



 **TSC Foresight**

Innovation Outlook

Version 1.0 増補版

ブレインテック・ニューロテック

2026年6月

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構
イノベーション戦略センター

目次

[1]ブレインテック・ニューロテック	1
3-7-1[1] ブレインテック・ニューロテックとは	1
3-7-2[1] 解決すべき社会課題(M)	2
3-7-3[1] 社会課題の解決に向けて取り組むべき領域(F): 脳・神経の機能回復・拡張や人機協働を実現するブレインテック・ニューロテック	4
3-7-4[1] 取り巻く国内外の市場・技術・政策動向	7
(1) 市場動向	7
(2) 技術動向	9
(3) スタートアップ(SU)の動向.....	13
(4) 政策動向	16
3-7-5[1] 取り組むべき具体的手段(T)のテーマ例	22

[1]ブレインテック・ニューロテック

3-7-1[1] ブレインテック・ニューロテックとは

ブレインテック・ニューロテックは脳(Brain)又は神経(Neuro)と技術(Technology)を組み合わせた造語である。OECD では神経技術(Neurotechnology)を「神経系の構造と機能へのアクセス、監視、調査、評価、操作及び模倣するために使用される装置及び手順」と定義している¹。これを踏まえ TSC では、ブレインテック・ニューロテックを、脳・神経活動を計測・解析し、それらのデータを活用してアプリケーションや製品に応用する技術群として定義する。

¹ Responsible innovation in neurotechnology enterprises
https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2019/10/responsible-innovation-in-neurotechnology-enterprises_2d346c46/9685e4fd-en.pdf (2026年3月閲覧)

3-7-2[1] 解決すべき社会課題(M)

本節は、TSC が策定した Innovation Outlook Version 1.0 に基づき、特に人々の「多様な幸せ(ウェルビーイング)」の実現に不可欠なブレインテック・ニューロテックに着目し、それによって解決しうる社会課題の特定を行った。

ブレインテック・ニューロテックには、BMI(Brain Machine Interface:ブレイン・マシン・インターフェース)、脳・神経刺激デバイス、神経活動モニタリングシステムなどが含まれ、脳・神経疾患の早期診断、症状の緩和、リハビリテーションの効率化に貢献することが可能な技術であり、また医療・介護人材の不足を補う技術としても注目されている。さらには、医療・リハビリにとどまらず、教育、エンターテインメントまで幅広い応用が期待されている。

我が国は世界で最も高齢化が進んだ国の一つであり、認知症やパーキンソン病などの脳・神経系疾患を抱える患者数が増加し、今後も増加していくと推計されている(図 3-7-1-1)²。ブレインテック・ニューロテックは、こうした疾患の早期診断、症状の緩和、リハビリテーションの効率化に貢献することが可能であり、また医療・介護人材の不足を補う技術としても注目されている。

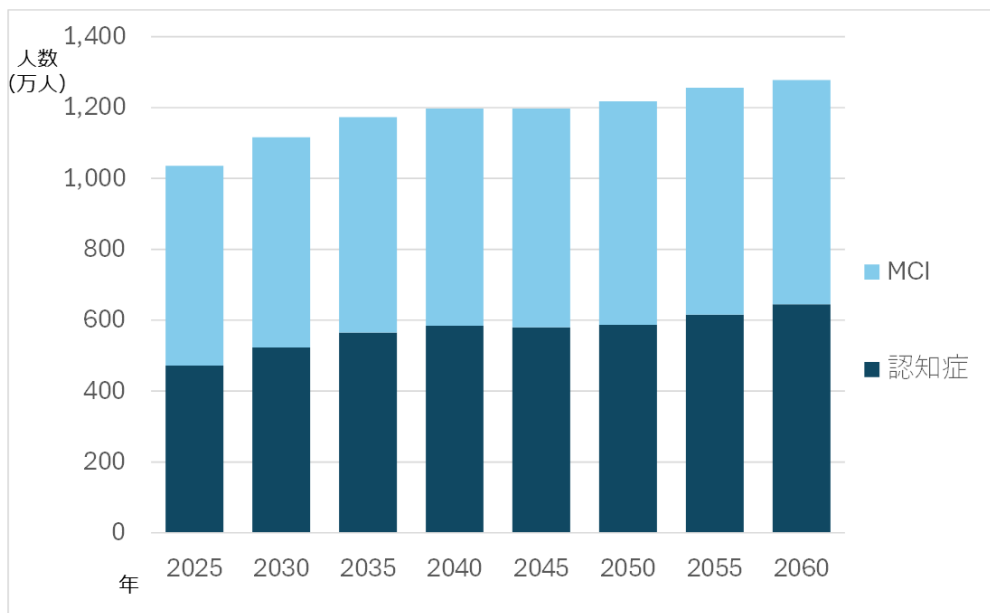


図 3-7-1-1 我が国における認知症及び MCI 患者数の将来推計

MCI:Mild Cognitive Impairment(軽度認知障害)

出所:認知症及び軽度認知障害の有病率調査並びに将来推計に関する研究報告書(九州大学)をもとに NEDO TSC 作成

TSC は、将来像レポート『イノベーションの先に目指すべき「豊かな未来」』で「実現すべき 12 の社会像」をまとめた。このうちブレインテック・ニューロテック領域は、日常生活のウェルビーイング実現に焦点を当てた以下の社会像の実現に大きく寄与する(図 3-7-1-2)。

² 認知症及び軽度認知障害の有病率調査並びに将来推計に関する研究

<https://www.eph.med.kyushu-u.ac.jp/jpsc/uploads/resmaterials/0000000111.pdf> (2026 年 3 月閲覧)

- ・「誰もが潜在能力を発揮し自己の理想を実現できる社会」:
個々人がもつ潜在能力を最大限に引き出し、自己実現を可能にする社会。
- ・「誰もが無理なく働き続けられる社会」:
高齢化や障害にかかわらず、社会活動や仕事に参画し続けられる社会。
- ・「快適で活力に満ちた社会」:
デジタル技術の進化により、個人の生活の質(QOL)と活力を向上させる社会。

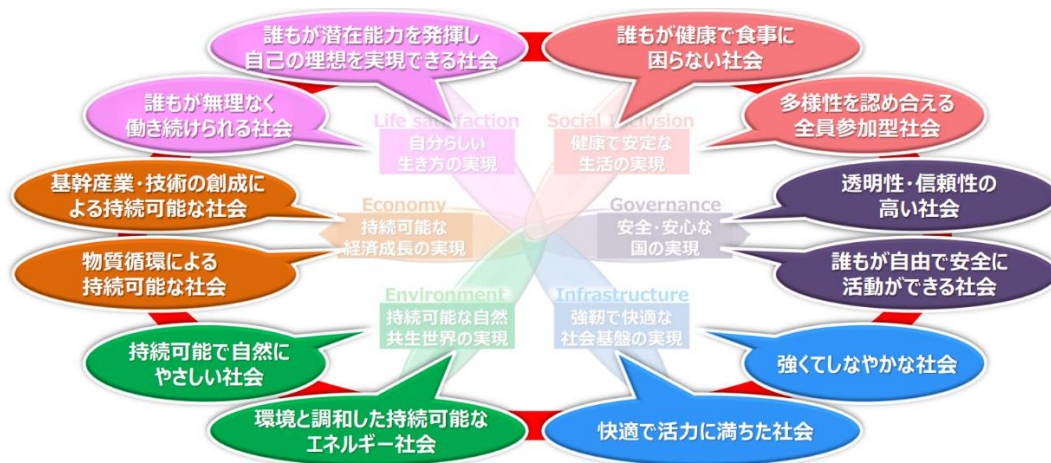


図 3-7-1-2 実現すべき 12 の社会像

出所:ノベーションの先に目指すべき「豊かな未来」(NEDO TSC、2021)

ウェルビーイングの実現に向けてブレインテック・ニューロテック領域が貢献すべき主要な社会課題は、Innovation Outlook Version 1.0 のデジタル分野及びバイオエコノミー分野に記した「働き方改革、労働人口減少への挑戦」「自己の理想実現、未開・限界への挑戦」そして「健康寿命の延伸」である。

特に、労働人口の減少は社会システムが機能しなくなるリスクをもたらし、国の産業競争力の低下のみならず、環境への影響やウェルビーイングの低下、社会インフラの脆弱化などのリスクとなる。ブレインテック・ニューロテックは、以下の課題解決に貢献する。

- ・労働力不足への対応:
「自動化・省人化・デジタル化」を推進し、人が行っていた作業をロボットや AI エージェントが代替すること、あるいは労働人口を増やす代替手段を構築する。
- ・機能の回復・補てつ:
運動や発話等の脳・神経が担っている機能の回復・補てつによって、健康寿命の延伸を可能にする。
- ・学習効率や生産性の向上:
パーソナル AI の活用等により、「個々に最適な学習環境」や「集中力を向上できる環境」を提供し、学習効率や労働生産性を向上する

3-7-3[1] 社会課題の解決に向けて取り組むべき領域(F):

脳・神経の機能回復・拡張や人機協働を実現するブレインテック・ニューロテック

上記の社会課題を解決するためのブレインテック・ニューロテックは、Innovation Outlook Version 1.0において、デジタル分野及びバイオエコノミー分野が特定した取り組むべき重点領域と強く関連する。今回両者を統合し、『ブレインテック・ニューロテック』領域のMFモデルとしてまとめた(図 3-7-1-3)。

デジタル分野では、『自動化・省人化・デジタル化』を取組むべき重要な領域として特定しており、それを実現する具体的な手段として、協働型多機能自律ロボットの開発を挙げている。このロボットは「バーバル及びノンバーバルなコミュニケーション」により人と協働することが想定され、「指示を理解し、計画実行して、複雑な問題を解決する自律型の AI」である AI エージェントが重要な役割を担うことが期待されている。そのためには身体機能を用いて実施する作業を代替するロボットとの連携を深め、日常生活や現場作業の効率化と機能拡張を図ることが必要で、これには BCI(Brain Computer Interface:ブレイン・コンピュータ・インターフェイス)や BMI も含まれる。

また、バイオエコノミー分野のフロンティア領域候補の一つとして特定されている「生体情報や環境情報の高度センシング及び生体や環境の制御」は、このブレインテック・ニューロテックの基盤となる。この領域は、ヘルスケアエコノミーへの貢献が期待されているが、その本質は腸内環境も含む生体情報を高度にセンシングし、適切な応答/制御を行うことであり、ブレインテック・ニューロテックに係る生体データの取得を支援する。

以上の事項を踏まえると、デジタル分野の「自動化・省人化・デジタル化」、バイオエコノミー分野の「生体情報や環境情報の高度センシング及び生体や環境の制御」がブレインテック・ニューロテックを介して融合することで、脳・神経情報の高度な計測・解析に基づく人の機能回復、能力拡張、人機協働が実現し、ウェルビーイングの向上と社会のレジリエンス強化につながるものと考えられる。

そこで、本増補版では『脳・神経の機能回復・拡張や人機協働を実現するブレインテック・ニューロテック』に取り組むべきフロンティア領域等として提案する。(図 3-7-1-3)

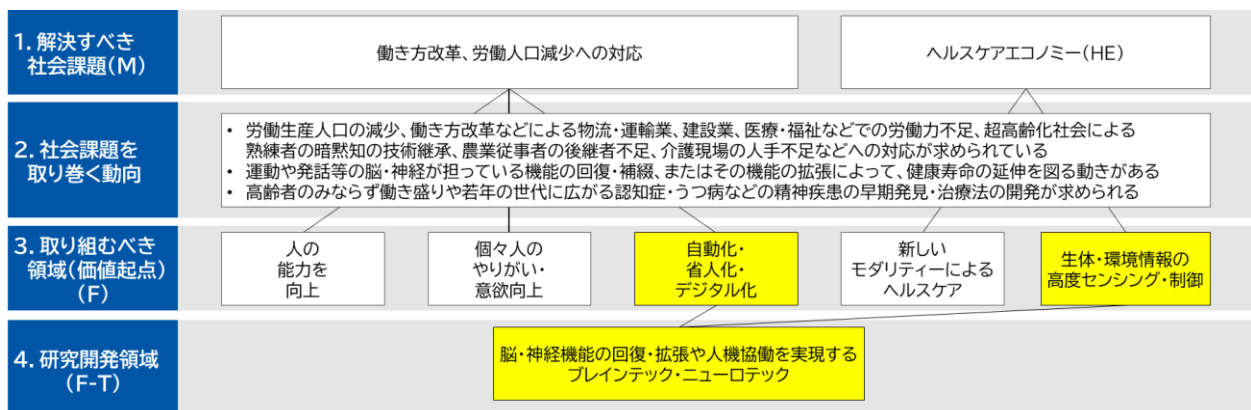


図 3-7-1-3 「ブレインテック・ニューロテック」領域の MF モデル

ブレインテック・ニューロテックは、図 3-7-1-4 に示すような、脳・神経活動を計測・解析し、それらのデータを活用してアプリケーションや製品に応用する技術群である。その周辺には、図 3-7-1-5 に示すように、脳基盤モデルや脳オルガノイド・ニューロモルフィックコンピューティングを含む範囲まで応用が進むことが期待されている。すでに、医療への応用にとどまらずマーケティング、人材育成、意思決定支援を含む企業活動全般への応用が試みられている。

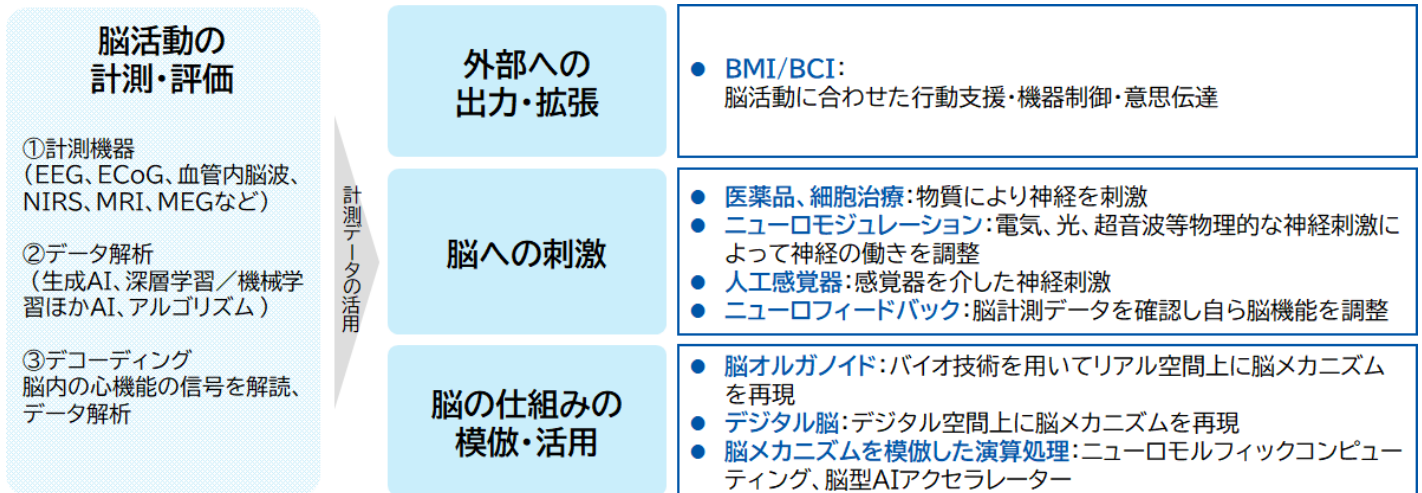


図 3-7-1-4 ブレインテック・ニューロテックの技術分野

出所:ブレインテック最新動向 2024(日本総研)³、脳神経機能の理解に基づく、応用技術(ブレインテック/ニューロテック)の研究開発の潮流と展望(JST 研究開発戦略センター)⁴
を基に NEDO TSC 作成

³ <https://www.jri.co.jp/page.jsp?id=107231> (2026年3月閲覧)

⁴ <https://www.jst.go.jp/crds/report/CRDS-FY2024-XR-01.html> (2026年3月閲覧)

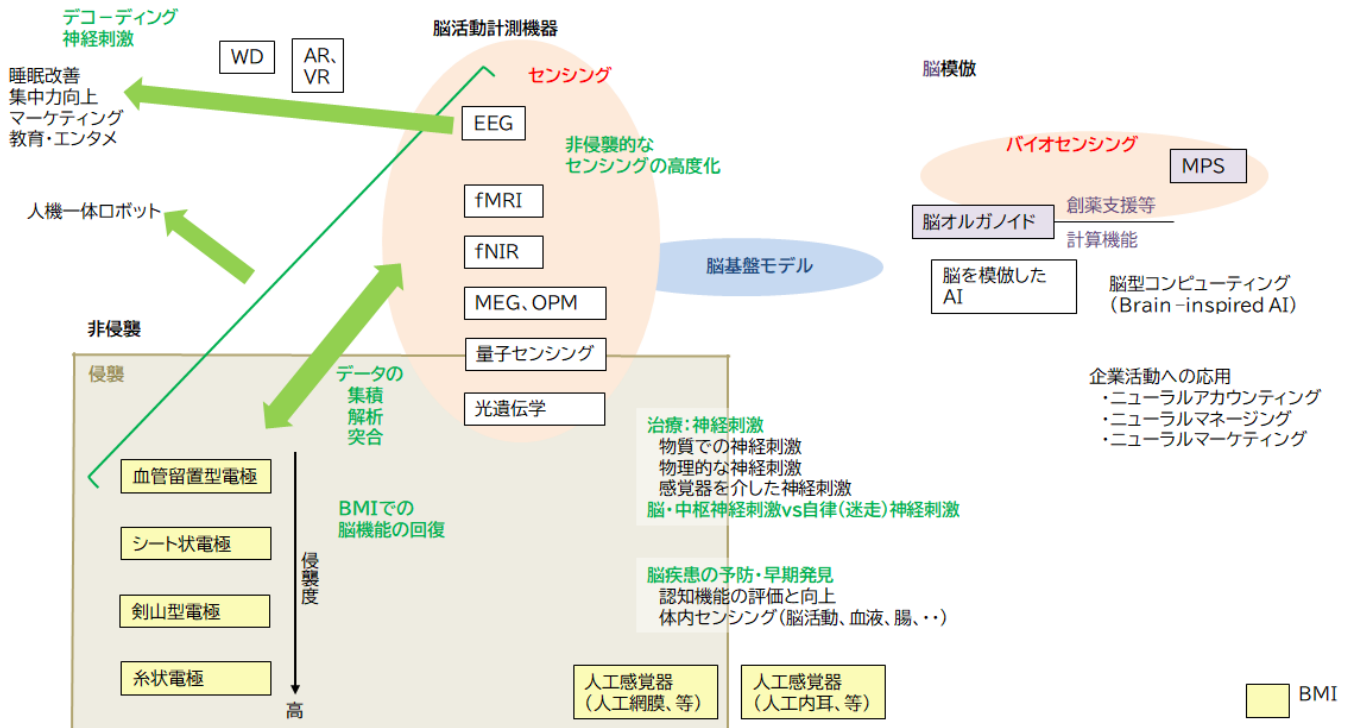


図 3-7-1-5 周辺領域を包含したブレインテック・ニューロテックの技術分野

注)WD:Wearable Device(ウェアラブルデバイス)、AR:Augmented Reality(拡張現実)、
VR:Virtual Reality(仮想現実)、EEG:Electroencephalography(脳波)、
fMRI:functional Magnetic Resonance Imaging(機能的核磁気共鳴画像法)、
MEG:Magnetoencephalography(脳磁図)、
OPM:Optically Pumped Magnetometers(光ポンピング磁気センサー)、
MPS:Microphysiological System(生体模倣システム)

3-7-4[1] 取り巻く国内外の市場・技術・政策動向

(1) 市場動向

ブレインテック・ニューロテックは脳や神経を対象とする技術全般を指す用語であり、その応用は医療にとどまらずマーケティング、人材育成、意思決定などの活動やゲーム等の生活全般に及び非常に広範な市場が想定されている。未来には、生成 AI と同様に、人々の生活に欠かせない技術となる可能性を秘めている。

歴史的には、2000 年前後から米・欧・日を中心に脳科学に関する国家プロジェクトが開始され、並行して脳波計や MRI、PET などの測定機器が開発されてきた。

これらの研究開発の出口として、まず医薬品が挙げられる。精神疾患用の医薬品は多数開発されてきてはいるものの、薬効等は個人差が大きく、個人に適する医薬品を選定するのに時間がかかっている状況である。これがブレインテック・ニューロテックの進展によって個人に適する医薬品が事前検査等ですぐにわかるようになると、患者の QOL 向上につながり、服薬のコンプライアンスも向上すると考えられる。

次に医療機器が挙げられる。脳波計、MRI、MEG などの機器が開発され、医療現場での実用に供されている。事故等で脳が損傷を受けた患者または ALS(筋萎縮性側索硬化症)やパーキンソン病等が原因で身体が麻痺した患者の脳での思考を読み取り、外部機器を使用した意思伝達や神経刺激による運動機能等の回復・改善が試みられている。さらに、脳・神経への刺激伝達の方法として、神経細胞への電氣的刺激や視覚・聴覚を介した光・音での刺激が実用化されている。

脳研究により人の意思決定機構や嗜好形成過程の解明がなされつつあり、ビジネスでのマーケティングや意思決定支援に応用する動きもある。

これらの市場規模は図 3-7-1-6 のようにまとめられる。



図 3-7-1-6 想定市場の予想される成長(市場規模、年、CAGR:年平均成長率を示した)

出所:脳神経機能の理解に基づく、応用技術(ブレインテック/ニューロテック)の研究開発の潮流と展望⁵
 (CRDS、2024)及び各種調査資料を基に NEDO TSC 作成

⁵ <https://www.jst.go.jp/crds/report/CRDS-FY2024-XR-01.html> (2026 年 5 月閲覧)

また、その成長過程を考察すると以下のとおりとなる。

まず、初期には非侵襲的な計測データを基にした睡眠改善・集中力向上や人と機械のシームレスな協働(人機一体のコントロール)等での市場が確立していき、次に、より高度な非侵襲でのセンシング機器及びエンタメ等の非医療やヘルスケア産業における用途拡大が見込まれる。また、脳基盤モデルの社会実装が実現すれば、運動や言語の機能の回復・補てつにとどまらず、情緒安定や意思決定への科学的な知見を提供できることが期待される。さらに脳を模倣した計算機(ニューロモルフィックコンピューティング)は圧倒的な低消費電力を実現できるため、ゲームチェンジャーになりえる。

以上を総合すると、ブレインテック・ニューロテックの市場規模(世界)は、2035 年までに600 億ドル(≒9 兆円)規模に成長すると予測される(図 3-7-1-7)。

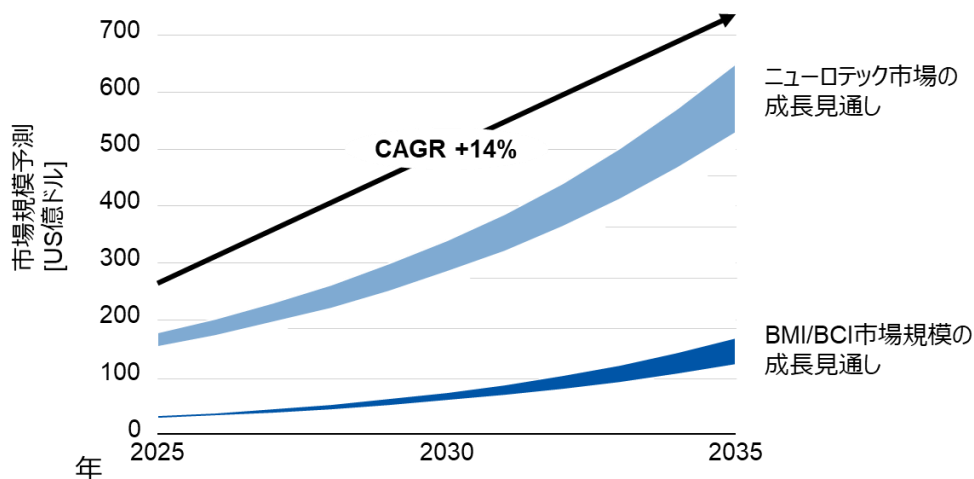


図 3-7-1-7 脳・神経関連市場(世界)の成長見通し

(2)技術動向

研究論文数は1990年以降右肩上がりに増加している(図3-7-1-8)。

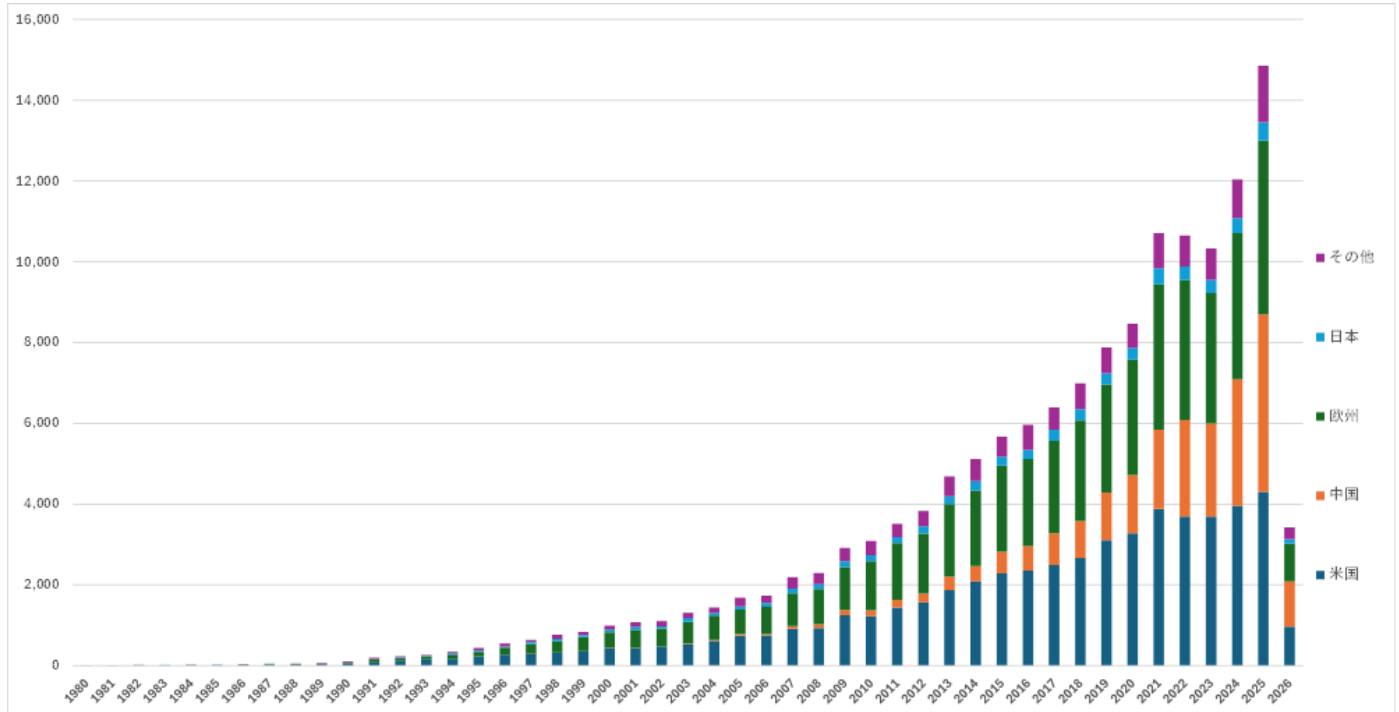


図3-7-1-8 脳神経科学関連論文数の推移

出所:Web of Science™での検索結果を基に NEDO TSC 作成

検索式(総説は除外):(neuromonitoring OR neuroimaging) OR ((BCI AND “brain-computer interface”) OR (BMI AND “brain-machine interface”)) OR (NeuroFeedback) OR (“Cognitive Assessment” OR “Cognitive Enhanc*”) OR (NeuroModulation) OR (Organoid AND (Brain or neur*)) OR (“Brain inspired” and compu*) OR (“foundation model” AND (Brain or neur*)) OR (decoding AND brain)、

検索日:2025/10/30、検索件数:138,214 件

順位	国/地域	件数	分野	論文数	構成	日本		
						論文数	割合	順位
1	USA	54,252	Neuromonitoring/ Neuroimaging	78,277	52%	3,0332	3.9%	11
2	PEOPLES R CHINA	22,465	Cognitive Assessment & Enhancing	21,073	14%	660	3.1%	8
3	ENGLAND	13,145	Neuro Modulation	18,952	13%	477	2.5%	14
4	GERMANY	12,138	BCI/BMI	13,353	9%	825	6.2%	5
5	CANADA	9,366	Decoding	9,784	7%	482	4.9%	5
6	ITALY	8,545	Neurofeedback	4,253	3%	196	4.6%	8
7	FRANCE	5,798	Brain organoid	2,149	1%	161	7.5%	4
8	JAPAN	5,688	Brain-inspired computing	2,126	1%	100	4.7%	9
9	AUSTRALIA	5,486	Brain foundation model	466	0%	7	1.5%	15
10	NETHERLANDS	5,332						
11	SPAIN	5,233						
12	SOUTH KOREA	4,235						
13	SWITZERLAND	4,173						
14	INDIA	4,075						
15	BRAZIL	2,714						
16	BELGIUM	2,452						
17	SWEDEN	2,332						
18	TAIWAN	1,936						
19	AUSTRIA	1,894						
20	SINGAPORE	1,656						

図 3-7-1-9 脳神経科学関連論文数の国別及び分野別のシェア

出所:Web of Science™での検索結果を基に NEDO TSC 作成

国別で比較した場合、米中が本分野をけん引しており、日本は全体では 8 位に位置する。分野によっては、脳オルガノイドで 4 位、BCI/BMI やデコーディングの分野では 5 位に位置し、存在感を発揮している(図 3-7-1-9)。これらの分野は比較的日本の優位性があると考えられる。

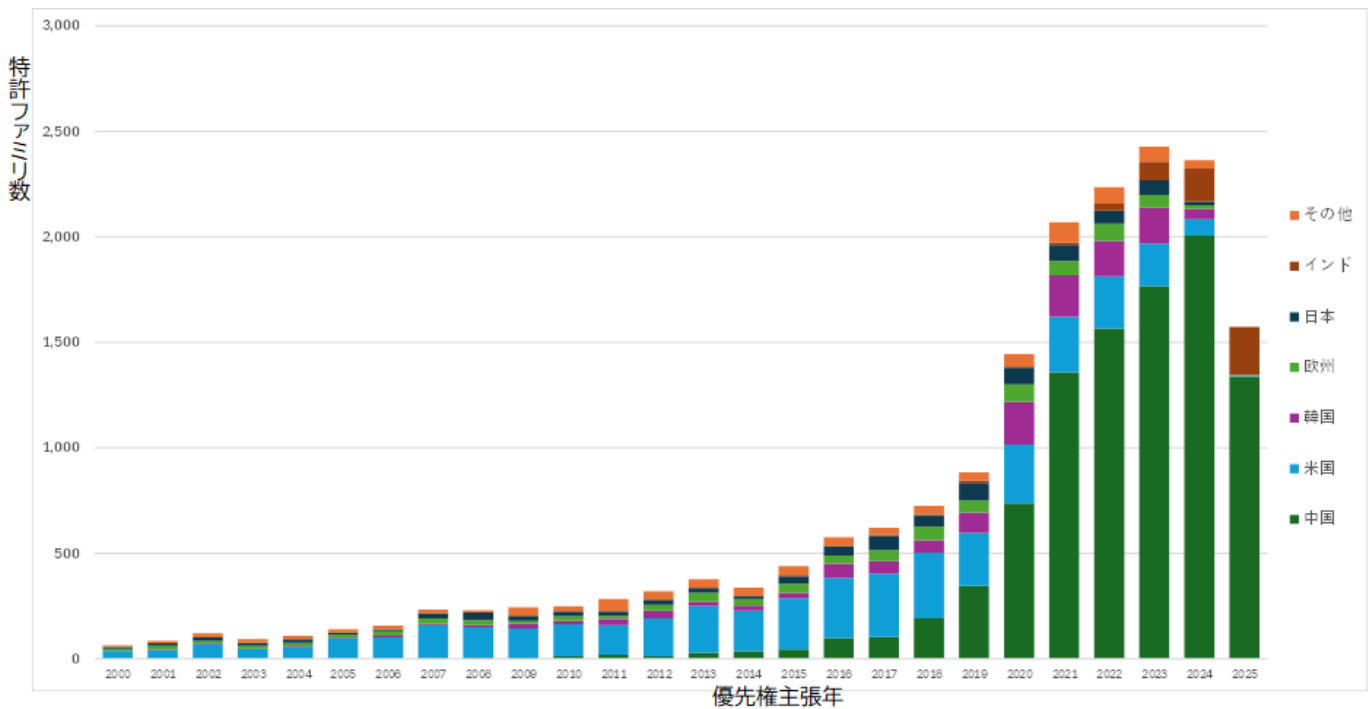


図 3-7-1-10 計測機器 (EEG、MRI、NIR、MEG) に関する特許件数推移

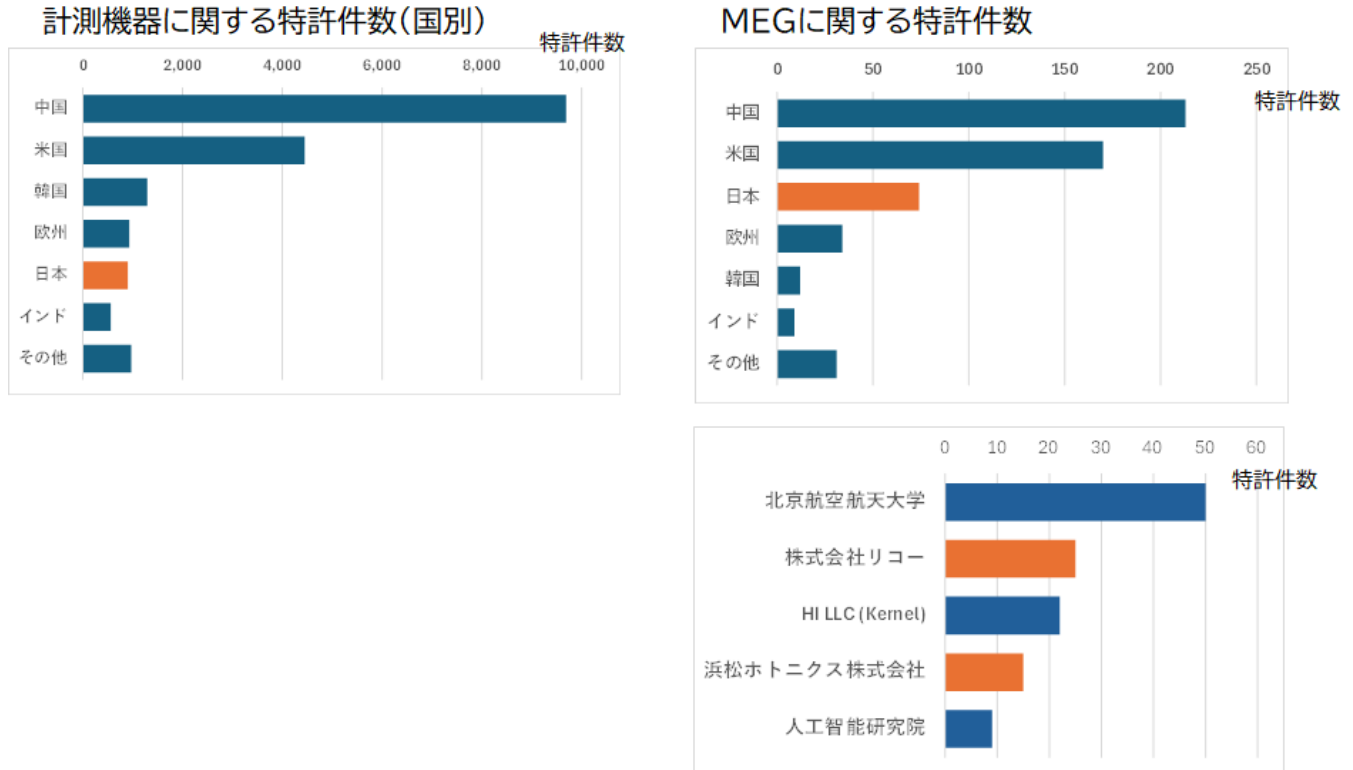
出所: Derwent Innovation™ での検索結果を基に NEDO TSC 作成

検索式: (IC=((A61B0005369 OR A61B000537 OR A61B0005372 OR A61B0005374 OR A61B0005375 OR A61B0005377 OR A61B0005378 OR A61B000538 OR A61B0005381 OR A61B0005383 OR A61B0005384 OR A61B0005386)) OR ((A61K004906 OR A61K004908 OR A61K004910 OR A61K004912 OR A61K004914 OR A61K004916 OR A61K004918 OR A61K004920)) OR ((A61B00051455 OR A61B00051459 OR A61B00051464)) OR ((A61B0005245 OR A61B0005246))) AND DP>=(18360101)) AND (CTB=(Brain OR Neur* OR "nervous system"))

検索日: 2025/11/26、検索件数: 18,800 件

EEG、MRI、NIR、MEG に関する特許出願数の推移を図 3-7-1-10 に示した。右肩上がりに増加しているが、特に 2019 年から 2021 年にかけて急増し、その傾向が続いている。

国別で比較した場合、日本は 5 位であるが、特に MEG では 3 位に位置し、リコー及び浜松ホトニクスが特許件数上位に位置し、存在感を発揮している(図 3-7-1-11)。



人工智能研究院:合肥综合性国家科学中心人工智能研究院

図 3-7-1-11 計測機器に関する国別特許件数と MEG に関する特許件数
出所:Derwent Innovation™での検索結果を基に NEDO TSC 作成 検索条件は図 3-7-1-10 と同じ

(3) スタートアップ(SU)の動向

図 3-7-1-12 は、ブレインテック・ニューロテック関連のスタートアップ(SU)をマッピングしたものである。背景がピンクの領域は医療向けの開発を行っている SU、白い領域は広く産業界向け、生活者向け等の製品・サービスの開発・事業を行っている SU である。また、青破線上部は非侵襲的アプローチ、青破線下部は侵襲的アプローチを採用している SU を配置した。各国・地域ごとに色分けしている。

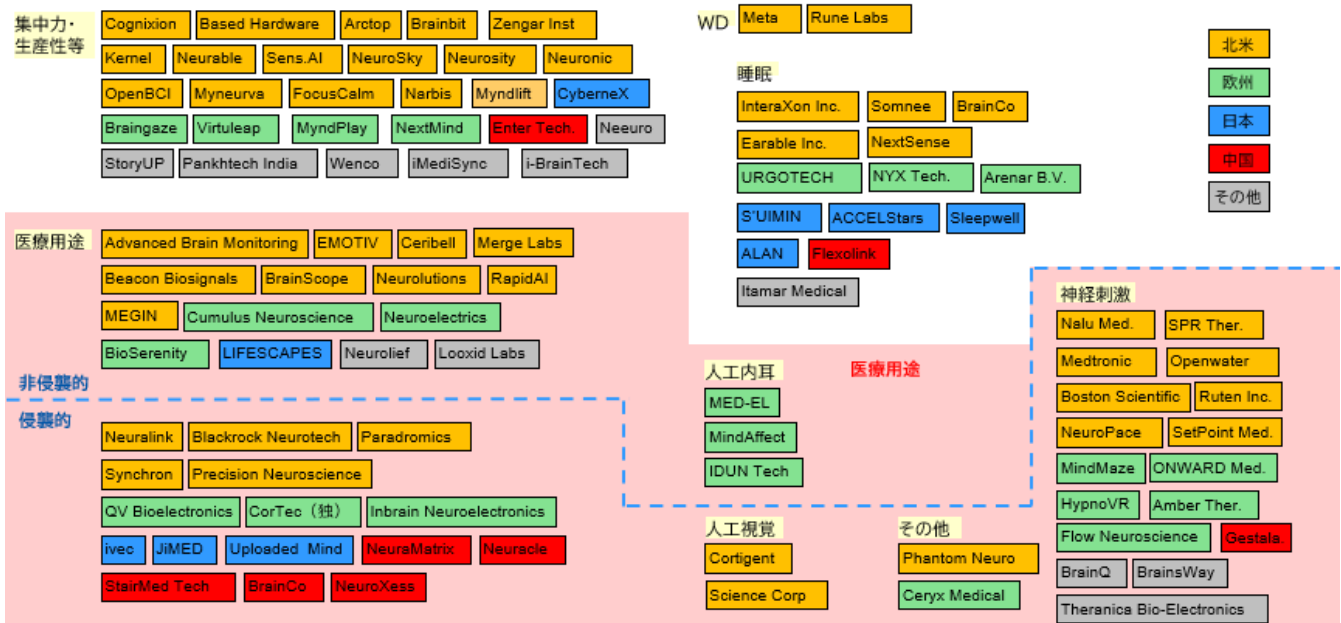


図 3-7-1-12 ブレインテック・ニューロテック領域のスタートアップ

出所:2026年3月27日時点の主な公開事例を基に NEDO TSC 作成

米国の Neurable 社、Neuroosity 社や中国(香港)の Enter Technology 社は計測した脳波データから適切なフィードバックを実施することにより、集中力や生産性を高めるサービスを提供している。イスラエルの i-BranTech 社はスポーツ選手のメンタルコントロールに特化したサービスを提供しており、オーストラリアの Wenco 社(日立建機社の子会社)は工事作業員の安全管理のサービスを行っている。北米の SU が多いなか、日本の CyberneX 社⁶は耳に装着して脳波を取得できる次世代型デバイスを開発しており、消費者調査において商材がもたらすリラックス度を定量的に可視化したり、職場環境の改善に利用できる。

睡眠改善サービスに関しても、非侵襲で脳波計測データを取得できるため多数の SU が参入している。米国の Somnee 社や英国の NYX Technologies 社はヘッドバンド型、米国の NextSense 社はイヤホン型でのデバイスで脳波を測定・推定し、睡眠改善を図るサービスであり、測定にとどまらず音を流して睡眠改善を図るサービスもある。

⁶ <https://www.cybernex.co.jp/> (2026年3月閲覧)

日本では S' UIMIN 社⁷、ACCELStars 社⁸、SleepWell 社⁹等がサービスを開始している。

英国の MyndPlay 社は VR 対応デバイスによってゲーム・音楽等を操作することでユーザーが自身でのマインドコントロールが可能となるプラットフォームを開発している。

Amazon 社関連の Alexa Fund 等が出資している Cognixion 社¹⁰は Axon-R というヘルメット型のデバイスを開発している。このデバイスは、拡張現実(AR)ディスプレイを有しており、EEG の計測や眼球の動きを追跡する機能を備えている。ユーザー(ALS 患者)は思考と視線の動きでタイピングした単語をスピーカーから送ることができ、Apple 社の Vision Pro と連携して ALS 患者での臨床試験が行われている¹¹。また、より簡便に WD(ウェアラブルデバイス)で脳波を推測するサービスも立ち上がっている。

医療現場では非侵襲的な計測が行われているほか、治療や機能回復・補てつを目的とした侵襲的な計測・措置も研究されており、一部臨床試験が開始されている。

2025 年 6 月に Neuralink 社がシリーズ E の資金調達ラウンドで 6 億 5,000 万ドル(約 930 億円)を集めた¹²ことが大きく報道された。BCI の目標の一つに脳機能の補てつ(補完)がある。例えば脳で考えただけで、その思考を脳・神経活動の計測によって推測(デコーディング)し、思考内容を発話したりロボットアームを動かしたりする目標のことである。その場合、思考に伴う神経の動きを瞬時に解読し、対応しなければならない。非侵襲での計測では、空間的分解能(脳のどの部分で神経活動が行われているか)や時間的分解能(神経活動が行われてからどのくらいの時間で測定できるか)の点で、侵襲的な計測にはかなわない。したがって、脳機能の補てつを目指す SU は侵襲的な計測を志向する傾向にあり、その分野での SU を図 3-7-1-13 にまとめた。計測方法の侵襲度の程度で整理している。

Blackrock Neurotech 社が開発した剣山型電極(ユタアレイ)¹³は FDA に最初に承認された BCI 電極であり、BCI 研究の主流となってきた。導電性金属でコーティングされた小さな針が 100 本突き出た、硬いシリコン製の電極アレイは、侵襲性が高い。近年では、侵襲性がより低い電極の開発が進展している。

この中で、Synchron 社¹⁴は脳内の静脈に留置できる電極の開発を行っている。また、シート状の電極によって必要最小限の侵襲(極低侵襲)で計測可能とする研究開発も、

⁷ <https://www.suimin.co.jp/> (2026 年 3 月閲覧)

⁸ <https://accelstars.com/> (2026 年 3 月閲覧)

⁹ <https://www.sleepwell.co.jp/> (2026 年 3 月閲覧)

¹⁰ <https://www.cognixion.com/> (2026 年 3 月閲覧)

¹¹ Apple Vision Pro と BCI を連携——“考えるだけで意思を伝える”臨床試験へ

<https://wired.jp/article/this-startup-wants-to-put-its-brain-computer-interface-in-the-apple-vision-pro/> (2026 年 3 月閲覧)

¹² マスク氏のニューラルリンク、6.5 億ドル集める—最新の調達ラウンド

<https://www.bloomberg.com/jp/news/articles/2025-06-03/SX9749T0AFB400> (2026 年 3 月閲覧)

¹³ Utah Array <https://blackrockneurotech.com/products/utah-array/> (2026 年 3 月閲覧)

¹⁴ <https://synchron.com/> (2026 年 3 月閲覧)

Precision Neuroscience 社¹⁵や JiMED 社¹⁶で開発中である。日本は材料技術や計測した信号の伝送技術で世界に対して優位性をもっており¹⁷、低侵襲の電極の開発競争は重要な研究ターゲットになりえる。

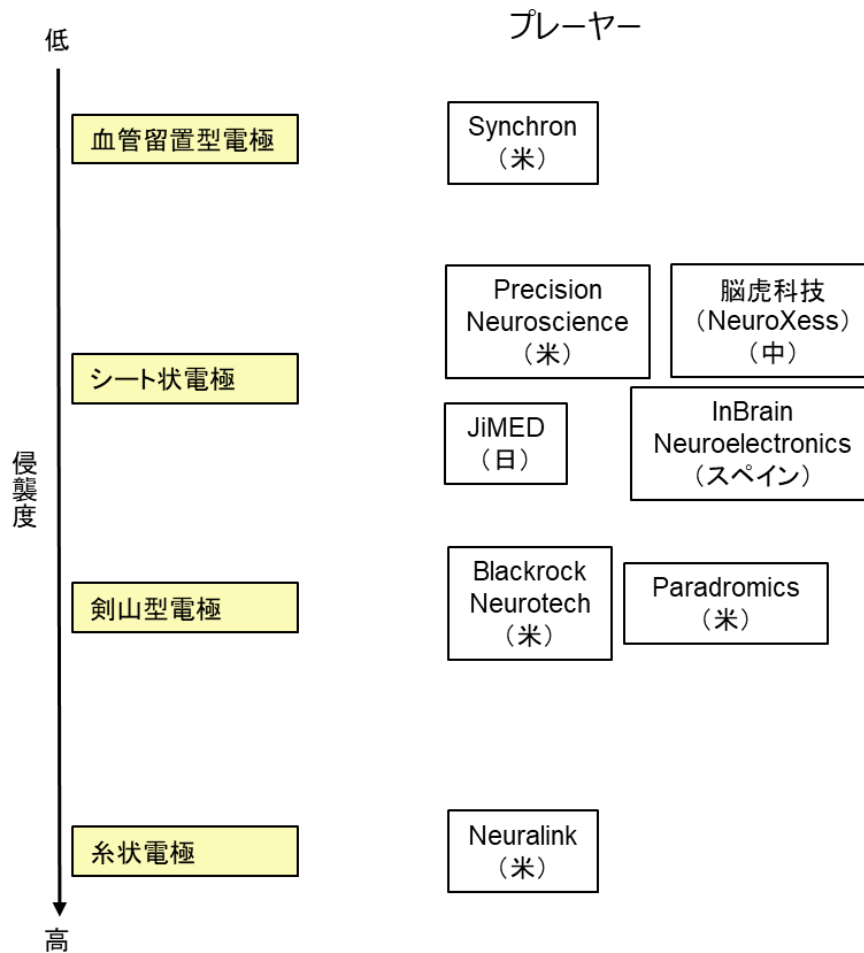


図 3-7-1-13 侵襲的な BCI/BMI を開発中の SU

出所:各社公開資料を基に NEDO TSC 作成

¹⁵ <https://precisionneuro.io/> (2026年3月閲覧)

¹⁶ <https://www.jimed.jp/> (2026年3月閲覧)

¹⁷ 未来の AI 計算システムを支える光データ通信技術～ ネットワークアーキテクチャーから光デバイス材料まで ～ (CRDS,2025)

<https://www.jst.go.jp/crds/pdf/2025/SP/CRDS-FY2025-SP-07.pdf> (2026年3月閲覧)

(4) 政策動向

(i) 研究開発政策

ブレインテック・ニューロテックは欧米を中心に研究開発が進められてきた。

米国では、1990年にブッシュ大統領が1990年から1999年を「Decade of the Brain: 脳の10年」と宣言した。その後 NIH (National Institutes of Health: アメリカ国立衛生研究所) を中心に「Brain Initiative (2013-2025)」「SPARC (2015～継続中)¹⁸⁾」で、身体と脳との相互作用を理解し治療へ応用するプロジェクトを継続している。また DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency: 国防高等研究計画局) は 2000 年代後半より BCI/BMI 開発へのプロジェクトを拡大し、Nuralink 社や Synchron 社の基礎技術の開発が行われた。また 2018 年に開始された「Next-Generation Nonsurgical Neurotechnology¹⁹⁾」においては健常者向けの非侵襲 BMI の開発を目指している。(図 3-7-1-14)

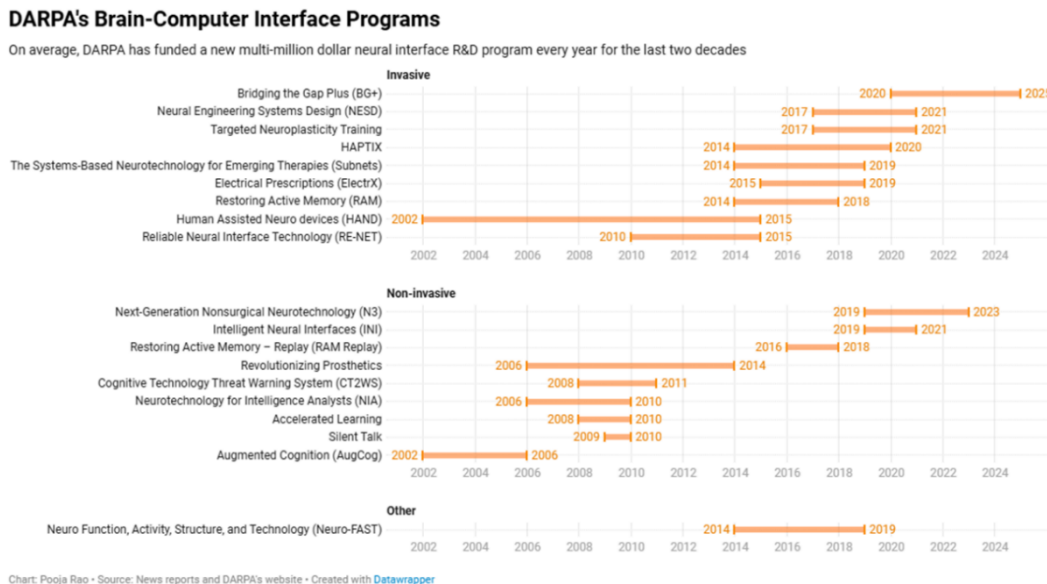


図 3-7-1-14 DARPA の BMI 関連研究プロジェクト一覧

出所: How DARPA drives Brain Machine Interface Research²⁰⁾

欧州は Human Brain Project (2013-2023)²¹⁾として、ヨーロッパ内外の数百人の研究者による 10 年間にわたる集中的で影響力のある学際的研究を実施した。その結果、脳の 3D アトラス、個別化脳医療における画期的進歩、そして人工知能やニューロモルフィック・コンピューティングといった脳に着想を得た新たな技術の開発がなされた。脳医療の面では、視覚回復を目的とした視覚障害者向け視覚インプラントや、麻痺患者

¹⁸⁾ SPARC — bridging the body and the brain
<https://sparc.science/> (2026 年 3 月閲覧)

¹⁹⁾ N3: Next-Generation Nonsurgical Neurotechnology

<https://www.darpa.mil/research/programs/next-generation-nonsurgical-neurotechnology> (2026 年 3 月閲覧)

²⁰⁾ <https://www.from-the-interface.com/DARPA-funding-BCI-research/> (2026 年 3 月閲覧)

²¹⁾ Human Brain Project

<https://www.humanbrainproject.eu/en/> (2026 年 3 月閲覧)

の歩行再開向けの神経刺激技術などが挙げられる。現在は EBRAINS²²という分子レベルや細胞レベルから臓器全体に至るまで、脳関連の研究のためのデータ、ツール、サービスを提供する研究基盤を構築し研究を推進している。

中国は『第13次五か年計画』(2016年～2020年)で脳機能の解明(脳認知)、脳疾患研究、人工知能の発展を課題として設定した。続く『第14次五か年計画』(2021年～2025年)では人工知能と脳科学が戦略的科学技術分野として示され、BCIもその重要なコア技術として位置づけられた。最近では2025年7月に発表した国家戦略(7部門の意見書)²³の中で、BCIのほぼ全技術領域で産業を育成し、BCI産業で世界をリードする方針を打ち出している。

日本では、内閣府『ムーンショット型研究開発目標』(目標1、2、7、9)にてブレインテック・ニューロテック関連の研究プロジェクトを実施している。文部科学省では、「革新的技術による脳機能ネットワークの全容解明プロジェクト(革新脳)」「戦略的国際脳科学研究推進プログラム(国際脳)」などのプロジェクトを、2021年度に「脳とこころの研究推進プログラム」に統合し、2024年度からは「脳神経科学統合プログラム」として推進されている。

(ii) 倫理的な側面の取組

2000年ごろからニューロエシックス(Neuroethics)の研究が、脳神経科学と並行して研究されてきた²⁴。これは1990年代にfMRI研究の普及など、人の脳活動への非侵襲的なアプローチが盛んになったことを背景として、脳神経科学の研究成果とその社会実装が人間理解、法制度、社会等に与える影響について総合的に扱う学術分野である。

近年、脳・神経活動を記録する装置の低侵襲化、軽量化、小型化の進展とAIの高度化により、ブレインテック・ニューロテックの実用可能性が向上し、社会実装に向けた研究開発・事業開発が加速している。また、ブレインテック・ニューロテック関連企業への投資は2014年から2021年の間に700%増加した²⁵。このような研究活動や事業化の急激な拡大に伴い、国際的に研究開発・事業開発のガバナンス構築に向けた国際的な動きがみられる。

ブレインテック・ニューロテックには、神経系に直接作用して測定、調節、刺激を与えるツールが含まれる。医療分野での使用は厳しく規制されているものの、他の分野ではほとんど規制されていない。多くの消費者は、心拍数、ストレス、睡眠をモニタリングするために神経データを使用する接続型ヘッドバンドやヘッドフォンなどの一般的なデバイス

²² Europe's Digital Infrastructure for Brain Research
<https://ebrains.eu/> (2026年3月閲覧)

²³ 七部門关于推动脑机接口产业创新发展的实施意见

https://www.miit.gov.cn/zwgk/zcwj/wjfb/yj/art/2025/art_ea3ff408de194612891df352d24dd26a.html (2026年3月閲覧)

²⁴ ニューロテクノロジーの倫理に関する動向について(東京通信大学、2025)

https://www.mext.go.jp/content/20250627-mex.life-000043435_9.pdf (2026年3月閲覧)

²⁵ Unveiling the neurotechnology landscape: scientific advancements innovations and major trends (UNESCO)

<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386137> (2026年3月閲覧)

介して、この技術を知らずに使用している。この非常に機微性の高いデータは、思考、感情、反応を明らかにする可能性があり、同意なしに共有される可能性がある。

脳・神経活動を取り扱うブレインテック・ニューロテックは、人体への安全性、神経活動データの取扱い、プライバシー保護、人権への影響、Dual Use への対応、人間のアイデンティティへの影響等、科学に問うことはできるが科学では答えられない領域の課題を含有している。これらの課題解決には政策的なアプローチが必要であることから、国際的なガバナンスの構築や国際ルールの策定とその順守に向けた動きが加速している。

ユネスコは2025年11月に、人権と尊厳を尊重しつつ脳科学研究を推進するためのニューロエシックスに関する新たな基準を設定し、加盟国によって採択された^{26,27}。この勧告は、精神的プライバシーを損なうことなく、脳神経技術の革新がこの技術による支援を必要とする人々に恩恵をもたらすための安全策を確立することを目的としている。勧告のなかでは、各国政府に対して、脳神経技術を規制しアクセス性を確保し、特に子どもや労働者といった脆弱なグループを保護するよう求めている。また、若者への非治療目的の使用を禁止するよう強く求め、明確な同意なしに従業員の精神活動や生産性を監視することに対して警告を発している。さらに、行動を変えたり依存症を助長したりする可能性のある製品について、透明性の向上と規制強化の必要性を強調している。

また、OECDはニューロテクノロジーにおける責任あるイノベーションに関する勧告を採択した²⁸。この勧告は、政府とイノベーターが、イノベーションを促進しつつ、新たな健康関連ニューロテクノロジーによって生じる倫理的・法的・社会的課題を予測し、対処するための指針となることを目的としており、以下の9原則で構成されている。

- 1) 責任あるイノベーションを促進する
- 2) 安全性評価を優先する
- 3) 包摂性を促進する
- 4) 科学的協力を促進する
- 5) 社会的な審議を可能にする
- 6) 監督機関及び諮問機関の能力を強化する
- 7) 個人の脳データ及びその他の情報を保護する
- 8) 公共部門と民間部門全体にわたって、管理と信頼の文化を促進する
- 9) 意図しない使用や誤用の可能性を予測し、監視する

²⁶ Ethics of neurotechnology: UNESCO adopts the first global standard in the cutting-edge technology(UNESCO)
<https://www.unesco.org/en/articles/ethics-neurotechnology-unesco-adopts-first-global-standard-cutting-edge-technology> (2026年3月閲覧)

²⁷ UNESCO adopts first global ethical framework for neurotechnology(digwatch, 2025)
<https://dig.watch/updates/unesco-adopts-first-global-ethical-framework-for-neurotechnology> (2026年3月閲覧)

²⁸ Neurotechnology Toolkit
<https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/topics/policy-sub-issues/emerging-technologies/neurotech-toolkit.pdf> (2026年3月閲覧)

EU の SIENNA プロジェクトは、欧州委員会が資金提供する Horizon 2020 プログラムの一環であり、ヒトゲノミクス、人間機能強化等の新興技術分野における倫理的問題に取り組んでいる²⁹。人間機能強化に関しては、1) 健康と安全性、2) プライバシーとデータ保護、3) 自律、4) 平等、5) テクノロジー・アセスメントの観点でのレポートを公表している。ここでは、人間機能強化技術は、人が生まれながらにもつ特性や能力を改善、修正、あるいは増強するために用いられる技術と定義しており、BCI/BMI 等の新興技術は、将来の人間機能強化技術の候補となる可能性が高いと述べている。また、2021 年～2023 年にかけて実施された EU の TechEthos プロジェクト³⁰は、気候工学、拡張デジタルリアリティ及び脳神経技術(Neurotechnology)という三つの新興技術分野における EU の法的枠組みの強化を目的とした四つの政策概要を公表した³¹。1) 自律、2) 責任、3) プライバシー、4) リスク軽減、5) インフォームド・コンセントの五つが脳神経科学にとりわけ関連する倫理的価値・原則として議論された。両者とも、脳神経科学の展開に伴い、非常にセンシティブな個人情報の収集と抽出が可能となるリスクが飛躍的に高まるため、EU 一般データ保護規則(GDPR)等の規制枠組みの改革や倫理委員会の関与が必要であるとしている。

日本では、第 3 期『健康・医療戦略』(2025 年 2 月 18 日閣議決定)で、「健康・医療分野の研究開発のプロセスや成果が人々の生命や生活、社会に変化や影響を与え得る点に鑑み、健康・医療分野の研究開発を社会との対話や協働を通じて進め、研究開発の成果が人々の安全・安心を確保し、理解・信頼を得ながら患者・家族に届けられるよう、「社会共創」の取組を強化する」ことが示されている³²。そして同戦略では、「基礎から実用化まであらゆるフェーズにある健康・医療分野の研究開発が社会の理解や信頼を得つつ進められるよう、責任ある研究・イノベーション(Responsible Research and Innovation: RRI)の考え方に基づき」、「社会の理解を得つつ実用化を進めることが必要な研究開発テーマについて、研究開発の早期の段階から倫理的・法的・社会的課題(Ethical, Legal and Social Issues: ELSI)への対応を行う」ことが求められている。

また、ムーンショットの目標1では、BMI 技術を活用し、脳がインターネットとつながり、サイバー空間とリアル空間が融合したサイバーフィジカル空間でのサイバネティック・アバター(CA)を自在に操作したり、他者や AI と直接コミュニケーションしたりすることのできる「Internet of Brains(IoB)」の実現を目指している。このような技術が社会に導入される際には、倫理・法・社会・経済において多くの課題が想定されるため使用に向けたガイドラインを示しつつ、実用化にふさわしい技術を社会実装していくこととしてい

²⁹ SIENNA: Technology, ethics and human rights
<https://www.sienna-project.eu/w/si> (2026 年 3 月閲覧)

³⁰ <https://www.techethos.eu/> (2026 年 3 月閲覧)

³¹ Analysis of International and EU Law and Policy
<https://zenodo.org/records/7650731> (2026 年 3 月閲覧)

³² 健康・医療戦略推進本部

<https://www.cas.go.jp/jp/seisakukaigi/kenkouiryou/suisin/ketteisiryou/kakugi/r070218senryaku.pdf>
 (2026 年 3 月閲覧)

る。そのための第一歩として、『ブレイン・テックガイドブック』と『ブレイン・テック エビデンスブック』が公開されている³³。

(iii) ニューロデータの考え方や規制に関する取組

ブレインテック・ニューロテックの研究開発の進展に伴って脳神経科学に関するデータも膨大に蓄積している。

European Brain Council が公表した『European Charter for the Responsible Development of Neurotechnologies』³⁴では、脳・神経データ(neural data)を、個人情報及び機微なデータとして認識している。これには、動作、心拍数、眼の変化、皮膚伝導度、その他の身体反応のモニタリングから間接的に得られる情報も含めている。また、個人の思考の中身を分析する研究も開始されていることから、脳・神経データの収集や移動を規制する動きもみられる。

EU での規制枠組みの改革等については前述した。米国では、州法により生体情報に加え神経データも規制する動きが、コロラド州等で始まっている。ただし州により脳・神経データの範囲や規制の内容が異なる。そのため、上院でも連邦で統一した考え方のもとに脳・神経データを規制していくことが議論されている³⁵。

³³ ブレイン・テック ガイドブック/エビデンスブック(Internet of Brains)
https://brains.link/braintech_guidebook (2026年3月閲覧)

³⁴ <https://www.braincouncil.eu/european-charter-for-the-responsible-development-of-neurotechnologies/> (2026年3月閲覧)

³⁵ The MIND Act: Balancing Innovation and Privacy in Neurotechnology(Cooley, 2025)
<https://www.cooley.com/news/insight/2025/2025-09-25-the-mind-act-balancing-innovation-and-privacy-in-neurotechnology> (2026年3月閲覧)

以上の動向を踏まえ、ブレインテック・ニューロテック領域を①将来性、②技術・アイデアの革新性、③日本の優位性、④民間のみで取り組む困難性、⑤重要経済安保技術の5観点で評価した。

①将来性(成長性・社会課題)

高齢化社会の進展で、MCI 等の早期発見や新たな診断・分析等がより重要になっており、ブレインテック・ニューロテックの世界市場は CAGR 14%で成長し 2035 年には 9 兆円規模になると予測される(図 3-7-1-7)。また、医療にとどまらず、人間の認知・思考の特徴が解明されるにつれ、産業活動や日常生活のあらゆる意思決定場面に影響する可能性があり、社会的なインパクトは非常に大きい。

②技術・アイデアの革新性

計測の高度化には新規計測技術開発及び侵襲・非侵襲同時計測等による高精度な計測技術開発が必要である。また、脳疾患の発症への他臓器の関わりが明らかになりつつあり、医療への応用が期待されている。また日常生活の場面でも EEG 等を活用したサービスが模索されている。

③日本の優位性

日本は MRI 設置台数が世界でもトップクラスであり³⁶、脳の fMRI 測定データが大量に蓄積しており、健常者の健診データの蓄積も魅力である。また、血管内留置型電極のように電気化学・材料工学との連結という日本の得意なすり合わせ技術によって、測定デバイスの開発で有利な位置にいる。

④民間のみで取り組む困難性

医療・ヘルスケア、情報システム、素材・デバイス等の様々な業種が関わる融合領域であり、個社単独での取組は難しい。また ELSI や RRI の課題が存在するため、研究初期から民間のみではなく政府と協働して開発を進める必要がある。

⑤重要経済安保技術

欧米諸国をはじめ脳・神経データの保護推進に向けた動きがあるため、日本も独自に体制を構築し研究開発を推進することが必要な領域である。

以上をまとめると、ブレインテック・ニューロテック領域は社会実装が急速に進んでおり、日本の強みが活かせる課題・技術テーマを適切に伸ばしていき産業化を目指すべき領域である。

³⁶ Magnetic resonance imaging (MRI) units (OECD)
<https://www.oecd.org/en/data/indicators/magnetic-resonance-imaging-mri-units.html> (2026年3月閲覧)

3-7-5[1] 取り組むべき具体的手段(T)のテーマ例

図 3-7-1-5 で前述した領域について、具体的な 3 課題を図 3-7-1-15 に例示した。

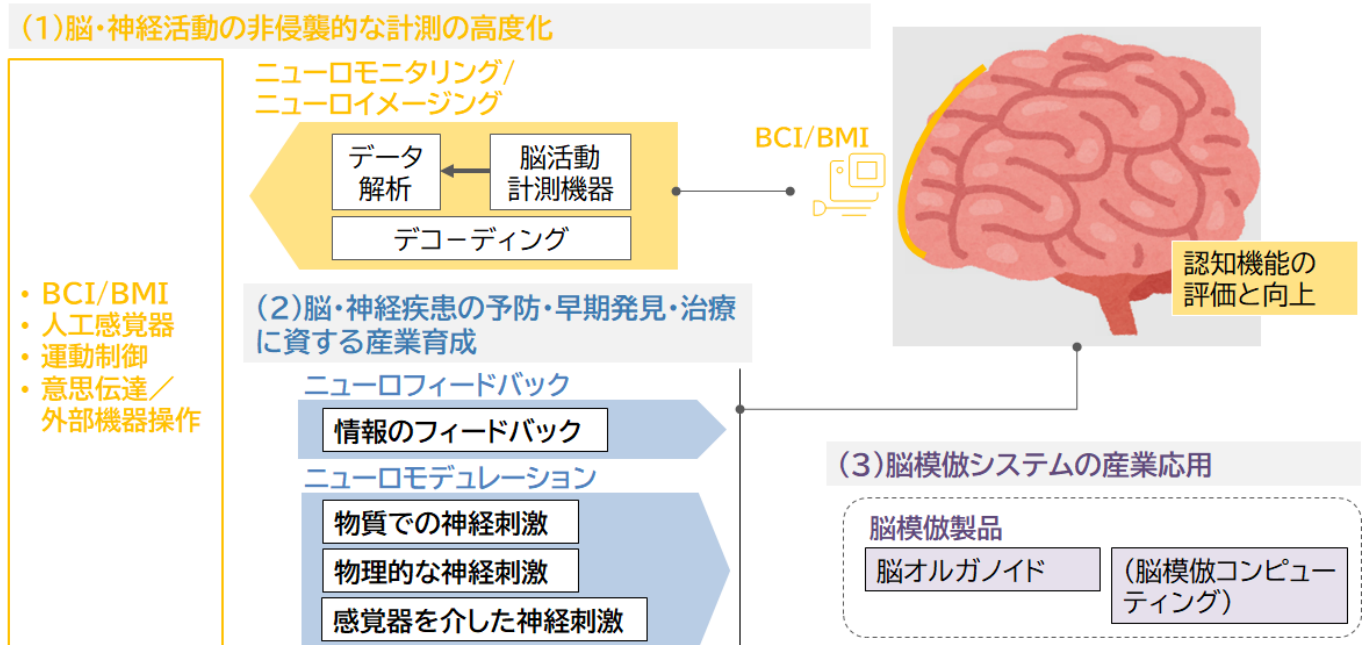


図 3-7-1-15 ブレインテック・ニューロテック領域の課題例

(1) 脳・神経活動の非侵襲的な計測の高度化

ブレインテック・ニューロテック領域においては、高品質な脳波等のデータを安全かつ大量に取得するための技術が重要であり、計測装置の電極・デバイスの開発や次世代の脳活動計測手法の開発等が課題として考えられる。

まず、脳波は減衰するため EEG では脳深部の情報は得られない(空間分解能が劣る)という弱点がある。これに対して fMRI は脳深部まで計測可能であるが、変化を瞬時にとらえることが苦手である(時間分解能が劣る)。また、fMRI での測定は寝そべった状態で測定するため、日常生活での脳波測定との相違も指摘されている。各種計測方法の弱点を補強するように、計測精度向上、計測環境簡素化、被験者の負担軽減等を目指した非侵襲的計測機器の開発が必要である。次に、複数の手法による同時計測等で得られた計測データの突合等の分析による、非侵襲的計測手法の精度向上が考えられる。この複数の手法は非侵襲的な計測の組合せや侵襲的な計測との組合せなど、目的に応じた組合せが必要である。さらに、計測データの効率的・効果的な集積方法開発やその集積したデータの分析、及びその分析結果の健康維持・増進への応用または産業化への活用が挙げられる。

(2) 脳・神経疾患の予防・早期発見・治療に資する産業育成

脳・神経活動を計測した情報に基づき、適切な情報提示や神経刺激が治療行為として行われている。治療の方法には物質(医薬品等)や物理的な刺激などが工夫されている。多数の SU が神経刺激デバイスを開発しており、例えば、ドイツの CorTec 社やイスラ

エルの BrainQ 社は、脳波や神経活動をモニタリングしながら最適な強度に調整した刺激を与えるデバイスを開発している。オムロン社が出資している Theranica Bio-Electronics 社(イスラエル)は偏頭痛の緩和用デバイスを開発しており、米国の SetPoint Medical 社の埋め込み型デバイスは関節リウマチ治療に用いられている。より個人にパーソナライズされた刺激を与えることが可能になりつつある。これらは侵襲的な方法による刺激を行っているため、非侵襲的な方法による刺激開発等の研究課題が考えられる。

また、パーキンソン病の症状が腸内の異常型 α -シヌクレインに起因することが報告されてから、食習慣を見直し腸内環境を改善することで認知機能の維持・向上や脳疾患の予防につながる結果が多数得られている。未病領域またはそれ以前の健康維持・増進に関わる取組であるため、エビデンスの蓄積によって個々人に適した食生活の提案などのサービス化が期待できる分野である。

(3) 脳模倣システムの産業応用

抗体、遺伝子、細胞などの新規モダリティを用いた医薬品の開発が盛んになるにつれ、前臨床試験では問題がなかったにもかかわらず、治験で開発中止になるケースが多く発生している。これは薬効や毒性の種間差異が原因とみられるため、人の脳オルガノイド(iPS 細胞等の培養細胞を様々な器官・組織に分化させたもの)を創薬でのターゲット探索へ応用する研究がなされている。我が国は世界で初めて iPS 細胞の作製に成功した国であること、また培養の成否に大きく影響する容器材料・電極の技術開発に優れていることから、積極的に取り組むべき分野である。

また、脳オルガノイドは計算機(ニューロモルフィックコンピューティング)としての応用が検討されている。実現までには長期の研究期間が必要であるが、現在のノイマン型計算機での電力消費の課題が解決する見込みがあるため、脚光を浴びている。

TSC Foresight

Innovation Outlook Version 1.0 増補版

ブレインテック・ニューロテック

2026年6月1日発行

作成メンバー

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
イノベーション戦略センター(TSC)

■センター長	岸本 喜久雄
■事務局長	田辺 雄史
■バイオエコノミーユニット ・ユニット長 ・研究員	味方 和樹 木村 雄輔
■デジタルユニット ・ユニット長 ・研究員	横井 一仁 鎌田 久美

●本書に関する問い合わせ先
電話 044-520-5200(イノベーション戦略センター)

●本書は以下 URL よりダウンロードできます。
<https://www.nedo.go.jp/library/foresight.html>

本資料はイノベーション戦略センターの解釈によるものです。
掲載されているコンテンツの無断複製、転送、改変、修正、追加などの行為を禁止します。
引用を行う際は、必ず出典を明記願います。