

# 【新学術領域研究（研究領域提案型）】 複合領域



研究領域名 脳・生活・人生の統合的理解にもとづく思春期からの  
主体価値発展学

東京大学・医学部附属病院・教授 かさい きよと  
笠井 清登

研究課題番号：16H06395 研究者番号：80322056

## 【本領域の目的】

本領域は、ヒトが人生という長期的生活行動をどのように自ら選択し、個人のウェルビーイングを発展させるかという問題を、思春期から形成される主体価値に注目して理解する新分野の創出を目指す。

思春期は霊長類と比べてヒトで際立って長く、大脳新皮質の成熟の最終段階である。同時に、児童期までの親子関係から、仲間とのより多様な経験で結ばれた社会関係へと発展する決定的な時期である。そこでの豊かな経験を通じて、実生活のなかでの行動を選択する駆動因である価値は内在化・個別化され、主体価値として形成されていく。主体価値は長期的生活行動を自らが主体的に選択する動因であり、人間のウェルビーイングの源といえる。

本領域は学際研究により主体価値の形成過程と脳基盤を解明し、その充実・発展に向けた思春期からの方策提起を目標とする。

## 【本領域の内容】

A01では、主体価値の脳基盤を解明する。価値の主体化について、価値記憶と実際の行動のコンフリクトをメタ認知・内言語という自己制御により調整する過程とモデル化して研究を進める。

B01では、脳が対人関係をとまなう日常生活というリアルワールドに働きかけながら、脳、主体価値、生活行動習慣のスパイラルを回して、主体価値を更新していく動態を明らかにする。

C01では、人生という時間軸に沿って、主体価値がどのように思春期に形成され、それがその後の人生にどのような長期的な影響をもたらすのかを、主に東京ティーンコホート研究から明らかにしていく。

D01では、健康から障がいまで様々な思春期集団を対象として、自然言語分析や質的心理学的な分析を通じて、主体価値の構成概念をより統合的にとらえ、評価する手法を開発する。それにもとづき、主

体価値を発展させウェルビーイングを目指すための心理介入研究を行い、具体的な行動指針を得る。

## 【期待される成果と意義】

本領域は、思春期、主体価値を鍵概念とした、分野横断的な「人はどう生きるかの科学」を創出するものである。そのためにPopulation neuroscienceという新たな総合人間科学を創出することを通じて、教育・施策に科学的な提言や具体的な指針を提供する。本領域は、環境に能動的に働きかける脳機能の本質に迫る「行動脳」ステージへ脳科学を導く。

脳・生活・人生の統合的理解にもとづく  
思春期からの主体価値発展学

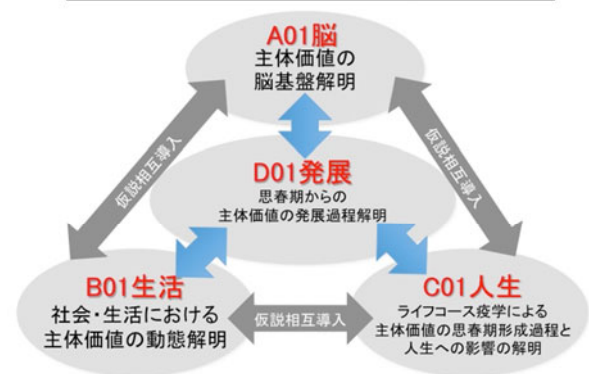


図1 領域の体制図

## 【キーワード】

思春期：おおむね第二次性徴が始まる頃から、前頭前野を含む大脳新皮質機能が成熟を遂げるまでの10-20歳くらいを指す。

主体価値：ウェルビーイングを求めて長期的な（たとえば年単位の）生活行動をその人らしく能動的に選びとっていく個体内駆動因。

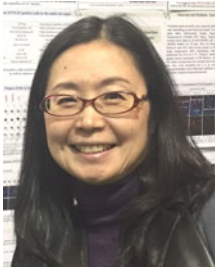
## 【研究期間と研究経費】

平成28年度－32年度  
1,112,800千円

## 【ホームページ等】

<http://value.umin.jp>

**【新学術領域研究（研究領域提案型）】**  
**複合領域**



**研究領域名** 多様な「個性」を創発する脳システムの統合的理解

おおすみ のりこ  
**大隅 典子**  
東北大学・大学院医学系研究科・教授

研究課題番号：16H06524 研究者番号：00220343

**【本領域の目的】**

「個性」はどのように創発されるのであろうか？さまざまな「個性」は、ゲノムの個体差（個人ごとの特徴）が元になっているが、育ち方や生活習慣等の環境的要因によっても「個性」の発露は変化する。これは、環境によって遺伝子の働き方が異なる「エピゲノム」機構が存在するからである。認知的能力やパーソナリティなど、脳神経系の機能に依存した心的機能においても「個性」は認められるが、その神経基盤や遺伝的・環境的背景については未だ十分には明らかにされていない。しかしながら近年、ヒトの脳画像等のデータや動物の各種行動観察データ、神経活動データ等の「ビッグデータ」を扱える時代となり、多変量統計解析やデータ駆動型研究を行うことが可能となった。まさに時代は今、「個性」の研究に取り組む好機となっている。このような学術的背景のもとに、新学術領域・複合系において本領域を立ち上げることとなった。本新学術領域研究では、脳神経系発生発達の高多様性を解明することにより、「個性」創発の理解を目指す。

**【本領域の内容】**

本新学術領域研究では、人文社会系に軸足を置くA01項目、生物系のA02項目、理工系のA03項目の計画研究者ならびに公募研究者が密接に連携することにより、脳神経系発生発達の多様性や介入によるゆらぎを解明し、集団における「個性」成立の法則やその意義を明らかにする。ヒトと動物に共通したモデルを立てることにより、ヒトだけを対象にした従来の研究では扱うことが難しかった集団内の不適応や次世代への継承などの問題に関して、動物を対象とした研究により取り組むことを可能にする。

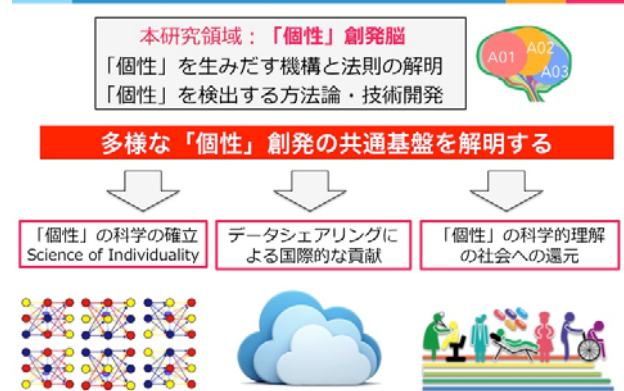
**本領域が目指す「個性」の理解のためのストラテジー**



**【期待される成果と意義】**

本領域では、神経発生や神経新生、乳児の発達脳科学、ビッグデータや数理工学解析等の既存の分野を融合させて新たに「個性創発学」分野を形成することにより、広く医学、情報学、教育学、人文学等の周辺学問領域に大きな影響を及ぼす飛躍的な発展が見込まれる。また、この活動を国際的なデータシェアリングプラットフォームを構築することにより推進する。本新学術領域によって形成されるヴァーチャルな「知の集合体」は、国際社会に大きな貢献を果たすことが期待される。さらに本研究において「個性」創発の神経基盤や分子メカニズムを明らかにすることにより、社会において多様な「個性」の科学的理解を有効に活かすことが可能になる。「個性」に関する科学的知見は社会において慎重に取り扱われる必要があるため、「個性」に関わる科学情報の発信・利用に伴う倫理的問題を検討し、社会的合意形成のための基盤を提供する。

**本領域「個性」創発脳の意義と波及効果**



**【キーワード】**

「個性」: 本領域では動物からヒトまで、さまざまな形質・特質における「個体差」もしくは「個人差」を「個性」として扱う。  
基本次元モデル: パーソナリティ構造の基本となる枠組みの次元に関するモデル

**【研究期間と研究経費】**

平成 28 年度－32 年度  
1,153,000 千円

**【ホームページ等】**

<http://koseisouhatsu.jp>  
[info@koseisouhatsu.jp](mailto:info@koseisouhatsu.jp)

# 【新学術領域研究（研究領域提案型）】 複合領域



研究領域名 生物ナビゲーションのシステム科学

東北大学・大学院情報科学研究科・教授

はしもと こういち  
橋本 浩一

研究課題番号：16H06535 研究者番号：80228410

## 【本領域の目的】

ナビゲーションはヒトを含む多くの生物に共通する根幹的行動である。本領域では、生物が環境情報を取得しつつ適切な経路を選択して目的地に到達することをナビゲーションと定義し、これをシステム科学的に捉える「生物ナビゲーションのシステム科学（生物移動情報学）」を創成することを目的とする。この目標のため、制御工学、データ科学、生態学、神経科学の専門家が結集し、生物ナビゲーションを「計測」、「分析」、「理解」、「検証」の切り口から複合的に研究する。

ナビゲーションの経路、環境情報、生体内部情報を観測し、情報学的に生物ナビの演算モデルを理解し検証する



図1 本領域で対象とする課題

## 【本領域の内容】

本領域では、ナビゲーションに関する計測、分析、理解、検証（それぞれを、ナビ計測、ナビ分析、ナビ理解、ナビ検証と呼ぶ）に体系的に取り組む。ナビ計測では、「ログロボット (Logging Robot)」の開発に取り組む。ログロボットとは、従来のデータロガーをインテリジェント化した装置で、計測システムを自律制御し、移動に関する情報を高精度かつ長時間に渡って得ることができるものである。ナビ分析では、計測された移動情報に対するイベント検出、行動分類などの分析技術を整備する。ナビ理解では、ナビ分析によって得られた結果をもとに、生物行動の数理モデルを構築し、様々な生物の移動機構の共通性と多様性を探求する。ナビ検証では、数理モデルを実装する神経回路を探索し、それに対する介入実験によりモデルを検証する。



図2 生物ナビゲーション研究のアプローチ

## 【期待される成果と意義】

本領域の進展により期待できる具体的成果は以下の3点である。(1) まず、本領域では、革新的ロギングデバイス (ログロボット) の開発を通して、これまでに得られなかった生物の移動情報を高精度かつ長期間に渡って得ることができるようになる。(2) また、ナビ分析・理解・検証を通して、多様なナビゲーションモデルの提案やその検証を行うことができるとともに、移動情報を分析するための情報学的基盤も整備される。(3) 最後に、計測、分析、理解、検証プロセスを繰り返すことで、制御工学、データ科学、生態学、神経科学のそれぞれの分野を相乗的に発展させる。将来的には、本領域で得られる成果をヒト・モノの移動に関する様々な社会的・工学的課題へ応用することも期待できる。

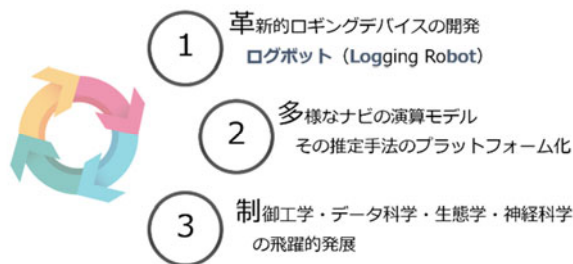


図3 本領域で期待される成果

## 【キーワード】

**生物ナビゲーション (bio-navigation)** : 生物が環境情報を取得しつつ適切な経路を選択して目的地に到達すること。生物ナビゲーションは多くの生物における根幹的行動。

**ログロボット (Logbot: Logging Robot)** : 従来のデータロガーをインテリジェント化したもので、計測システムを自律制御し、生物ナビゲーションに関する情報を高精度かつ長時間に渡って得ることができる装置。

## 【研究期間と研究経費】

平成 28 年度－32 年度  
1,087,100 千円

## 【ホームページ等】

<http://navi-science.org>



# 【新学術領域研究（研究領域提案型）】 複合領域



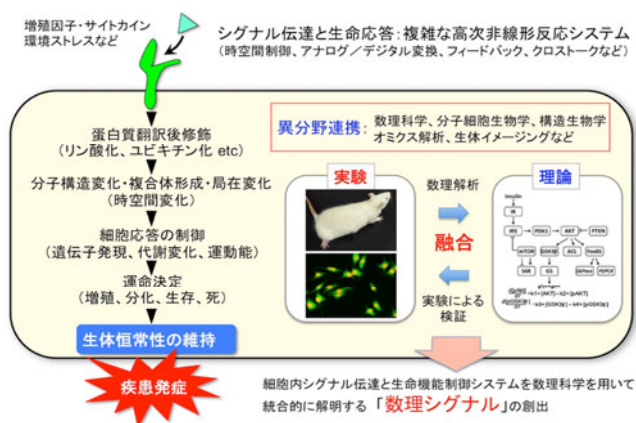
## 研究領域名 数理解析に基づく生体シグナル伝達システムの統合的理解

東京大学・医科学研究所・教授 **たけかわ むつひろ**  
**武川 睦寛**

研究課題番号：16H06573 研究者番号：30322332

### 【本領域の目的】

生命活動の基盤となる生体内のシグナル伝達は、活性化・不活性化による単純な一次線形反応ではなく、多数の分子や要因が複雑に関与する高次非線形反応であり、この多様かつ動的な反応様式こそが生命機能制御の根源的メカニズムであることが明らかにされてきた。シグナル伝達ネットワークに関する膨大な情報を統合して細胞や人体をシステムとして理解するには、従来の分子生物学実験によるアプローチに加えて、数理解析手法を導入する必要がある。本領域では、生命科学研究者と数理解析研究者が有機的に連携し、細胞内シグナル伝達ネットワークと生命機能制御の基本原則、及びその破綻がもたらす疾患発症機構を統合的に解き明かす新たな学術分野を創出する。また、オミクス解析技術や数理解析分野の新たな方法論を積極的に導入して「実験」と「理論」を融合させる事により、細胞応答を高精度に予測し、生命機能制御や疾患治療の鍵となる重要分子を抽出する新たな生命動態解析技術・理論を確立する。



### 【本領域の内容】

本領域では生命をシステムとして捉え、シグナル伝達の時空間的な制御を明らかにすると共に、その破綻がもたらす疾患発症機構を分子レベルで統合的に解明する。この目的実現の為、分子生物学的解析による実験研究と数理的アプローチによる理論研究を相互に深化させて研究を推進する。具体的には、実験から得られた実測データに基づいて、シグナル伝達機構を数理モデル化すると共に、数理シミュレーションによって複雑な生命動態の原理を抽出し、

未知の現象を予測する。さらに、予測が実際の細胞応答と一致するか、実験による検証を行って確認する。この様な双方向性の研究をサイクルさせることで、シグナル伝達と生命機能制御の作動原理を解明し、創薬戦略などの応用研究へと発展させる。また、本領域では、生命現象を網羅的に捉えるオミクス解析、構造生物学による原子レベルでの分子間相互作用解析や、化合物を利用して情報伝達の時空間特性を自在に操るケミカルバイオロジーの手法などを積極的に導入し、数理解析精度の飛躍的な向上を目指す。さらに、試験管や培養細胞で得られた成果を基に、遺伝子改変マウスの樹立や臨床検体を用いた個体レベルでの解析を推進して、疾患との関連を解明し、新規治療法開発や創薬への応用・発展を図る。

### 【期待される成果と意義】

生命科学実験と数理解析の理論を融合することにより、細胞内シグナル伝達制御機構の基本原則とその異常がもたらす疾患を統合的に解き明かす新たな学術領域「数理シグナル」を創出する。また、異分野の研究成果や技術基盤を統合して再構築することで、シグナル伝達の時空間動態を捉え、人工的に制御する新たな基盤技術や、生体応答を高精度に予測し、生命機能制御や疾患治療の鍵となる重要分子・経路を抽出する新たな生命動態解析理論の開発など、生命科学における技術面でのイノベーションにも貢献する。さらに、細胞内シグナル伝達システム制御機構の理解は、その破綻がもたらす、癌、自己免疫疾患、感染症、糖尿病、神経変性疾患など、社会的要請の高い疾病の病因・病態解明と治療のための創薬シーズを提供すると考えられ、国民の福祉に大きく貢献することが期待される。

### 【キーワード】

オミクス：遺伝子、タンパク質、代謝物などの生体分子を網羅的に研究する学問

### 【研究期間と研究経費】

平成 28 年度－32 年度  
1,022,900 千円

### 【ホームページ等】

<http://math-signal.umin.jp/>

# 【新学術領域研究（研究領域提案型）】 複合領域



研究領域名 人工知能と脳科学の対照と融合

沖縄科学技術大学院大学・神経計算ユニット・教授

どうや けんじ  
銅谷 賢治

研究課題番号：16H06561 研究者番号：80188846

## 【本領域の目的】

本領域の目的は、それぞれの研究の高度化のなかで乖離して行った人工知能研究と脳科学研究を結びつけ、両者の最新の知見の学び合いから新たな研究ターゲットを探り、そこから新たな学習アルゴリズムの開発や脳機構の解明を導くことである。

感覚運動情報の背後にある構造を捉える表現学習、それらの変化を予測する内部モデル学習、さらに予測結果の評価による探索学習について、それぞれを確実に効率よく実現するアルゴリズムとその脳での実現を探るとともに、それらをつないだ全脳アーキテクチャならした柔軟な人工知能システムの実現をめざす。

## 【本領域の内容】

人工知能研究と脳研究は、「電子回路で知能を実現するには脳での実現法にこだわる必要はない」という視点と、「脳のような高度な知能の実現例があるのだからそれに学ばない手はない」という視点から、接近と乖離を繰り返してきた。例えばパターン認識の黎明期には、脳の視覚野の解剖学、生理学的知見をもとに、多層神経回路モデルとその学習アルゴリズムが開発された。そこから芽生えた機械学習理論は、カーネル法やベイジアンネットといった形で、脳とは離れた形で高度化して行ったが、近年、深層神経回路モデルが大量のデータのからの学習で非常に高い性能を示したことから、脳に学んだ人工知能への期待が再び高まっている。

例えば、これまでの脳の実験的・理論的研究は、小脳、大脳基底核、大脳皮質はそれぞれ、与えられた手本を再現する教師あり学習、探索により報酬を最大化する強化学習、データの構造を捉える教師なしの表現学習にそれぞれ関わっていることを示唆している（図1）。一方、囲碁の世界王者を破るという画期的な成功をおさめたプログラムは、棋譜からの教師あり学習、自己対戦による強化学習、深層神経

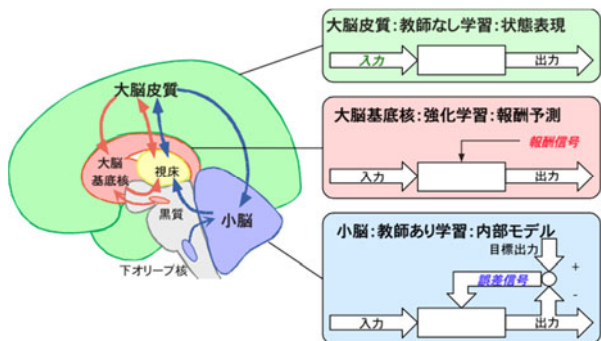


図1：小脳、大脳基底核、大脳皮質の学習アルゴリズム (Doya, 1999)。

回路による表現学習を巧妙に組み合わせることで、非常に高度な知能が実現され得ることを実証した。これは、異なる学習要素を状況に応じて柔軟に組み合わせる脳の仕組みを解明することが、特定の課題だけでなく多様な問題に対処可能な汎用人工知能の実現につながることを示唆するものである。

本領域は、人工知能と脳科学の先端的な研究者が両者の最新の知見を学び合い、緊密な議論を行うなかで新たな研究ターゲットを探り、新たな学習手法の開発や脳機構の解明を導くことをめざす。教師あり学習による内部モデルの獲得、強化学習による行動探索と評価、多層神経回路による表現学習など、それぞれの学習機構の高度化と脳での実現の解明を進めるとともに、それらを統合する脳の仕組みを探り、人間のように柔軟な行動やコミュニケーションが可能な人工知能の実現のための研究を展開する。

## 【期待される成果と意義】

人工知能と脳科学の融合研究により、深層神経回路の学習過程の理解と学習パラメタの自動制御、データ効率の高い学習による人型ロボットの制御、階層予測モデルによる人の行動意図の推定などの実現が期待される。より長期的には、予測モデル学習、探索と評価、深層表現学習を組み合わせた全脳アーキテクチャの理解により、汎用人工知能の設計指針の導出と、学習の乱調としての精神疾患の理解への貢献が期待される。

また人工知能と脳科学を融合する新たな人材育成と国際ネットワーク形成のため、サマースクール、ハッカソン、若手研究者の海外派遣などを企画し、新たな融合領域を切り開く人材の輩出をめざす。

## 【キーワード】

**深層学習 (deep learning)**: 多層の人工神経回路モデルによって、データの持つ統計的な特徴を単純なものから高次なものへと順次抽出し、画像や音声などの複雑なパターン識別や予測を可能にする学習方式。  
**強化学習 (reinforcement learning)**: 動物、ロボット、プログラムなどが、外界の状態に応じて行動を行い、結果の良し悪しを表す報酬信号をもとに適切な行動則を探索的に学習する方式。その理論をもとに、大脳基底核とドーパミンの機能解明が進んだ。

## 【研究期間と研究経費】

平成 28 年度～32 年度  
1,119,100 千円

## 【ホームページ等】

<http://www.brain-ai.jp>  
事務局：ncus@oist.jp

新学術領域研究  
(研究領域提案型)



# 【新学術領域研究（研究領域提案型）】 複合領域



## 研究領域名 意志動力学（ウィルダイナミクス）の創成と推進

筑波大学・医学医療系・教授

さくらい たけし  
櫻井 武

研究課題番号：16H06400 研究者番号：60251055

### 【本領域の目的】

創造的で活力あふれる生活を送るには、困難を乗り越え切り目標に向かって努力する力＝意志力（ウィルパワー）の高さが不可欠である。その機能に報酬系や前頭前皮質などが担う実行機能が関与していると考えられるが、ヒトに特有な機能である意志力の分子・神経科学的機構の詳細は不明である。本領域では、意志力という精神機能の機構とそれに対する社会環境・体内環境の影響を解明し、その動的平衡のパラメーターとなる環境因、生体分子を探索する一方、それらを制御し意志力を育むための支援の方策を確立することを狙いとする。意志力の神経基盤を理解し、スポーツや教育による支援の方策を検討するために、神経科学、精神医学、内科学、教育心理学、スポーツ科学の研究者が緊密に連携する分野間横断研究を推進する。

### 【本領域の内容】

近い将来の経済活動の主な担い手である青少年の活力・意欲の向上、「やる気＝意志力」の回復は、日本の国力の維持・発展に必須である。本領域は、意志力の分子・神経基盤と、その障害によるひきこもり、アパシー、現代うつなどの精神病理を、①神経科学②教育・社会・運動・食・睡眠などの生育環境③内分泌系や肥満などの代謝異常、腸内細菌叢、慢性炎症などの体内環境の視点から多元的に解析し、得られた知見の社会還元により、人々の意志力を向上することを目標とする。

環境とこころの発達の相関を科学的に捉えるには、青少年を取り巻く家庭・教育・社会などの生育環境を実地で解析することができる教育心理学、スポーツ科学、発達心理学などの専門家が、こころの発達の分子・神経基盤と、その障害の病理に精通した神経科学、精神医学、心身医学、小児科学などの専門家と綿密な連携のもとに多元的な解析を行い、ヒトと環境のインターフェースの諸相を浮き彫りにする必要がある。

近年の生育社会環境の変化が、こころの発達に大きな影響をおよぼしている可能性は非常に高いが、それを明確なエビデンスをもって示した研究は、これまでにない。従来、神経科学において、やる気の根拠をなす報酬系の研究は、腹側被蓋野のドーパミンニューロンおよび腹側線条体（側坐核）などの機能を中心に解析されてきており、報酬予測誤差理論などを説明するメカニズムの解明に一定の成果を上げてきた。しかし、その成果は人々の暮らしに未だ十分に還元されておらず、報酬系の不適切な作動が与ると考えられる様々な依存症や、薬物中毒、アパシー、ひきこもり、現代うつ症候群、摂食障害などの「こころの発達」の問題が、現代社会でますます深刻化している。本領域は、社会環境や腸内細菌叢などの体内環境にも着目し、意志力の発達に関わる生物学的基盤を探究する。こうした学問横断的な取り組みによる意志力に関与する精神機能の成熟および

恒常性維持の仕組みの包括的な理解の結果、探索された治療標的に作動する医薬の創製、食・睡眠の適正化および運動の習慣化を図るための教育支援プログラムの創出などに資することを旨とする。



図 意志動力学と領域の概念図

### 【期待される成果と意義】

- 研究期間終了後には、以下の成果が期待される。
- ①意志力を司る脳内分子神経基盤が解明され、その動態を生体でリアルタイムに解析することができる脳機能イメージング技術などが創出される。
  - ②生活の現代化などに伴う代謝環境の変化、腸内細菌叢などの体内環境の変容が、心身相関の成熟に影響をおよぼし、意志力に影響をおよぼす分子神経病理が探究される。
  - ③生育環境・体内環境・精神機能発達相関ダイナミズムの作動原理が探究され、治療標的が見出される結果、意欲回復を狙った創薬・診断基盤技術が創出される。
  - ④運動・睡眠・食などの適正化が、意志力に関与する精神機能発達の障害を回復する科学的証左が得られ、次世代運動プログラムや新たな教育方法などによるそれらの解決策が提示される
  - ⑤対人環境に関する学校での縦断調査の結果、意志力を左右する環境因が探索され、当該環境負荷の緩和に有用な介入支援法が提示される。

### 【キーワード】

やる気、意志力、モチベーション、脳機能画像解析、腸内細菌、実行機能、ひきこもり、アパシー、現代うつ、内臓環境、社会環境、家庭環境、体内時計、意欲、睡眠、スポーツ科学、教育心理学

### 【研究期間と研究経費】

平成 28 年度－32 年度  
1,153,800 千円

### 【ホームページ等】

<http://willdynamics.com>

