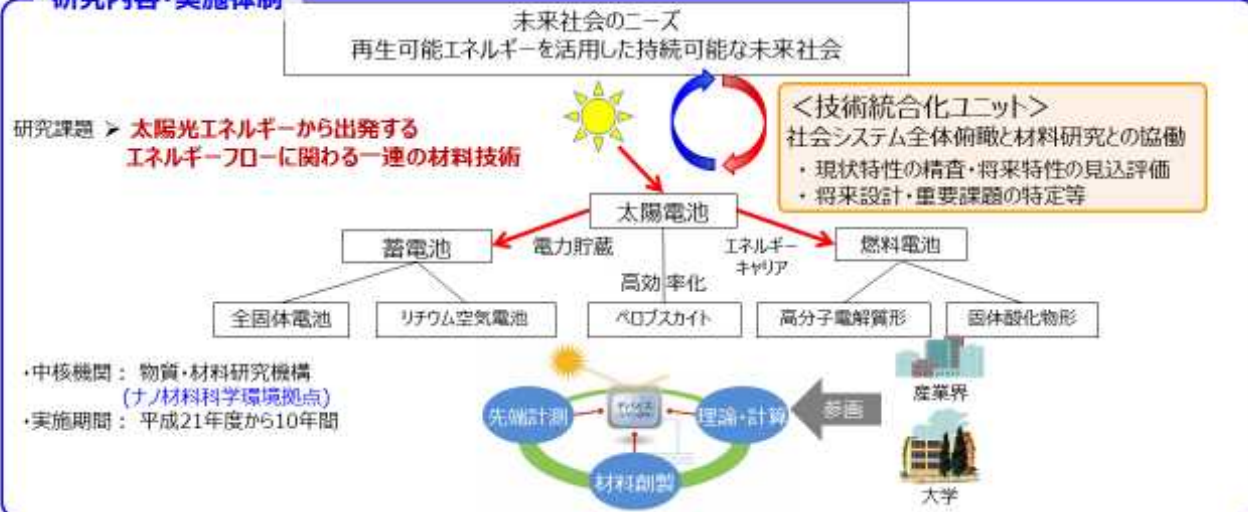
背景

- 地球温暖化問題の解決に向けたCO₂排出量削減のためには、太陽光発電に代表される再生可能エネルギーの導入・拡大が求められている。
- 時間・空間に大きく左右される太陽光の特性を克服し、安定的にエネルギーを供給するため重要な材料技術として、**太陽光発電**などの発電技術に加えて、発電した電力を貯蔵する**蓄電池**、発電した電力を水素等のエネルギーキャリアへ変換して貯蔵・輸送したうえで電力へ再変換する**燃料電池**等が挙げられている。

概要

- 太陽光エネルギーから出発するエネルギーフローに関わる一連の材料技術**である太陽光発電、蓄電池、燃料電池等を対象に、技術シーズの源泉となる基礎基盤研究を強化し、実用化に向けた研究開発を推進。
- 研究開発に当たっては、社会システム全体を俯瞰し、研究者独自の視点に基づく材料研究との協働をはかる「**技術統合化ユニット**」が常に側面支援。未来社会のニーズと材料シーズのマッチングを図りながら進めることで、社会からの要請に応える研究開発を実現し、スムーズな社会実装を目指す。

研究内容・実施体制



3. 研究開発の必要性等

（必要性）

環境技術に関し、産業界のニーズ・課題の解決を強く意識して基礎・基盤研究課題に取り組むことを目的とした、産学官の研究者が課題を共有できる場としての研究拠点が構築されている。平成 23 年度に行われた中間評価における指摘事項を踏まえ、拠点機能の更なる強化を目的として、拠点長及び副拠点長を交代し、新拠点長のリーダーシップにより組織改変及び課題設定を行うことで、異分野の研究者を集めつつも明確な方向性を定めた研究を推進している。特に、蓄電池分野・太陽電池分野については特別推進

チームを設立し、計測・解析、シミュレーション、ものづくりの研究者が一体となって、課題解決に向けた研究に取り組んでいる。また、拠点長自ら日常的に研究者と対話を行い、本拠点が追求する研究のあり方及び進むべき方向性を共有するマネジメントを実施している。

(有効性)

産業界との議論を通じて産業界が抱える技術課題を理解し、それを基礎・基盤研究を通じて解決を目指す課題として明確化するとともに、環境セルを活用した電池材料の計測・解析や、固体電解質のLiイオン拡散機構を解明するシミュレーションの高度化が図られており、有効に研究活動が推進されている。

また、若手研究者育成のため、高等専門学校や大学・大学院と連携したオープンラボ制度を実施する等、効果的な人材育成が実施されている。

(効率性)

事業推進の中核的機関である物質・材料研究機構構内に新棟が建設され、大部屋仕様の研究室やオープンな交流スペースの設置により研究者間の緊密な相互交流を促す等、「Under One Roof」の拠点として機能する「場」が設けられている。また、拠点研究者に対する同機構の先端研究設備の積極的な共用も進められている等、効率的な研究開発の推進に向けた環境整備が行われている。

4. 予算（執行額）の変遷

単位：億円

年度	H21 (初年度)	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	総額
執行額	2.0	4.0	3.3	3.8	4.0	3.7	3.4	3.8	3.8	3.2	35.0

5. 課題実施機関・体制

研究代表者 物質・材料研究機構理事長 潮田資勝（平成24年まで）
 物質・材料研究機構ナノ材料科学環境拠点拠点長 魚崎浩平（平成25年から）
 主管研究機関 物質・材料研究機構
 共同研究機関 北海道大学、名古屋大学、トヨタ自動車株式会社

6. その他

PD 東京大学大学院工学研究科教授 橋本和仁（平成25年まで）
 PO 国立研究開発法人科学技術振興機構
 研究開発戦略センター企画運営室長・フェロー 中山智弘
 国立研究開発法人科学技術振興機構研究プロジェクト推進部 古川雅士

事後評価票

(令和元年5月現在)

1. 課題名 ナノテクノロジーを活用した環境技術開発（統合型材料開発プロジェクト）

2. 研究開発計画との関係

施策目標：未来社会を見据えた先端基盤技術の強化

大目標（概要）：

ICTを最大限に活用し、サイバー空間とフィジカル空間（現実世界）とを融合させた取組により、人々に豊かさをもたらす「超スマート社会」を未来社会の姿として共有し、その実現に向けた一連の取組を更に深化させつつ「Society 5.0」として強力に推進し、世界に先駆けて超スマート社会を実現していく。このため、国は、超スマート社会サービスプラットフォームの構築に必要となる基盤技術及び個別システムにおいて新たな価値創出のコアとなり現実世界で機能する基盤技術について強化を図る。

中目標（概要）：

ナノテクノロジー・材料科学技術分野は我が国が高い競争力を有する分野であるとともに、広範で多様な研究領域・応用分野を支える基盤であり、その横串的な性格から、異分野融合・技術融合により不連続なイノベーションをもたらす鍵として広範な社会的課題の解決に資するとともに、未来の社会における新たな価値創出のコアとなる基盤技術である。また、革新的な技術の実現や新たな科学の創出に向けては、社会実装に向けた開発と基礎研究が相互に刺激し合いスパイラル的に研究開発を進めることが重要である。

これらを踏まえ、未来社会の実現に向けた中長期的視点での研究開発の推進や社会ニーズを踏まえた技術シーズの展開、最先端の研究基盤の整備等に取り組むことにより、本分野の強化を図り、革新的な材料を創出する。

重点的に推進すべき研究開発の取組（概要）：

再生可能エネルギーの活用と、エネルギー貯蔵、輸送システムの革新によるエネルギー利用の効率化は、資源の少ない我が国にとってエネルギー安全保障上重要であるとともに、地球温暖化抑止に向けた低炭素社会の実現と持続可能な社会の構築にも大きく貢献する。そのため、多様なエネルギー利用を実現するための研究開発として、システム化・デバイス化を念頭に、太陽電池や燃料電池、エネルギー変換・貯蔵等のための材料開発を行うものとする。また、最終システムを意識しつつ、エネルギーの高効率変換等に関わる大きなブレークスルーに繋（つな）がる次世代の技術シーズを探索する。

本課題が関係するアウトプット指標：オープンラボ実施件数

オープンラボ実施件数：平成 28 年度 12 件、平成 29 年度 10 件、平成 30 年度 5 件

本課題が関係するアウトカム指標：査読付論文数、研究発表数、特許出願数、拠点の研究者が招待された講演数、民間共同研究費

査読付論文数：平成 28 年度 32 件、平成 29 年度 91 件、平成 30 年度 77 件

研究発表数：平成 28 年度 137 件、平成 29 年度 147 件、平成 30 年度 134 件

特許出願数：平成 28 年度 3 件、平成 29 年度 1 件、平成 30 年度 2 件

拠点の研究者が招待された講演数：平成 28 年度 32 件、平成 29 年度 39 件、平成 30 年度 69 件

民間共同研究費：平成 28 年度 80.5 百万円、平成 29 年度 112.4 百万円、平成 30 年度 847.5 百万円

3. 評価結果

(1) 課題の達成状況

<必要性>

評価項目

拠点形成についての取組

評価基準

設定した目標に対する適切な拠点形成がなされたか（マネジメント、外部機関との連携体制、人材育成等）。

本事業では、環境技術に関する産業界のニーズ・課題の解決を強く意識して基礎・基盤研究に取り組む研究拠点形成を目標とし、ナノ材料科学環境拠点（GREEN）を設置した。10年プロジェクトの過程で、拠点機能の更なる強化を目的として、体制や研究課題の見直しを不断に行いつつ、目標に沿った拠点運営がなされたことは高く評価できる。特に、テーマの重点化と基盤力の強化、目標の明確化などにおいて、拠点長の強いリーダーシップが発揮された。また、大テーマである太陽電池、燃料電池、蓄電池などを横串で結びつける界面現象の理解という共通基盤研究を軸に据えた拠点形成により、世界的にも優れたレベルに成長したことは評価できる。さらに、事業後半では、蓄電池分野・太陽電池分野において特別推進チームを設立するなど、先端研究を加速させるとともに、統合型材料開発プロジェクトとして発展させ、社会システム全体を俯瞰したシステム工学的取組も推進し一定の成果が得られている。これらの取組みは、従来基礎研究を重視していた物質・材料研究機構において出口を意識した技術的特色の創出にも貢献したものと言える。

産業界をはじめとする外部機関との連携強化に取り組んだ結果、外部研究者との連携・

協力による、出口を意識した目標設定や出口側の技術課題から抽出された基礎研究の課題設定にも貢献し、結果として多額の民間からの外部資金導入にもつながり（特に、平成30年度には847.5百万円）、事業終了後の更なる発展も見据えて終了できたことは高く評価できる。拠点長の強いリーダーシップによるマネジメントの成果と言える。

優秀な若手研究者を国内外から雇用し、給与における優遇策や表彰制度などによって研究意欲を高めるための試みがなされた。結果として、若手の競争的資金獲得に貢献し、キャリアパスを開く一助として産官学に広く人材を供給したことも評価に値する。

一方で、拠点形成に関する数値目標の明瞭性、出口にどのように結びついたかを具体的に示す評価方法には今後も工夫が必要との指摘があり、これらは今後の拠点形成型プロジェクト形成に向けての重要な示唆となるものである。

<有効性>

評価項目

研究開発の質の向上、産業界との連携についての取組

評価基準

新しい分析・解析手法の導入や異分野融合した先端的研究が行われていたか。産業界との実質的な協働作業を伴う課題解決のための研究が行われていたか。

従来の経験的材料開発では見られなかった、アンダーワンルーフのもとで、材料・計測・理論計算を融合して実施する先進的な拠点形成の取組により、合理的材料設計を可能とし、高い独創性、優位性を示す多数の研究成果を創出した。これは、計算・計測・材料創製を三位一体とした技術ノウハウが無形資産として物質・材料研究機構に培われたことを意味し、高く評価できる。特に、窒化ホウ素（BN）触媒開発事例は、理論計算予測が先導して材料開発につながった好例であり、計算科学の今後の方向性を示す重要な成果として評価できる。また、特別推進チームを発足させ実施した全固体電池、リチウム空気電池、ペロブスカイト太陽電池研究においては、質の高い論文を多数発表しており、他機関と比べ突出した世界トップレベルの先端的研究へと進展した。一方で、特許出願数は多いとは言えないが、戦略的に数を絞り重要な特許を押さえている。加えて、事業の途中でNEDO事業へと橋渡すことができた事例や産業界とのきわめて多額の共同研究に発展した事例もあり、これらも出口を見据えた課題解決型研究成果として評価できる。また、全固体電池や、リチウム空気電池では、モデルデバイスの作成とともに、今後のスケール化を考慮したプロセス課題の抽出や理論解明にも取り組んできた。事業終了後においても、出口を見据えた産業界との連携を進めるとともに、原理原則を解明する基盤プロセスについての研究の進展を期待する。

GREEN シンポジウム、電池材料解析ワークショップ、合同セミナーなどを通じ、外部発信を通じた産業界等との連携強化に努めた。その結果、多くの共同研究が始まり、外部資

金を積極的に利用して拠点の研究課題の推進に努めたことも評価できる。

<効率性>

評価項目

計画・実施体制の妥当性

評価基準

中核機関、参画機関の連携体制や拠点研究者の先端装置利用への支援体制など責任ある体制が確保されていたか。

オープンラボの充実により、外部研究者の先端装置利用への技術的支援を行い、協力・連携体制を築いた。特に、長期滞在や継続訪問型を重視するなど、独自の取組を行ったことは評価できる。この取組は物質・材料研究機構の連携拠点推進制度の形成に役立ったものとして評価できる。同様に、平成26年に運用を開始した物質・材料研究機構蓄電池基盤プラットフォームを活用し、産業界を含む外部研究者への教育支援、研究支援に大きく貢献した。

物質・材料研究機構に新たに建設された新棟では、居室・実験室の大部屋化を推進し、アンダーワルーフのオープンスペースが設置されるなど、異なるセクターの研究者による緊密なコミュニケーションを促す「場」として効率的に機能し、多くの研究成果を生み出す原動力になったことは評価できる。

(2) 総合評価

①総合評価

本事業では、所期の目標に沿った研究拠点形成および運営が適切になされ、拠点長の強いリーダーシップのもと、産業界からの課題を意識しつつ研究テーマを設定し、高い獨創性、優位性を示す多数の研究成果をあげている。計算・計測・材料創製を三位一体とした技術ノウハウは無形資産として認知され、元素戦略プロジェクト<研究拠点形成型>など他の事業においても取り入れられるなど大きな波及効果があった。

特別推進チームを発足させ実施した全固体電池、リチウム空気電池、ペロブスカイト太陽電池分野では、高被引用論文を含め世界トップレベルの研究成果を生んだ。特に、産業界との連携強化による協働や、きわめて多額の共同研究に結実した例などは今後の進展に期待がもたれる。これらに共通する界面現象の理解と制御という基礎基盤研究を軸に据えた材料開発研究拠点を確立し、物質・材料研究機構内外の研究・教育支援にも大きく貢献したことは高く評価できる。

これらの成果を踏まえると、本事業の目標は十分に達成されたと考えられる。

②評価概要

拠点長の強いリーダーシップのもと、強固な拠点形成および産業界との連携体制が構築され、また拠点内外の研究・教育支援にも大きな貢献が認められる。計算・計測・材料創製という技術ノウハウは無形資産として認知され、他の事業においても取り入れられるなど大きな波及効果があった。全固体電池、リチウム空気電池、ペロブスカイト太陽電池分野などにおいて世界トップレベルの研究成果を生みながら、これらに共通する界面現象の理解と制御という基礎基盤研究を軸に据えた材料開発研究拠点を確立したことは高く評価できる。

(3) 今後の展望

今後、物質・材料研究機構としては本研究拠点をエネルギー・環境材料に関する恒久的な世界のハブ機関としての研究拠点に発展させることを目指すとのことであり、これまでに得られた代表的な研究成果は移管先がよく考慮されていることから、無形のノウハウ活用を含め新たな体制下でさらなる発展を期待する。また、出口を見据えた産業界との連携を進めるとともに、原理原則を解明する基盤プロセスについての研究の進展を期待する。なお、基礎研究に携わる研究者であっても、将来の実用化のイメージ、応用システムを念頭に置きながら研究を進めることは重要であり、研究者自身が基礎からデバイス、システムへと意識を変えていく必要がある。我が国の科学技術の基盤を支える機関として、萌芽研究の中から将来的なニーズを見据え、新たな課題へと発展させる方策も今後期待される。

ナノテクノロジー・材料科学技術に関する 研究開発課題の事後評価結果 (案)

令和元年 8 月

科学技術・学術審議会

研究計画・評価分科会

(以下、【資料 1-5-2】に同じ)

第 10 期研究計画・評価分科会における研究開発プログラム評価の試行的実施と 研究開発課題の評価の実施について（抜粋）

平成 31 年 4 月 17 日
研究計画・評価分科会

研究計画・評価分科会（以下「分科会」という。）においては、「文部科学省における研究及び開発に関する評価指針¹」を踏まえ、以下のとおり研究開発プログラム評価を試行的に実施するとともに研究開発課題の評価を実施する。

1 研究開発プログラム評価の試行的実施

- (1) 第 10 期（2019 年 2 月 15 日から 2021 年 2 月 14 日までの 2 年間）においては、研究開発計画²に掲げられている「大目標達成のために必要な中目標」の単位で研究開発課題等の取組全体を束ねたものを「研究開発プログラム」とし、この評価を試行的に実施する。
- (2) 2 年間の試行を通じて、「文部科学省における研究及び開発に関する評価指針」との関係性を考慮しながら、評価者の評価疲れに十分配慮し、柔軟に見直しを行いつつ、実効性のある評価の仕組みの確立を目指す。
- (3) 研究開発プログラムを構成する研究開発課題等とは、中目標の達成に必要となる事業とする。このため、これに適合する研究開発課題を基本としつつ、必要に応じて、国立研究開発法人において運営費交付金等により実施されている事業等を含めることとする。
- (4) 分科会は、研究開発プログラム全体や横串の視点から、各研究開発プログラムへの助言や、評価全体の仕組みのレビューを行い、その結果を「研究計画・評価分科会における研究開発プログラム評価の試行的実施に関する議論のまとめ」（別添 1）として取りまとめ、分科会に設置される分野別委員会（以下「分野別委員会」という。）にフィードバックする。
- (5) 分野別委員会は、研究開発プログラムの外部評価の評価実施主体とし、分野別委員会事務局が実施した自己評価結果に基づいて、全体を俯瞰した上で留意点や気づ

¹ 「文部科学省における研究及び開発に関する評価指針」（平成 29 年 4 月 最終改定 文部科学大臣決定）

² 「研究開発計画」（平成 29 年 8 月 最終改定 研究計画・評価分科会決定）

きについて検討し、別添2を参考に分野の特性等に応じて研究開発プログラム評価票を作成する。

- (6) 分野別委員会事務局は、研究開発プログラムの運用及び自己評価の実施主体とする。プログラムの自己評価においては、個々の研究開発課題や事業等の評価そのものではなく、それらを俯瞰した上での気付きを取りまとめることに努める。

2 研究開発課題の評価

別添3のとおり実施する。

研究計画・評価分科会における研究開発課題の評価の実施について

「文部科学省における研究及び開発に関する評価指針」の内容を十分に踏まえて、これにのっとった研究開発課題（以下「課題」という。）の評価を実施する。

1. 評価の目的

国が定めた政策や研究開発プログラムの目的や目標を達成するために実施される個々の課題ごとに評価することにより、実施の当否を判断するとともに、実施されている研究開発の質の向上や運営改善、計画の見直し等につなげる。

2. 評価の区分

(1) 事前評価

①対象課題

分科会の所掌に属する課題²のうち、以下の課題について実施する。

- ・ 総額（5年計画であれば5年分の額）が10億円以上を要することが見込まれる新規・拡充課題
- ・ 分科会において評価することが適当と判断されたもの

②評価の流れ

分科会に設置される分野別委員会（以下「分野別委員会」という）が研究評価計画を策定し、これに基づいて評価を実施し、結果を分科会で決定する。

③評価結果の活用

事前評価結果は、文部科学省の政策評価及び概算要求内容の検討等に活用する。

④政府予算案を踏まえた評価の見直し

分野別委員会は政府予算案の決定を踏まえ、必要に応じて評価の見直しを実施し、その結果を分科会に報告する。

(2) 中間評価

①対象課題

事前評価を実施したもののうち、中間評価実施時期に当たる課題について実施する。

②評価の流れ

分野別委員会が研究評価計画に基づいて評価を実施し、結果を分科会で決定する。

③評価結果の活用

中間評価結果は、文部科学省の政策評価及び概算要求内容の検討等に活用する。

² 分科会において策定された研究開発計画にのっとった課題をいう

④政府予算案を踏まえた評価の見直し

分野別委員会は政府予算案の決定を踏まえ、必要に応じて評価の見直しを実施し、その結果を分科会に報告する。

(3) 事後評価

①対象課題

事前評価を実施したもののうち、事後評価実施時期に当たる課題について実施する。

②評価の流れ

分野別委員会が研究評価計画に基づいて評価を実施し、結果を分科会で決定する。

③評価結果の活用

事後評価結果は、文部科学省の政策評価及び後継の研究開発課題の検討、実施及び次の施策形成等に活用する。

(4) 追跡評価

①対象課題

事後評価を実施したもののうち、国費投入額が大きい、あるいは、成果が得られるまでに時間がかかる課題等について対象を選定して実施する。

②評価の流れ

分野別委員会が研究評価計画に基づいて評価を実施し、結果を分科会で決定する。

③評価結果の活用

追跡評価結果は、研究開発の成果の波及効果や副次的効果を把握するとともに、過去に実施した評価の妥当性を検証し、より良い研究開発施策の形成等に適切に反映するために活用する。

3. 評価の進め方

(1) 研究評価計画の策定

分野別委員会は、研究開発の特性に応じて適切な評価を行うため当該年度の研究評価計画を策定する。なお、同計画の策定においては以下の点を明確にする。

①評価対象課題名

- ・ 当該年度に事前、中間、事後評価の対象となる全ての課題名
- ・ 当該年度の中間、事後評価の対象ではない課題の中間、事後評価の実施時期

②評価票の様式

- ・ 評価票は課題毎に簡潔かつ具体的にA4用紙3枚程度にまとめることとし、別添様式を参考に課題の特性等に応じて策定

③評価実施日程

(2) 評価の実施

①分野別委員会における評価の実施

- ・ 研究開発計画における「中目標達成のために重点的に推進すべき研究開発の取組（以下、「重点取組」という）」の達成に向けた個々の課題の位置付け、意義及び課題間の相互関係等を簡潔に示す施策マップを重点取組毎に作成する。作成に当たっては、当該年度の評価対象課題のみならず、それ以外の課題についても可能な限り記載し、各課題の位置付けを明確にする。
- ・ 重点取組の達成に必要な個々の課題について評価を実施し、委員会としての評価結果を作成する。評価結果は、所定の評価票にポイントを絞り簡潔明瞭にまとめる。また、評価結果は、当該課題の重点取組の達成に向けた位置付けや意義を意識しながら作成する。
- ・ 中間・事後評価は、原則として、事前評価を行った課題の単位で実施することとし、事前評価の単位と異なる場合は、課題との関係性について明瞭に記載すること。

②分科会における評価の実施

- ・ 分科会では、重点取組の達成に向けた各課題の位置付け、意義、内容、必要性、進捗状況及び他の課題との相互関係等とともに、委員会の評価結果について主に施策マップを用いて分野別委員会から報告を受け、それを基に評価結果を審議し、評価結果を決定する。

4. 留意事項

(1) 利害関係者の範囲

評価を実施するに当たっては、「文部科学省における研究及び開発に関する評価指針」にのっとり、公正で透明な評価を行う観点から、原則として利害関係者が評価に加わらないようにする。分野別委員会では、各課題の趣旨や性格に応じてあらかじめ利害関係となる範囲を明確に定めることとする。利害関係を有する可能性のある者を評価に加える必要がある場合には、その理由や利害関係の内容を明確にする。

また、分科会で評価結果を決定するに当たっては、以下のいずれかに該当する委員は、当該課題の評価に加わらないこととする。

- ① 評価対象課題に参画している者
- ② 被評価者（実施課題の代表者）と親族関係にある者
- ③ 利害関係を有すると自ら判断する者
- ④ 分科会において、評価に加わらないことが適当であると判断された者

(2) 評価に係る負担軽減

評価を実施するに当たっては、合理的な方法により、可能な限り作業負担の軽減に努める。

(3) 課題の予算規模の明示

事前、中間評価の際は、原則として対象課題の総額、及び単年度概算要求額を明示することに努め、評価の検討に資するものとする。

(4) 分野別委員会の所掌に属さない課題の評価

分野別委員会の所掌に属さない課題の評価については、事前、中間、事後評価の際に、必要な専門家から組織される評価委員会を分科会に設置し、当該評価委員会において評価を実施することを基本とする。なお、同一課題に関する一連の評価に際しては、関連する以前の評価委員会のメンバーをできる限り複数含めるよう留意する。

5. その他

評価の実施に当たって、その他必要となる事項については別途定めるものとする。

研究開発課題の事前評価結果

〇〇年〇〇月

〇〇委員会

〇〇委員会委員

	氏名	所属・職名
主査	〇〇 〇〇〇	国立〇〇センター所長
主査代理	〇〇 〇〇〇	〇〇
	〇〇 〇〇〇	〇〇

※ 利害関係を有する可能性のある者が評価に加わった場合には、その理由や利害関係の内容を明確に記載すること。

〇〇課題の概要（ポンチ絵でも可）

1. 課題実施期間及び評価時期

××年度～ △△年度

中間評価 平成◇◇年度及び平成〇〇年度、事後評価 平成◎◎年度を予定

2. 研究開発概要・目的

※ 評価票の課題概要を2、3行で記載。

3. 予算（概算要求予定額）の総額

年度	HXX(初年度)	…	H〇〇	H〇〇	総額
概算要求予定額	〇〇億	…	〇〇億	〇〇億	〇〇億
(内訳)	科振費 〇〇億 〇〇費 〇〇億	…			

4. その他

※ 他の分野（委員会）及び関係省庁との連携状況を含むこと。

事前評価票

(〇〇年〇〇月現在)

1. 課題名	〇〇
2. 開発・事業期間	××年度～ △△年度
3. 課題概要	<p>(1) 研究開発計画との関係 施策目標：〇〇・・・・・・ 大目標（概要）：〇〇・・・・・・ 中目標（概要）：〇〇・・・・・・ 重点的に推進すべき研究開発の取組（概要）：〇〇・・・・・・ 本課題が関係するアウトプット指標： 本課題が関係するアウトカム指標： ※各々の指標について過去3年程度の状況を簡潔に記載し、評価の参考とする。</p> <p>(2) 概要 〇〇・・・・・・ ※ 課題の達成目標を明確に設定すること。</p>
4. 各観点からの評価	<p>※ 研究開発課題の性格、内容、規模等に応じて、「必要性」、「有効性」、「効率性」等の観点の下に適切な評価項目を設定する（評価項目の例参照）。</p> <p>※ 抽出した各評課項目について判断の根拠があいまいにならないよう、評価基準をあらかじめ明確に設定する（出来る限り定量的に定めることとし、それが困難な場合でも、実現すべき内容の水準を具体的に定めるなどして事後に客観的に判定できる内容とすること）。</p>
(1) 必要性	<p>〇〇・・・・・・ ※ 評価結果を記載。</p> <p>評価項目 〇〇・・・・・・、〇〇・・・・・・、 評価基準 〇〇・・・・・・、〇〇・・・・・・、</p>

(評価項目の例)

科学的・技術的意義（独創性、革新性、先導性、発展性等）、社会的・経済的意義（産業・経済活動の活性化・高度化、国際競争力の向上、知的財産権の取得・活用、社会的価値（安全・安心で心豊かな社会等）の創出等）、国費を用いた研究開発としての意義（国や社会のニーズへの適合性、機関の設置目的や研究目的への適合性、国の関与の必要性・緊急性、他国の先進研究開発との比較における妥当性、ハイリスク研究や学際・融合領域・領域間連携研究の促進、若手研究者の育成、科学コミュニティの活性化等）その他国益確保への貢献、政策・施策の企画立案・実施への貢献等

(2) 有効性

〇〇・・・・・・・・

※ 評価結果を記載。

評価項目：

〇〇・・・・・・・・、〇〇・・・・・・・・、

評価基準：

〇〇・・・・・・・・、〇〇・・・・・・・・、

(評価項目の例)

新しい知の創出への貢献、研究開発の質の向上への貢献、実用化・事業化や社会実装に至る全段階を通じた取組、行政施策、人材の養成、知的基盤の整備への貢献や寄与の程度、（見込まれる）直接・間接の成果・効果やその他の波及効果の内容等

(3) 効率性

〇〇・・・・・・・・

※ 評価結果を記載。

※ 費用及び効果に関する評価については、独立した項目を設定するなどして、より明確なものとするよう努めること。

評価項目：

〇〇・・・・・・・・、〇〇・・・・・・・・、

評価基準：

〇〇・・・・・・・・、〇〇・・・・・・・・、

(評価項目の例)

計画・実施体制の妥当性、目標・達成管理の向上方策の妥当性、費用構造や費用対効果向上方策の妥当性、研究開発の手段やアプローチの妥当性、施策見直し方法等の妥当性等

5. 総合評価

(1) 評価概要

- ※ 実施の可否の別とその理由、中間評価・事後評価の実施時期等。
- ※ 5行程度で簡潔に記載すること。

(2) 科学技術基本計画等への貢献見込み

- ※ 科学技術基本計画等にどのように貢献できそうか5行以内で簡潔に記載すること。

(3) その他

- ※ 研究開発を進める上での留意事項（倫理的・法的・社会的課題及びそれらへの対応）等を記載する。

研究開発課題の中間評価結果

〇〇年〇〇月

〇〇委員会

〇〇委員会委員

	氏名	所属・職名
主査	〇〇 〇〇〇	国立〇〇センター所長
主査代理	〇〇 〇〇〇	〇〇
	〇〇 〇〇〇	〇〇

※ 利害関係を有する可能性のある者が評価に加わった場合には、その理由や利害関係の内容を明確に記載すること。

〇〇課題の概要（※ポンチ絵でも可）

1. 課題実施期間及び評価時期

平成××年度～ △△年度

中間評価 ◇◇年度及び 〇〇年度、事後評価 ◎◎年度を予定

2. 研究開発概要・目的

3. 研究開発の必要性等

※ 必要性、有効性、効率性に関する事前評価結果の概要を記載。

4. 予算（執行額）の変遷

中間評価
実施年度

年度	HXX(初年度)	…	H〇〇	H〇〇	H〇〇	翌年度以降	総額
予算額	〇〇百万	…	〇〇百万	〇〇百万	〇〇百万	〇〇百万 (見込額)	〇〇百万 (見込額)
執行額	〇〇百万	…	〇〇百万	〇〇百万	〇〇百万	—	—
(内訳)	科振費 〇〇百万 〇〇費 〇〇百万	…					

5. 課題実施機関・体制

研究代表者 東京大学〇〇研究所教授 〇〇 〇〇〇

主管研究機関 東京大学、A研究所、B大学

共同研究機関 〇〇大学、・・・

6. その他

中間評価票

(〇〇年〇〇月現在)

1. 課題 ³ 名 〇〇
2. 研究開発計画との関係
施策目標：〇〇・・・・・・・・ 大目標（概要）：〇〇・・・・・・・・ 中目標（概要）：〇〇・・・・・・・・ 重点的に推進すべき研究開発の取組（概要）：〇〇・・・・・・・・ 本課題が関係するアウトプット指標： 本課題が関係するアウトカム指標： ※各々の指標について過去3年程度の状況を簡潔に記載し、評価の参考とする。
3. 評価結果
(1) 課題の進捗状況
※ 課題の所期の目標の達成に向けて適正な進捗が見られるか。進捗度の判定とその判断根拠を明確にする。
(2) 各観点の再評価
※ 科学技術の急速な進展や社会や経済情勢の変化等、研究開発を取り巻く状況に応じて、当初設定された「必要性」、「有効性」、「効率性」の各観点における評価項目及びその評価基準の妥当性を改めて評価し、必要に応じてその項目・基準の変更を提案する。 ※ 新たに設定された項目・基準に基づき、「必要性」、「有効性」、「効率性」の各評価項目について、その評価基準の要件を満たしているか評価する。
<必要性>
評価項目

○○・・・・・・、○○・・・・・・、
評価基準

○○・・・・・・、○○・・・・・・、

○○・・・・・・

※ 評価結果を記載。

(評価項目の例)

科学的・技術的意義（独創性、革新性、先導性、発展性等）、社会的・経済的意義（産業・経済活動の活性化・高度化、国際競争力の向上、知的財産権の取得・活用、社会的価値（安全・安心で心豊かな社会等）の創出等）、国費を用いた研究開発としての意義（国や社会のニーズへの適合性、機関の設置目的や研究目的への適合性、国の関与の必要性・緊急性、他国の先進研究開発との比較における妥当性、ハイリスク研究や学際・融合領域・領域間連携研究の促進、若手研究者の育成、科学コミュニティの活性化等）その他国益確保への貢献、政策・施策の企画立案・実施への貢献等

<有効性>

評価項目

○○・・・・・・、○○・・・・・・、

評価基準

○○・・・・・・、○○・・・・・・、

○○・・・・・・

※ 評価結果を記載。

(評価項目の例)

新しい知の創出への貢献、研究開発の質の向上への貢献、実用化・事業化や社会実装に至る全段階を通じた取組、行政施策、人材の養成、知的基盤の整備への貢献や寄与の程度、（見込まれる）直接・間接の成果・効果やその他の波及効果の内容等

<効率性>

評価項目

○○・・・・・・、○○・・・・・・、

評価基準

○○・・・・・・、○○・・・・・・、

○○・・・・・・

※ 評価結果を記載。

(評価項目の例)

計画・実施体制の妥当性、目標・達成管理の向上方策の妥当性、費用構造や費用対効果向上方策の妥当性、研究開発の手段やアプローチの妥当性、施策見直し方法等の妥当性等

(3) 科学技術基本計画等への貢献状況

※ 科学技術基本計画等にどう貢献しているか簡潔に記載する。

(4) 今後の研究開発の方向性

本課題は「継続」、「中止」、「方向転換」する(いずれかに丸をつける)。

理由：5行程度で理由を記載のこと。

(5) その他

※ 研究開発を進める上での留意事項(倫理的・法的・社会的課題及びそれらへの対応)等を記載する。

³原則として、事前評価を行った課題の単位で実施することとし、事前評価の単位と異なる場合は、課題との関係性について本欄中に明瞭に記載すること。

研究開発課題の事後評価結果

〇〇年〇〇月

〇〇委員会

〇〇委員会委員

	氏名	所属・職名
主査	〇〇 〇〇〇	国立〇〇センター所長
主査代理	〇〇 〇〇〇	〇〇
	〇〇 〇〇〇	〇〇

※ 利害関係を有する可能性のある者が評価に加わった場合には、その理由や利害関係の内容を明確に記載すること。

〇〇課題の概要（※ポンチ絵でも可）

1. 課題実施期間及び評価実施時期

平成××年度～ △△年度

中間評価 平成◇◇年×月、事後評価 ◎◎年×月

2. 研究開発概要・目的

3. 研究開発の必要性等

※ 必要性、有効性、効率性に関する事前又は中間評価結果の概要を記述。

4. 予算（執行額）の変遷

年度	HXX(初年度)	…	H〇〇	H〇〇	H〇〇	総額
予算額	〇〇百万	…	〇〇百万	〇〇百万	〇〇百万	〇〇百万
執行額	〇〇百万	…	〇〇百万	〇〇百万	〇〇百万	〇〇百万
(内訳)	科振費 〇〇百万 〇〇費 〇〇百万	…				

5. 課題実施機関・体制

研究代表者 東京大学〇〇研究所教授 〇〇 〇〇〇

主管研究機関 東京大学、A研究所、B大学

共同研究機関 〇〇大学、・・・

6. その他

事後評価票

(〇〇年〇〇月現在)

1. 課題 ⁴ 名 〇〇・・・・
2. 研究開発計画との関係
施策目標：〇〇・・・・ 大目標（概要）：〇〇・・・・ 中目標（概要）：〇〇・・・・ 重点的に推進すべき研究開発の取組（概要）：〇〇・・・・ 本課題が関係するアウトプット指標： 本課題が関係するアウトカム指標： ※各々の指標について過去3年程度の状況を簡潔に記載し、評価の参考とする。
3. 評価結果
(1) 課題の達成状況
※ 課題の所期の目標は達成したか。達成度の判定とその判断根拠を明確にする。 ※ 科学技術の急速な進展や社会や経済情勢の変化等、研究開発を取り巻く状況に応じて、当初設定された「必要性」、「有効性」、「効率性」の各観点における評価項目及びその評価基準の妥当性を改めて評価し、必要に応じてその項目・基準の変更を提案する。 ※ 新たに設定された項目・基準に基づき、「必要性」、「有効性」、「効率性」の各評価項目について、その評価基準の要件を満たしているか評価する。
<必要性>
評価項目 〇〇・・・・、〇〇・・・・、
評価基準 〇〇・・・・、〇〇・・・・、
〇〇・・・・
※ 評価結果を記載。
(評価項目の例)
科学的・技術的意義（独創性、革新性、先導性、発展性等）、社会的・経済的意義（産業・経済活動の

活性化・高度化、国際競争力の向上、知的財産権の取得・活用、社会的価値（安全・安心で心豊かな社会等）の創出等）、国費を用いた研究開発としての意義（国や社会のニーズへの適合性、機関の設置目的や研究目的への適合性、国の関与の必要性・緊急性、他国の先進研究開発との比較における妥当性、ハイリスク研究や学際・融合領域・領域間連携研究の促進、若手研究者の育成、科学コミュニティの活性化等）その他国益確保への貢献、政策・施策の企画立案・実施への貢献等

<有効性>

評価項目

○○・・・・・・、○○・・・・・・、

評価基準

○○・・・・・・、○○・・・・・・、

○○・・・・・・

※ 評価結果を記載。

（評価項目の例）

新しい知の創出への貢献、研究開発の質の向上への貢献、実用化・事業化や社会実装に至る全段階を通じた取組、行政施策、人材の養成、知的基盤の整備への貢献や寄与の程度、（見込まれる）直接・間接の成果・効果やその他の波及効果の内容等

<効率性>

評価項目

○○・・・・・・、○○・・・・・・、

評価基準

○○・・・・・・、○○・・・・・・、

○○・・・・・・

※ 評価結果を記載。

（評価項目の例）

計画・実施体制の妥当性、目標・達成管理の向上方策の妥当性、費用構造や費用対効果向上方策の妥当性、研究開発の手段やアプローチの妥当性、施策見直し方法等の妥当性等

(2) 科学技術基本計画等への貢献状況

※ 科学技術基本計画等にどう貢献したか簡潔に記載する。

(3) 総合評価

①総合評価

※ どのような成果を得たか、所期の目標との関係、波及効果、倫理的・法的・社会的課題への対応状況等を記載する。

②評価概要

※本事業の総合的な評価について、簡潔に5～10行程度で記載する。

(4) 今後の展望

※ 今後の展望も記載のこと。(研究結果を踏まえた今後の展望、予想される効果・効用、留意事項(研究開発が社会に与える可能性のある影響(倫理的・法的・社会的課題及びそれらへの対応)を含む。)

4 原則として、事前評価を行った課題の単位で実施することとし、事前評価の単位と異なる場合は、課題との関係性について本欄中に明瞭に記載すること。

研究計画・評価分科会における研究開発課題の評価に関する留意事項について

1. 研究開発プログラムとの関係

今年度から、研究開発計画における中目標を研究開発プログラムとして、プログラム単位での評価を行うこととしているところ、研究開発課題評価に当たっても、上位の研究開発プログラムやその「道筋」における位置付けを共有した上で評価を行う。

2. 評価項目について

文部科学省評価指針では、研究開発課題の評価について、研究開発課題の性格、内容、規模等に応じて、「必要性」「有効性」「効率性」等の観点の下に適切な評価項目を設定の上評価を実施することとしているところ、それぞれ以下の項目例を参考に評価を行っていただきたい。

なお、各委員会等の事務局においては、研究開発課題ごとに特に重視すべき項目についてあらかじめ評価委員との間で共有した上で評価を行っていただきたい。

ア. 「必要性」の観点

科学的・技術的意義（独創性、革新性、先導性、発展性等）、社会的・経済的意義（産業・経済活動の活性化・高度化、国際競争力の向上、知的財産権の取得・活用、社会的価値（安全・安心で心豊かな社会等）の創出等）、国費を用いた研究開発としての意義（国や社会のニーズへの適合性、機関の設置目的や研究目的への適合性、国の関与の必要性・緊急性、他国の先進研究開発との比較における妥当性、挑戦的（チャレンジング）な研究や学際・融合領域・領域間連携研究の促進、若手研究者の育成、科学コミュニティの活性化等）等

イ. 「有効性」の観点

新しい知の創出、研究開発の質の向上、実用化・事業化や社会実装に至る全段階を通じた取組、国際標準化、行政施策、人材の養成、知的基盤の整備への貢献や寄与の程度、（見込まれる）直接・間接の成果・効果やその他の波及効果の内容等

ウ. 「効率性」の観点

計画・実施体制の妥当性、目標・達成管理の妥当性、費用構造や費用対効果向上方策の妥当性、研究開発の手段やアプローチの妥当性等

※科学技術の急速な進展や社会や経済情勢の変化等、研究開発を取り巻く状況に応じて、事前評価において設定された評価項目及びその評価基準の妥当性を中間評価、事後評価においても評価し、必要に応じてその項目・基準の変更を提案すること。

3. その他留意事項

- ◆長期間にわたって実施される研究開発課題については、一定期間ごとに目標の再設定や計画変更の要否を確認する。
- ◆研究開発を実施するグループの長等のマネジメントや体制整備についても適切に評価に反映する。

- ◆挑戦的（チャレンジング）な研究開発課題については、直接的な研究開発成果における目標の達成度に加えて、関連する制度、体制、運営といった研究開発過程（プロセス）が成果の最大化に向けて適切に組み合わせられたかという視点での評価も必要である。また、技術的な限界・ノウハウ・うまくいかなかった要因等の知見、副次的成果や波及効果等も積極的に評価するなど、挑戦的（チャレンジング）な研究であることを前提とした評価を行う。
- ◆評価に当たっては、評点付けのみならず、評価対象課題に係る改善策や今後の対応等に関する提案についても積極的に抽出し、その結果を活用していく。また、対象課題が位置づけられている研究開発プログラムの改善につながる事項の抽出にも留意する。
- ◆研究開発が社会に与える可能性のある影響（倫理的・法的・社会的課題及びそれらへの対応）についても積極的に記載する。
- ◆上記の留意事項以外についても、文部科学省評価指針に基づいた評価を実施する。