

【ムーンショット目標9】

「2050年までに、こころの安らぎや活力を増大することで、
精神的に豊かで躍動的な社会を実現」
研究開発構想

令和3年11月
文部科学省

1. ムーンショット目標

文部科学省は、国立研究開発法人科学技術振興機構(JST)を研究推進法人として、ムーンショット目標(令和3年9月28日総合科学技術・イノベーション会議決定)のうち、以下の目標の達成に向けて研究開発に取り組む。

<ムーンショット目標>

「2050年までに、こころの安らぎや活力を増大することで、精神的に豊かで躍動的な社会を実現」

<ターゲット>

- ・ 2050年までに、こころの安らぎや活力を増大し、こころ豊かな状態を叶える技術を確立する。
- ・ 2030年までに、こころと深く結びつく要素(文化・伝統・芸術等を含む。)の抽出や測定、こころの変化の機序解明等を通して、こころの安らぎや活力を増大する要素技術を創出する。加えて、それらの技術の社会実装への問題点を幅広く検討し、社会に広く受容される解決策の方向性を明らかにする。
- ・ 2050年までに、多様性を重視しつつ、共感性・創造性を格段に高める技術を創出し、これに基づいたこころのサポートサービスを世界に広く普及させる。
- ・ 2030年までに、人文社会科学と技術の連携等により、コミュニケーションにおいて多様性の受容や感動・感情の共有を可能にする要素技術を社会との対話を広く行いながら創出する。

2. 研究開発の方向性

新たな目標検討のためのビジョン策定(ミレニア・プログラム)の結果を踏まえ、現時点での研究開発の方向性を以下のとおりとする。

(1) 挑戦的研究開発を推進すべき分野・領域

近年、情報技術等が高度に発展する一方、「こころ」に起因する社会問題はますます深刻化している。個人におけるうつ・ストレス・不安・孤独・自殺、また、個人間における虐待・DV・いじめ、集団における軋轢・紛争・多様性への不寛容等の諸問題の深刻さは、特に、新型コロナウイルス感染症の感染拡大により顕在化している。

そうした中で、個人から集団までにおいて、それぞれの「こころ」を総合的に理解し合い、思いやりのあるコミュニケーションを図り、互いに調和しながら自ら望む方向や、自ら進むべき方向に向かえるようになることが可能となれば、それに科学技術を正しく活用することが、精神的に豊かで躍動的な社会を実現していくための鍵となり得る。特に、「こころ豊かな状態：幸せ」を、科学技術を用いて目指すことは挑戦的なテーマであり、その際、「こころの安らぎの増大」(ネガティブな状態からゼロへの遷移)、「こころの活力の増大」(ゼロからポジティブな状態への遷移)が重要である。

来たるべき 2050 年の未来社会の実現を目指して、1. のとおり、「個々のこころの状態理解と状態遷移」、「個人間・集団のコミュニケーション等におけるこころのサポート」の2つのターゲットが想定される。それらに対応するより詳細な研究領域としては、図1に示すように「自分の中での、こころについて知る」、「集団・社会の中の、こころについて知る」、「こころと深く結びつくものを知る」、「こころの状態遷移について知る、応用する」が挙げられる。これらに関係する様々な技術要素や異なる研究分野等の融合を図りながら研究開発を推進していくことが、ターゲットの実現のために必要である。

また、これらの「こころ」に関する新しい技術やその前提となる考え方については、社会との関係性についての検証・検討が必要であり、倫理的・法的・社会的課題(ELSI)に対する対応が必須である。他方、ELSI について十分に検討を行いつつも、研究成果の産業化やサービス化等を通じて、開発技術の社会実装を推進することも重要な技術事項となる。

以上により、「個々のこころの状態理解と状態遷移」、「個人間・集団のコミュニケーション等におけるこころのサポート」、「ELSI」を推進すべき挑戦的な研究開発の分野・領域とする。

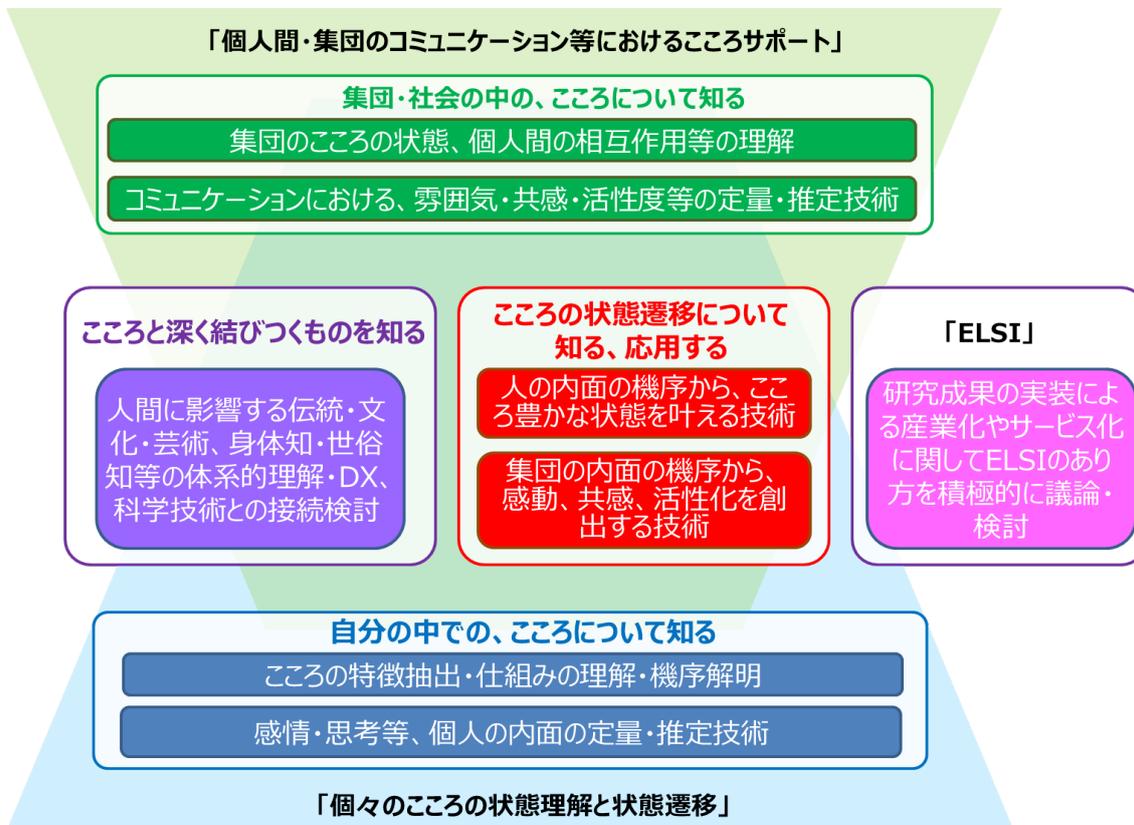


図1. こころの安らぎや活力を増大することで、精神的に豊かで躍動的な社会を実現するために必要な研究開発の主な分野・領域

(2) 目標達成に当たっての研究課題

ムーンショット型研究開発プログラムにおいては、図1に示すとおり推進すべき挑戦的な研究開発の分野・領域を定めた上で、ムーンショット目標である、「こころの安らぎや活力を増大することによる、精神的に豊かで躍動的な社会」の実現に貢献する挑戦的な研究開発を進める。なお、最も効率的かつ効果的な手段を取り得るよう、最新の科学的動向を調査し研究開発に活かす。

具体的には、以下の研究開発要素・課題が考えられる。

<全体>

人間の「こころ」とは形が無く、客観的に把握しづらい対象である。人文社会科学では主に、心理学や哲学、社会学等において、定性的(質的)分析にもとづく言語化により「こころ」にアプローチする研究が行われてきた。他方、自然科学では主に帰納的かつ定量的な分析により「こころ」の解明が進められてきた。「こころ」を体系的に解明

するには、演繹的・帰納的手法、主観的・客観的視点、定性的・定量的観点など、多角的・多元的な分析を行っていく必要があるが学問分野ごとの視点や手法の隔たりゆえにそれほど進んでこなかった。そのような状況の中、脳神経科学やデータ科学等の進展により、主観的情報をも定量的に扱おうとする研究が行われるようになるなど、「こころ」の研究を巡る状況は近年大きく変わりつつある。

また、科学技術・イノベーション政策として、人文社会科学特有の価値発見的な視座が、社会課題解決の手がかりとして必要なものとされている。人文社会科学及び自然科学が、相互の強みを必要としている状況であり、異分野連携にもとづく“総合知”をもって「こころ」の研究に積極的に取り組んでいくべき状況となっている。

なお、本目標で対象とする「こころ」の安らぎや活力に特化した客観的な指標はまだ存在しておらず、それらを定量的に表現することができていない。そこで、本目標全体で「こころ」の活力や安らぎに関する(定性的な価値基準を踏まえた上での)定量的な共通指標を策定し、その後の研究開発の方向性に反映していくことが必要である。その際、人間の感情や感性、認識等、多様な個性を考慮し、常に柔軟な見直しを行いつつ、多様な指標軸を設定していくことが求められる。

<個々のこころの状態理解と状態遷移>

「こころ」の特徴抽出、仕組み等について、最先端の計測工学、情報科学、脳・神経科学といった生命科学等の科学技術の知見を融合して活用しながら、これまでにない挑戦的な手法や考え方により、その理解を進めることが必要である。

更に、「こころ」の変化の機序解明等を通して、こころに安らぎを与えたり、活力を増大させたりする技術の開発に繋げる必要がある。その際、文化、伝統、芸術、身体知、世俗知等の知見の中から、人の「こころ」と深く結びつく要素の抽出やその測定を行う等、自然科学以外の知を組み合わせ、「こころ」の状態解明の研究、状態遷移技術の開発も推進する必要がある。

<個人間・集団のコミュニケーション等におけるこころのサポート>

これまでにない挑戦的な新しい発想による人文社会科学と自然科学における最先端科学技術との組合せや連携等により、複雑化している社会生活(コミュニケーション等)において、多様性の受容、感動・感情の共有、「こころ」の活性化等を可能にし、人に気づき、学び、ケア等を与えるための技術やサポート技術を創出・提供するための社会実装を念頭に置いた研究開発を推進する必要がある。

<ELSI>

以上に加えて、(1)で述べたとおり研究開発の実施やその成果等が経済や社会への影響についての検討も不可欠である。研究成果が社会実装された場合の影響や

問題について、産学の視点、さらに一般市民の目線に基づいた総合的な議論を着実に進めることが重要である。特に社会実装に対して、将来を見据えた上での倫理的・法的・社会的課題(ELSI)について、様々な分野の研究者や有識者が参画し、専門家としての視点のみならず一般市民の目線で、具体的かつ建設的な議論を実施できる体制を構築することが必要である。また、一般市民が研究開発の現状や方向性を十分に理解できるよう情報を公開しつつ、対話を伴った研究開発の実施を検討することとする。

(3) 目標達成に向けた研究開発の方向性

<ターゲット>を達成するため、(1)(2)を踏まえた研究開発の方向性は以下のとおり。

<ターゲット>

(「個々のこころの状態理解と状態遷移」、「ELSI」関係)

○ 2030年

・こころと深く結びつく要素(文化・伝統・芸術等を含む。)の抽出や測定、こころの変化の機序解明等を通して、こころの安らぎや活力を増大する要素技術を創出する。加えて、それらの技術の社会実装への問題点を幅広く検討し、社会に広く受容される解決策の方向性を明らかにする。

○ 2050年

・こころの安らぎや活力を増大し、こころ豊かな状態を叶える技術を確立する。

(「個人間・集団のコミュニケーション等におけるこころサポート」、「ELSI」関係)

○ 2030年

・人文社会科学と技術の連携等により、コミュニケーションにおいて多様性の受容や感動・感情の共有を可能にする要素技術を社会との対話を広く行いながら創出する。

○ 2050年

・共感性・創造性を格段に高める技術を創出し、これに基づいたこころのサポートサービスを世界に広く普及させる。

<全体>

「こころ」は多元的であり、分子、神経、神経ネットワーク、情報伝達の仕組み、機能、主観(個人)、社会(集団、環境)などの様々な次元から分析をしていく必要があり、一元的なアプローチのみでは「こころ」を総合的・体系的に捉えきれない。分子レベルでの生物学的な機序解明から社会的・環境的要因による「こころ」の動きの解明に至るまで、多層的かつ総合的な視点をもって、様々な事象の関係性を探索していく必要が

ある。そこで見いだされた相関関係、因果関係を照らし合わせながら、より本質的に「こころ」を探究していきつつ、学術分野を横断した連携・融合を進める等、新たな研究領域の開拓にも挑戦することが求められる。

<個々のこころの状態理解と状態遷移>

2030年までに、人間の内面状態を外部から推測できるようにするための様々な情報(言語情報および非言語情報、センサーや計測機器を用いて計測した生体情報等)に基づく「こころ」の状態の解明、大量なデータの解析技術や人工知能等による「こころ」のシミュレーション、人間の「こころ」に深く関連する脳・神経科学を用いた「こころ」の細部や機序解明、五感や意識を刺激する装置やシステム、「こころ」と身体の相互作用の理解などを行い、「こころ」の変化の機序解明を目指す。2040年までに、この機序解明を活用した「こころ」の状態遷移技術等、「こころ」の安らぎや活力を増大させる技術の創出等を目指す。2050年までに機序解明と要素技術から、精緻にこころのありたい状態を叶える技術の創出を目指す。

なお、2050年の将来像を達成するためにどのような研究成果が必要か、その成果を生み出すためにはどのような研究の流れが必要かというような、バックキャストの観点から戦略的なポートフォリオを設定することとする。

<個人間・集団のコミュニケーション等におけるこころのサポート>

人間の内面状態の推測に資する情報等を活用し、個人間のコミュニケーションや集団の社会生活を円滑にし、「こころ」の安らぎや活力を増大させ、「こころ」豊かな状態を叶えるための技術やサービスを創出・提供するため、2030年時点においては、社会活動(コミュニケーション等)において多様性の受容や感動・感情の共有を可能にする要素技術の創出を目指す。また、2040年までに、創出された要素技術の組み合わせ等を行って一定のレベルを満たした上で、個人間・集団のコミュニケーションをサポートする技術をサービスの形で公開・実証を行い、社会に研究成果の実装結果の価値を訴えていくこととする。2050年までには、多様な社会集団の中で、感情・感動を共有できるコミュニケーションサポート技術等を創出し、これに基づく「こころ」のサポートサービスを広く普及させることを目指す。

<ELSI>

(2)のとおり、研究成果の実証試験等を行う際には、社会との対話、ステークホルダーとの検討を行う等、透明性をもった進め方が必要である。また、将来の社会実装の際には、社会におけるメリット・デメリットの検討や情報共有も必要であり、これらELSIを解決するための調査検討を研究開発の初期段階から実施する。

図2に、本研究開発構想の実現によりムーンショット目標の達成を目指すための研究開発の方向性を示す。

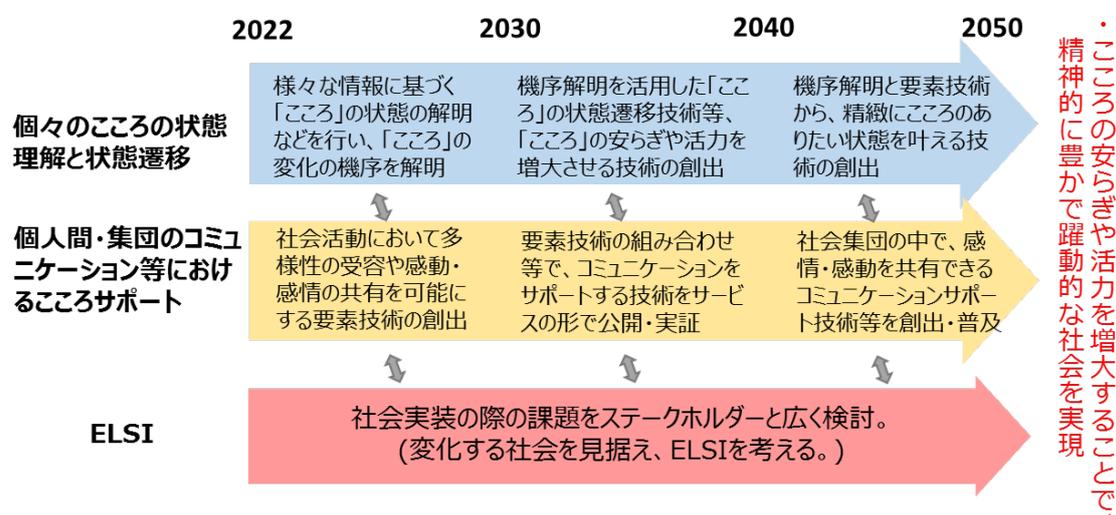


図2. 2050 年に向けた研究開発の方向性

なお、上記の研究開発を進めるにあたり、自然科学分野及び人文社会科学等の知見を幅広く連携・融合するためにも、野心的なアイデアを国内外から幅広く集める取り組みが必要である。まずは、研究開発プロジェクト同士の垣根を越えた活発な情報交換・議論や、複数のプロジェクトに共通する課題について共同で検討する枠組みを適宜構築するなど、本目標の達成に向けて、研究開発推進上の工夫を図っていくべきである。その上で、本目標全体で「こころ」の安らぎや活力に関する共通指標の策定や、創出された技術についての標準化の検討などの活動に繋げていくこととする。

また、プログラム全体として、様々な知見やアイデアを採り入れるとともに、ステージゲートを設けて評価をしながら、目標達成に向けた研究開発を推進する。ここで、当初から個別の研究開発プロジェクトにて必要な要素を全て取りそろえて連携・融合させていくことは必ずしも必要ではないと想定されるため、個別の研究要素が異分野研究分野での連携・融合に資するレベルと見込まれるのか、有機的な連携・融合による本格的な研究開発を行って大きな成果が見込まれるのか、等について検証するために、当初から大規模な実証を行うのではなくフェジビリティスタディを実施して段階的に進めていくことが適当である。また、研究開発にあたっては、大学等の公的研究機関に限らず、製品やサービスを生み出す民間企業(大企業、中小企業、ベンチャー等)や社会課題に直面する教育関係機関・医療機関等、各所から様々な知見やアイデア等を積極的にとり入れることが望ましい。

＜参考：目標達成に向けた分析＞

ムーンショット型研究開発事業ミレニア・プログラムにおける調査研究活動等において分析された内容を、要約して以下に示す。

(1) 目標に関連する分野・技術群の構造

図3は、「個々のこころの状態理解と状態遷移」及び「個人間・集団のコミュニケーション等におけるこころのサポート」を実現するために必要な要素技術を、「自分の中での、こころについて知る」、「集団・社会の中の、こころについて知る」、「こころの状態遷移について知る、応用する」、「こころと深く結びつくものを知る」に分類して示したものである。情報科学、ライフサイエンス、材料科学、計測工学といった自然科学のほか、認知科学、心理学、といった人文社会科学等の様々な研究分野において、必要な技術要素の研究開発を行うとともに、こころと深く関連する要素（文化・伝統・芸術等）において蓄積された知見等も活用してそれらとの統合も狙うという、挑戦的な研究開発活動が求められる。



図3. 「こころの解明と状態遷移」及び「個人間・集団のコミュニケーション等におけるこころのサポート」に関連する主な分野・技術群の構造

(2) 関連する研究開発の動向

人の「こころ」に係る科学としては、古くから心理学をはじめとする人文社会科学が、その仕組みの解明に取り組んできた。その中で心理学においては、古くより人間の行動を深く観察してこころの挙動を推測することや、様々な質問を被験者に投げかけ、その回答内容を分析すること等によって、人間のこころの挙動について様々な発見がなされてきた。その中で、他の研究分野との融合等により、基礎心理学(社会心理学、実験心理学、進化心理学、発達心理学、認知心理学、等)、応用心理学(教育心理学、臨床心理学、産業心理学、政治心理学、司法心理学、等)がそれぞれ研究領域を発展させてきた。

ただし、こうした人文社会科学的手法においては、人間の中にある機序との関連までは解明できていないことがあるなど、自然科学的手法との距離があった。特に我が国においては、心理学の研究室が文学部に設置されることが多く、理工学的な研究開発が進みづらかった部分があったとも考えられる。また、他の分野とも共通する課題ではあるが、再現性が乏しいことについても課題があった(再現性については2015年に過去の100件の心理学実験を検証したところ、64%は再現できなかったという研究事例もある)。

しかし、科学技術の発達により、人間のこころに対するアプローチは大きく変容してきた。主には、(A)人間からのデータを取得するためのセンサー技術や計測技術・機器の向上、(B)大量データの解析技術や人工知能等に関わる情報科学の急速な進展、(C)人間のこころに深く関連する脳・神経科学における研究の発展とそれらを用いた「こころ」を探るための知見や手法が次々と生み出されてきたこと、等が挙げられる。

(A)においては、半導体技術等の発達により、センサーに用いられるデバイスの微細化・小型化・薄型化がいまなお進展している。近年は、塩粒程度の大きさのコンピュータデバイスや、粉末サイズのデバイスを作成しようという取組も行われてきている。これらにより、生体信号を捉えるセンサーを、生体への負担を軽減し、さらにその存在を意識せずに使用すること等を可能にすることで、「こころ」の状態をより深く探ることの実現に近づけられると考えられる。また、人間の脳の活動を探るための計測技術として、fMRI(機能的核磁気共鳴画像法: functional Magnetic Resonance Imaging)やNIRS(近赤外線分光法: Near-Infrared Spectroscopy)が生み出されてきたことも、研究開発の状況を変えていく大きな要因であった。fMRIによる計測は精度が高いが、非常に大規模な機器・施設による計測機器であるため、今後は小型化や携帯可能性の向上、また、生体への負担が極めて少ない計測手法・技術・機器の開発が、特に重要になると考えられる。

(B)については、ビッグデータ、人工知能、画像認識技術等に代表されるように、情報科学技術が進展している。人工知能研究の進展は認知科学を生み、それが心理

学に影響して認知心理学が生まれたという歴史的背景もあり、「こころ」の研究との関連は今後も深まると想定される。その中において、1990年代から提唱されている「Affective Computing」は、機械に人の感情を理解させる、機械を感情的に振る舞わせる、機械に感情を持たせることを基本的目標とするものとして、感情という人類の社会的生活の基盤ともいえる複雑で重要な対象を機械に扱えるようにしようとするものである。まだ日が浅い技術分野であるが、2020年時点で「感情認識関連製品」として、表情、言語、音声等を入力データとする29事例が挙げられるという調査報告もあり、一定の進展が見られる。また、我が国においても、日本電気(株)、富士通(株)、島津製作所(株)、沖電気工業(株)等の民間企業が感情推定技術について、大学等と連携をしながら、サービス提供、実証試験、共同研究等を実施している。いずれも、比較的単純な生体データからの感情推定が多く、今後はより複雑なマルチモーダルな計測・推定技術等により、複雑な感情を推定する技術が発達するものと考えられる。

(C)については、古くから研究されてきた分野であり、日本は脳・神経科学に伝統的に強みがあるとされてきている。約10年前に文部科学省にて検討された『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～総合的人間科学の構築と社会への貢献を目指して～(第1次答申)』(平成21年6月23日科学技術・学術審議会)においては、「自然科学と距離があると考えられてきた哲学、心理学、教育学、社会学、倫理学、法学、経済学等の人文社会科学の領域に加えて、芸術等の諸領域を含むあらゆる人間の精神活動の所産である文化が、脳科学研究の対象となり得る。」と考えられ、人文社会科学等との異分野融合研究を進めるべきとなったが、挑戦的な内容であり、当時に構想されたとおりに進んでいないところもあった。その後、日本学術会議の提言『脳科学における国際連携体制の構築(2017年)』において、「現代の脳科学は記憶、学習等の個人のこころの重要な構成要素の仕組みを解明できる段階に差し掛かっており、これまでは哲学や社会学あるいは文学や芸術の範疇であったこころ及びこころとこころの関わりの問題に踏み込む段階に、脳科学は達しつつある。脳科学は脳機能の生物学的・計算論的基盤を解明するだけでなく、経験的社会科学との間に幅広い研究交流の間口を持つことにより、人間社会と経済に対して大きな影響を与えるようになる」とあるように、脳科学と人文科学の学際的研究ができる状況になってきつつあると考えられる。これは上述のfMRI等の技術発展もあるが、米国のBrain Initiative等による研究開発への投資によって、脳・神経に関する知見が多数得られるようになってきていることも関連すると推察される。また、近年、「こころの状態遷移」に関連する技術として、「ニューロフィードバック」「オプトジェネティクス(ただし、動物実験が対象)」等が注目されており、今後も「こころ」に関連する研究開発との関係が深まっていくと想定される。

これら(A)～(C)のように、またそれらに限らず、「こころ」にアプローチするための科学技術は発展しているが、一方で「こころ」の複雑性をも明らかにしている。そこで、個

別の技術や研究に留まるのではなく、多くの研究や技術との連携による取り組みが重要である。とりわけ、古来より人間のこころに向かい合ってきた人文社会科学の知見との連携に、大きな可能性があるのではないかと考えられる。

なお、様々な分野と共通する要素であるが、サイバー空間とフィジカル空間を高度に融合した「cyber physical system (CPS)」は、近年、急激に拡大した分野であり、また、今後、各分野の研究成果が CPS と関連すると考えられる。関連する論文数の解析を行うと、論文数も近年、急速に増加していることが分かるが、その中で我が国は数量としては多くない。しかし、CPS に「こころ」に関係するような検索語「psychology」「mind」「mental」を組み合わせると、国内外における論文の数が大幅に減少する。これは、CPS において、「こころ」の要素を組み込んだ研究があまり無く、今後の進展の可能性を想起させるものである。

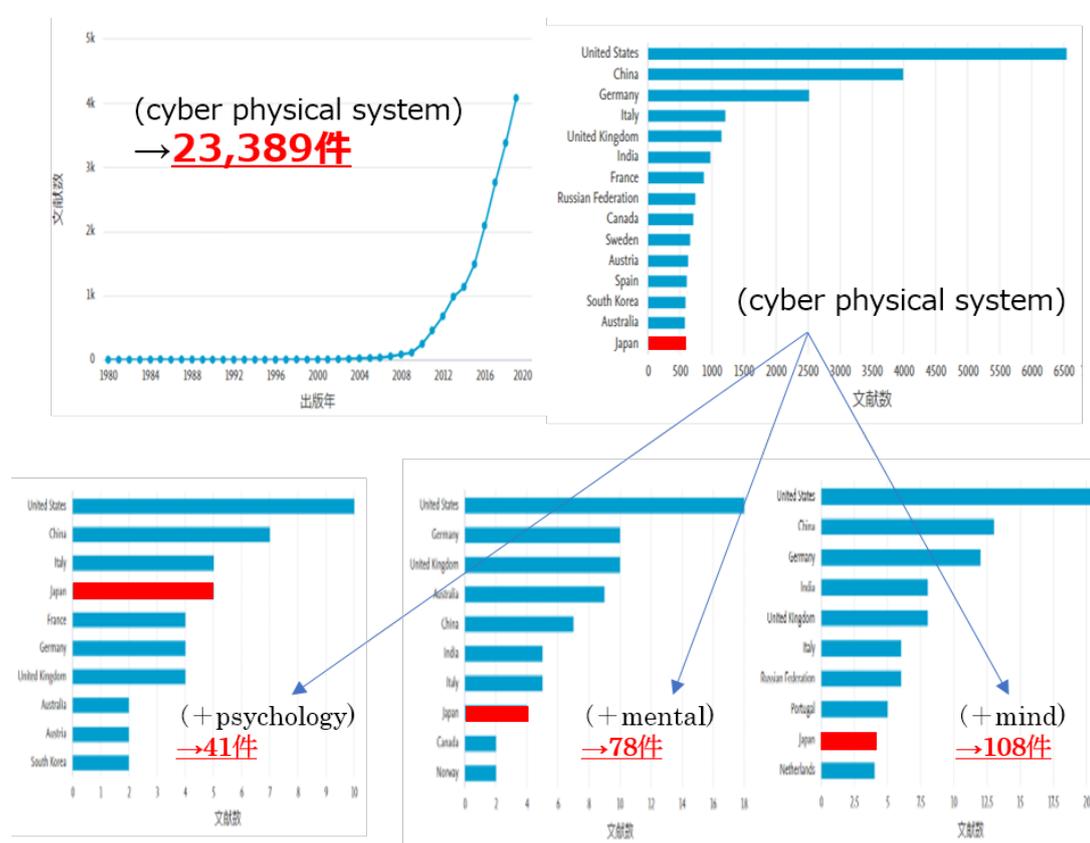


図4. 「cyber physical system」関係キーワード毎の文献動向
(出典)エルゼビア Scopus カスタムデータを元に JST 作成

総じて、「こころ」について科学技術を用いて迫り、その安らぎや活力を増大する取組について構想できるような時機になっていると考えられるが、「こころ」及びその安らぎや活力といった要素は形の無いものであり、定量的・定性的方法ともに、計測・推

定・評価等に繋がる技術の確立が見えてきているわけではない。「こころ」の状態を知るための生体から有用なデータを取得する技術、得られたデータを効率的・効果的に解析できる技術等と、それらを組み合わせる取組事例が多数創出されていくと予想されるが、それらを適正に比較できるようにする取組や共通指標の検討、標準化等が重要になっていくと考えられる。また、これらの研究成果の社会実装には、技術の有効性検証等のために、関連する生体内の機序の理解・解明が必要になることもあり、それに対応する研究開発も重要な要素となる。なお、個々人から取得したデータを集め、ビッグデータとして共用する研究も多々あると考えられることから、個人情報等の情報の取扱や、社会との関係については、慎重に注意を払う必要がある。

(3) 日本の強み、海外の動向

図5に、「こころ」の研究に関連すると考えられるキーワードにて文献数を検索・解析した結果を示す。

まず、センサーやデバイス関連である「MEMS」「生体信号」「非接触計測」「ウェアラブルデバイス」「センサー・デバイス・人間」については、いずれも日本は3, 4位の位置づけにいる。また、生体の中で刺激を受け取り、反応する「脳・神経」や、インターフェースとなる「感覚器」「感覚神経」「末梢神経」「触覚(ハプティクス)」の位置づけは同様に、もしくはそれ以上に高い。

ただし、図6のとおり、「感情計測・評価技術」について分析してみると、上記に比べて欧米との差はある。これは、個別の技術については、日本に強みがある要素は存在しているが、それらを組み合わせたシステム化に課題がある可能性がある。ただし、組成を見ると、日本には「コンピュータサイエンス」「工学」「数学」が多いという特徴があり、こうした点を活かしていける可能性はあると考えられる。

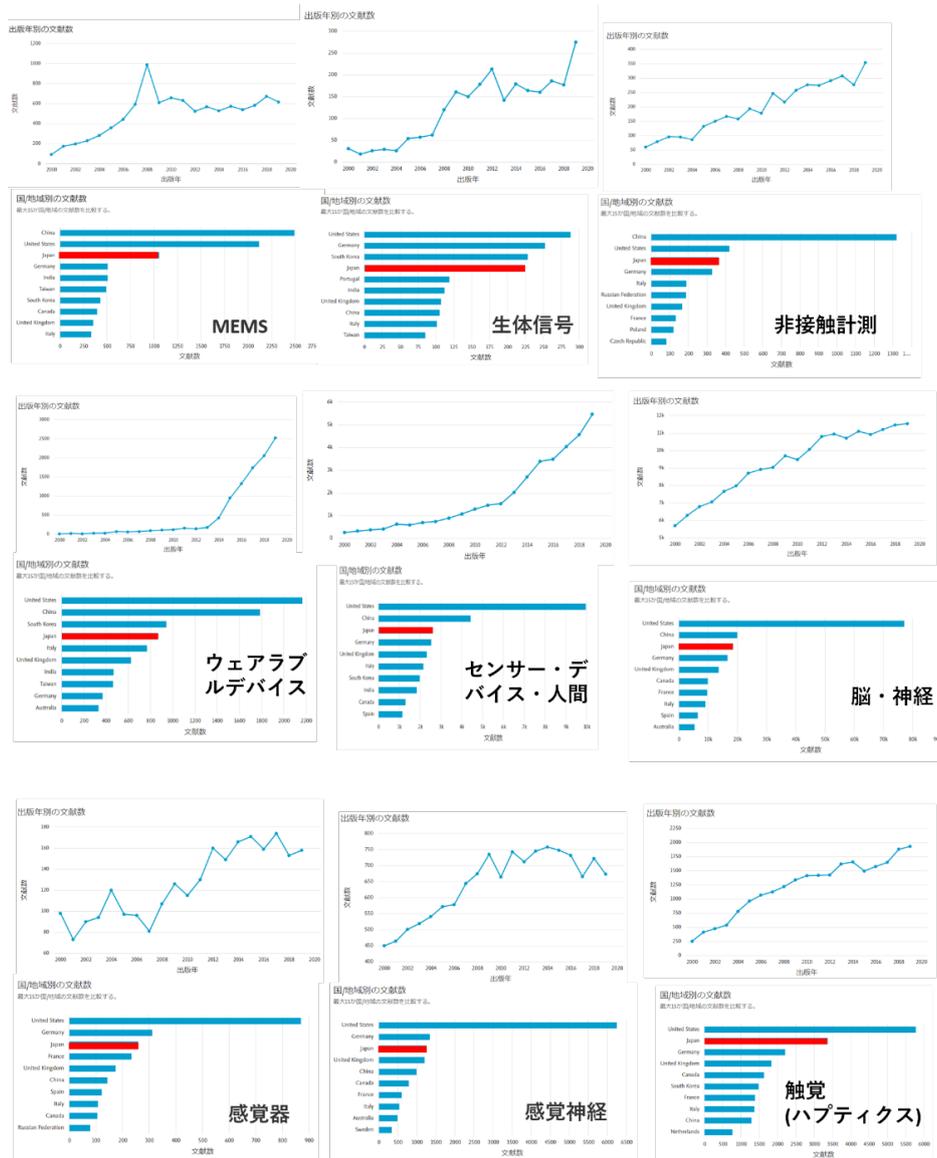


図5. 「ココロ」関係キーワード毎の文献動向
 (出典)エルゼビア Scopus カスタムデータを元に JST 作成

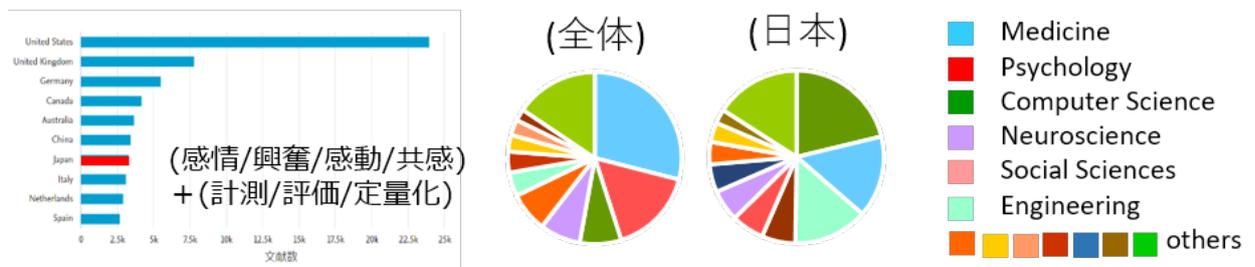


図6. 「感情計測・評価技術」関係の文献動向
 (出典)エルゼビア Scopus カスタムデータを元に JST 作成

表1は、CRDS 研究開発の俯瞰報告書より、関連する技術分野の国際比較をまとめたものである。本目標は非常に幅広い技術分野が関連する。

米国は、基礎研究、応用研究開発とも全般的に優位である部分が多く、また上昇傾向にある箇所も目立つ。また、欧州も米国ほどではないが、基礎研究・応用研究開発ともに、幅広く強みが認められる。一方、中国については、顕著な活動・成果が見えていないところもあるが、政府の国策による研究開発投資もめざましいことや一部の分野では実用化が強力に進んでいるところもあり、今後、状況は大きく変わると考えられる。

日本については各項目を見ると、特に基礎研究のフェーズについて優位な箇所が多いが、応用研究・開発フェーズに比較的弱みがあると考えられる。ただし、本目標にて取り組まれる研究開発については、異分野連携・融合にて進められていくべきと想定されるため、要素技術にて強みがあるものを活用しながら、新しい取り組みを進めていくことには、十分可能性があると考えられる。

表1. 関連する技術分野の国際比較

	国・地域	日本		米国		欧州		中国	
	フェーズ	基礎研究	応用研究・開発	基礎研究	応用研究・開発	基礎研究	応用研究・開発	基礎研究	応用研究・開発
バイオ計測・診断デバイス	現状	○	○	◎	◎	○	○	◎	○
	トレンド	→	→	↗	↗	→	↗	↗	↗
バイオイメーjing	現状	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○
	トレンド	→	→	↗	↗	→	→	↗	↗
新機能ナノエレクトロニクスデバイス	現状	○	○	◎	◎	◎	○	○	○
	トレンド	→	→	→	→	→	→	↗	→
MEMS・センシングデバイス	現状	○	○	◎	◎	◎	◎	○	○
	トレンド	→	↘	→	→	→	→	↗	↗
意思決定・合意形成支援	現状	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	△
	トレンド	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	→
データに基づく問題解決	現状	○	○	◎	◎	○	○	○	◎
	トレンド	↗	↗	↗	↗	↗	→	→	↗
計算脳科学	現状	◎	○	◎	◎	◎	◎	◎	○
	トレンド	→	→	→	→	→	→	↗	↗
認知発達ロボティクス	現状	○	○	△	△	○	○	△	△
	トレンド	↗	↗	→	↘	→	→	↘	↘
社会におけるAI	現状	◎	○	◎	◎	◎	◎	△	△
	トレンド	→	↗	→	→	→	→	→	↗
ヘルスケアIoT(ウェアラブル・生体埋め込み計測)	現状	○	○	◎	◎	◎	○	○	◎
	トレンド	→	→	→	↗	→	→	↗	↗

脳・神経	現状	◎	○	◎	◎	○	○	△	△
	トレンド	→	→	→	→	→	→	↗	↗
トランススケールイ メージング	現状	◎	○	○	◎	◎	◎	○	○
	トレンド	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗
BMI・BCI	現状	△	○	○	○	○	○	△	△
	トレンド	→	↗	↗	→	→	→	↗	↗

(出典)JST CRDS「研究開発の俯瞰報告書(2021年)(ナノテクノロジー・材料分野)」

「研究開発の俯瞰報告書(2021年)(システム・情報科学技術分野)」

「研究開発の俯瞰報告書(2021年)(ライフサイエンス・臨床医学分野)」

(註 1)フェーズ 基礎研究フェーズ : 大学・国研等での基礎研究の範囲

応用研究・開発フェーズ : 技術開発(プロトタイプの開発含む)の範囲

(註 2)現状 ※我が国の現状を基準にした相対評価ではなく、絶対評価である。

◎: 特に顕著な活動・成果が見えている、○: 顕著な活動・成果が見えている、

△: 顕著な活動・成果が見えていない、×: 活動・成果が見えていない

(註 3)トレンド ↗: 上昇傾向、→: 現状維持、↘: 下降傾向