

# 【新学術領域研究（研究領域提案型）】 複合領域



## 研究領域名 精神機能の自己制御理解にもとづく思春期の人間形成支援学

東京大学・医学部附属病院・教授

かさい きよと  
笠井 清登

### 【本領域の目的】

人間の脳がつむぎ出す精神機能の最大の特長は、高度な言語能力と社会性の上に自我が成立し、その精神機能が再帰的に制御可能な点にあります。これによって人間は自ら脳機能を制御し、意識的な自己発展を図ることができます。

この「精神機能の自己制御性」は、進化の過程でヒト前頭葉が格段に発達した中で獲得されたもので、個体においても前頭葉が成熟する思春期に確立します。思春期とは、社会環境に適応した自己を形成するための極めて重要なライフステージであり、ここでの発達の歪みは現代の若年層に見出される深刻なこころの問題に多大な影響を及ぼします。

本領域は、精神機能の自己制御性の成立、思春期における発達過程を個人・集団レベルで解明し、分子から社会までの統合的・学際的アプローチによって、思春期における自己制御の形成を支援する、新たな総合人間科学を確立することを目的とします。

### 【本領域の内容】

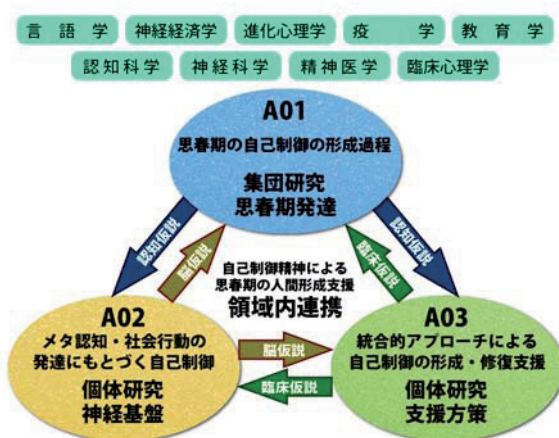


図1 領域の内容

本領域は、10代の地域標本からなるティーンコホートを対象に、思春期における精神機能の自己

制御性の形成過程を解明する A01 班； 精神機能の自己制御とその思春期発達の神経基盤を明らかにする A02 班； 同定された神経回路基盤をターゲットに、分子、神経モジュレーション、心理・社会的介入による具体的な支援策を開発する A03 班から構成されます。

### 【期待される成果と意義】

本領域の推進により、精神機能の自己制御性の成立、思春期における発達過程を個人・集団レベルで解明し、コホートからのエビデンスによる教育への提言や、自己制御の発達に対する具体的な支援策の開発を通じて社会に貢献します。認知科学・心理学・言語学・教育学・疫学という人文社会科学と、精神医学・神経科学という生命科学、それらをつなぐ進化心理学・神経経済学という新興学問分野の融合を促し、総合人間科学を確立するにより、脳科学と社会・教育を架橋します。

### 【キーワード】

思春期：人間が社会との交流を通じて自我を育み、人間性を形成するために極めて重要なライフステージ。長い思春期は、進化史上人間に特徴的であり、これは、大脳皮質のなかで最後に前頭前野が成熟することと対応。

精神機能の自己制御：進化過程で発達した前頭前野を活用して自我機能を成立（自己像を形成）させ、自分自身の精神機能さらには脳機能を自己制御する、人間に独自の能力。

### 【研究期間と研究経費】

平成23年度－27年度

1,145,200千円

### 【ホームページ等】

<http://npsy.umin.jp/amsr/index.html>

【新学術領域研究（研究領域提案型）】  
複合領域



研究領域名 動的・多要素な生体分子ネットワークを理解するための合成生物学の基盤構築

九州大学・大学院農学研究院・教授 おかもと まさひろ  
岡本 正宏

【本領域の目的】

生体分子ネットワークを「眺めて解析する生物学」から、「創って解析する・利用する生物学」を目指し、2000年頃から米国で合成生物学という研究が行われている。すでに、同定済みの相互作用する生体分子を組み合わせた人工遺伝子回路を設計して、振動やスイッチなどの特定の細胞内現象を再現させようとする試みや、別の生物由来の酵素遺伝子を複数組み合わせた人工代謝経路を設計し、その生物が本来生産できない物質を大量生産させる試みが行われている。しかし、人工遺伝子回路や人工代謝経路は小規模であり、試行錯誤で構築されているのが現状であり、合成生物学を展開するための技術基盤は未だ確立されていない。本領域では、生体分子ネットワークをより深く理解し、利用するために、①人工遺伝子回路や人工代謝経路の探索・設計を行う情報科学と、②無細胞系(in vitro)で回路・経路構築を行う工学と、③細胞内(in vivo)へ回路・経路を導入する分子生物学の技術を結集し、有機的に連携することで、世界に先駆けた合成生物学を展開するための技術基盤を構築する。領域の最大の特徴は、ドライ系(理論系)の情報科学的技術と細胞を扱う分子生物学的技術の間に、in vitroで回路・経路構築を行う工学的技術を取り入れ、3つを有機的に連携させることである。

【本領域の内容】

代謝と遺伝子発現を大規模かつ複雑に制御するには、下図のように、動的な(時間的に変化する)人工遺伝子回路設計と多要素の回路設計のための要素技術が必要となる。

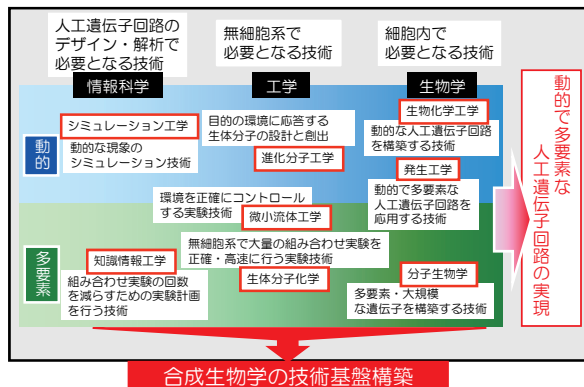


図1 合成生物学の技術基盤構築の概要

また、人工遺伝子回路のデザイン・解析のためには情報科学、無細胞系(in vitro)では工学、細胞内(in vivo)では生物学に基礎を持つ要素技術が必要であり、これらの要素技術の結集が合成生物学の基盤構築には必要である。本領域では、まず、動的で多要素な人工遺伝子回路を構築する。次に、それを利用して、万能細胞の分化誘導システムの構築、外的環境に自ら適応して物質生産を行う細胞工場の実現、生体分子ネットワークの理解への適用を試みる。その結果、合成生物学の技術基盤を構築する。計画研究および公募研究は、A01 合成生物学の分子生物学的技術基盤(実験系)、B01 合成生物学の工学的技術基盤(実験系)、C01 合成生物学の情報科学的技術基盤(理論系)の3つの研究項目からなり、これらに、合成生物学の技術基盤構築を行う総括班が加わり、全体を統括する。

【期待される成果と意義】

現在、我が国では、一つまたは少数の遺伝子改変による生体分子ネットワークの理解や物質生産の向上がなされているに過ぎない。米国においても、小規模な人工代謝経路や人工遺伝子回路が、trial and errorで試みられているだけである。本領域では、まず、これら人工代謝経路を大規模化し、人工遺伝子回路同士を組み合わせることで複雑化を行う。次に、それら二つを統合することで、代謝と遺伝子発現を大規模かつ複雑に制御することが可能となり、合成生物学発展のための技術基盤が構築される。以上より、従来の「眺めて解析する生物学」から「創って解析する・利用する生物学」へのパラダイムシフトを狙う。

【キーワード】

合成生物学、人工遺伝子回路、人工代謝経路、シミュレーション工学、知識情報工学、進化分子工学、微小流体工学、生体分子化学、生物化学工学、発生工学、分子生物学

【研究期間と研究経費】

平成23年度－27年度  
880,300千円

【ホームページ等】

<http://www.syn-biol.com>  
okahon@brs.kyushu-u.ac.jp

# 【新学術領域研究（研究領域提案型）】 複合領域



## 研究領域名 予測と意思決定の脳内計算機構の解明による 人間理解と応用

沖縄科学技術研究基盤整備機構 神経計算ユニット・代表研究者 どうや 銅谷 けんじ 賢治

### 【本領域の目的】

日々の行動から人生の選択にいたるまで、人がどのような原理とメカニズムにより意思決定を行っているのかは、哲学から心理学、経済学、政治学、脳科学、精神医学にわたる大きな問題である。本研究領域の目的は、人の意思決定の原理と脳機構を、論理学や統計推論の理論、人の行動解析と脳活動計測、実験動物での神経活動の計測と操作、計算機シミュレーションとロボットによる再構成を通じて解明することである。意思決定には、直感的、習慣的なモデルフリーの機構と、計画的、適応的なモデルベースの機構が考えられる。これらがいかに選択され統合されるのか、後者で必要な「脳内シミュレーション」による行動結果の予測がどのような神経回路の働きにより実現されているのか、またそれらが分子や遺伝子によりいかに制御されているのかを、最新の実験技術と数理手法を駆使して明らかにする。

### 【本領域の内容】

3つの主要課題を設定し、それぞれ以下の作業仮説と手法により意思決定と脳内シミュレーションのメカニズムの解明に取り組む。

#### 1) 行動と意思決定の計算理論

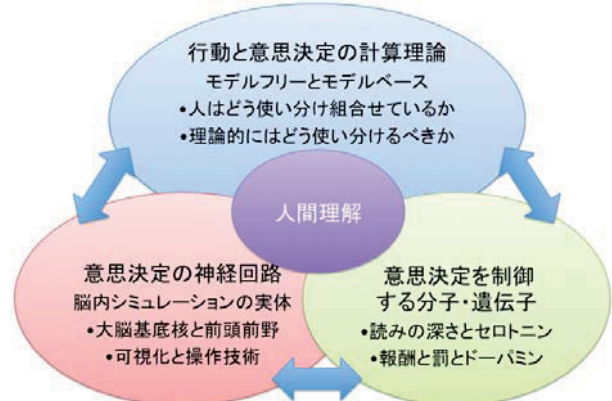
モデルフリーの意思決定は処理は単純であるが融通がきかない。一方モデルベースの意思決定では経験から得た知識をより柔軟に活用することができるが、その処理は複雑になるという得失を持つ。そこでヒトや動物は、脳の進化と発達段階、各個体の経験、また意思決定の実時間的拘束のもとで、それぞれの方式による価値評価の確実性に応じた選択と組み合わせを行うという作業仮説をとる。論理学や機械学習の理論をもとに、異なる手法の選択と組み合わせのアルゴリズムを導出し、それらによる予測とヒトや動物の行動を照らし合わせる実験により仮説の検証を行う。

#### 2) 意思決定の神経回路機構

脳内シミュレーションには小脳の予測モデルや大脳皮質の確率推論機構が関与しており、線条体、扁桃核、手綱核による報酬と罰の評価機構との連携により行動選択が行われるという作業仮説をとる。神経活動記録による行動の結果の予測や報酬評価に関与する脳部位の特定、神経活動の刺激と操作実験による機能の検証を行い、さらに多数の神経細胞の光学記録により脳内シミュレーションの計算過程を具体的な形で明らかにする。

#### 3) 意思決定を制御する分子・遺伝子

行動の結果得られる報酬予測の時間スケールが脳内のセロトニンのレベルにより制御され、報酬



による行動強化と罰による抑制が異なるドーパミン受容体により制御されるという作業仮説をとる。これら意思決定の特性は、環境条件や個体の経験に依存して調節されるべきであることが理論的に予測され、これを多様な環境条件のもとでの行動解析と薬理、遺伝子操作により検証する。

### 【期待される成果と意義】

この新学術領域による意思決定の脳機構の解明は、思考、意識、意欲など人の心の基盤となる物理機構により深い理解を与えることにより、意思決定の障害をともなう精神疾患の解明と処方への導出、より良い教育手法や社会経済制度の策定、さらに人の意思決定の特性にねざした親しみやすいソフトウェアや情報技術の開発を可能にするものである。

### 【キーワード】

意思決定：与えられた状況のもとで行動の選択肢の価値（良し悪し）を比較し選択すること。  
モデルベース：行動による状況の変化を予測するモデルを活用する手法。  
脳内シミュレーション：行動による状況の変化を予測する脳の働き。思考や言語行動の基盤となる。

### 【研究期間と研究経費】

平成23年度－27年度

1, 177, 900千円

### 【ホームページ】

<http://www.decisions.jp>