

## 調査・分析レポート

ブレインテックの概説と動向  
—ビジネス活用事例と課題—

日本総合研究所 先端技術ラボ 西下 慧

## 1. ブレインテックの概要と主要国の動向

ブレインテックとは、脳（ブレイン）と技術（テクノロジー）を組み合わせ、脳から得られた知見を医療・健康・商品開発・教育などの事業に応用する技術・サービス・製品の総称である。ニューロサイエンスやニューロテック、ニューロテクノロジーと呼ばれることもある。ブレインテックは、2017年イーロンマスク氏らが創業したNeuralink（ニューラルリンク）の発表を契機に注目されるようになった。ブレインテックは、脳疾患の治療や予防、身体が不自由な人のコミュニケーション・運動を支援する技術として、特に医療分野で注目度が高い。非医療分野でも実証実験や一部製品化も進んでいるが、技術や法律・倫理といったガバナンスの課題があり、ブレインテックのサービスや商品を提供・利用するうえで慎重に判断する必要がある。

ブレインテック進展の背景には、測定技術の進展と政府による多額の資金投入が考えられる（図1）。近年の脳活動の計測装置は、計測精度の向上だけでなく、小型・軽量化が進んでいる。脳活動データを計測する方法には大きく、侵襲型（手術で体内にデバイスを埋め込み計測する、身体に対して害のある

可能性がある方法）と非侵襲型（身体の外から安全に計測する方法）の2種類がある。近年は侵襲型の中でも身体への負担を抑えた低侵襲型や、非侵襲型の中でも装着の煩わしさを緩和した簡易型のデバイスが登場している。特に簡易型は取得できる脳活動データの精度が他の計測方法よりも劣るが、日常生活でも利用可能なため、エンターテインメントやヘルスケア領域で利用されている。また、脳活動を計測する装置を用いずに、カメラで撮影した顔画像からその人の脳状態を推定する技術も開発されている<sup>1</sup>。なお、脳活動を計測する装置の進展だけでなく、計測した脳活動データを解析する技術（AI）の進化もブレインテックの発展に影響している。

米国では2013年のオバマ政権が発表した「Brain Initiative」プロジェクトがある。これは2013年から2025年で、人の脳に対する理解を深め、神経疾患の治療や予防に役立つ手法を開発することを主目的としたプロジェクトである。Brain InitiativeはNIH（米国国立衛生研究所）、DARPA（国防高等研究計画局）、NSF（米国国立科学財団）、FDA（米国食品医薬品局）、IARPA（情報高等研究計画活動）の5機関が主導して、民間企業や大学、財団などと連携して研究活動を推進している。2024年は4.2億ドルの研究資

<sup>1</sup> アラヤ、顔画像から脳の状態を推定するアルゴリズム「Face2Brain」を開発  
<https://www.araya.org/publications/news20220406/>  
2024/12/11 参照

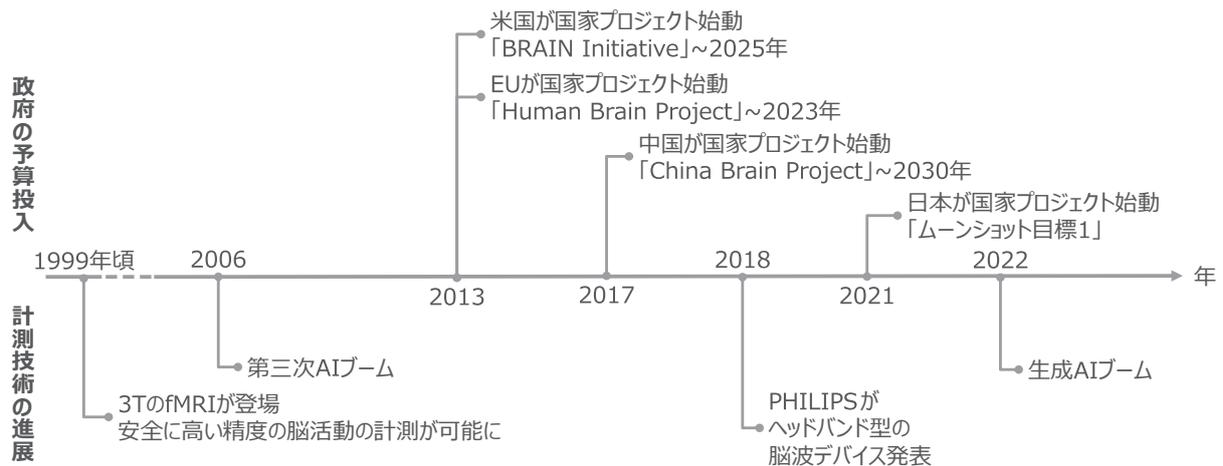


図1 ブレインテック進展の背景

金が投入された<sup>2</sup>。

欧州では「Human Brain Project」がある。これは2013年から2023年で、脳の構造と機能を解明し、その知見をもとに新しいコンピューティング技術や医療技術を開発することを主目的としたプロジェクトである。合計で6億€以上の資金が投入された<sup>3</sup>。

中国では「China Brain Project」がある。これは2016年から2030年で脳の認知機能の理解、神経疾患の診断と治療、それらの知見をAI技術の開発に活かすことを主目的としたプロジェクトである。政府だけでなく、大学、研究機関、企業が多数参加している。2021年からの5カ年計画で50億元以上の予算を計上している<sup>4</sup>。

日本では内閣府が主導するムーンショット型研究開発事業の目標1「2050年までに身体的能力と知覚能力の拡張による身体の制約からの解放」プロジェ

クトがある。同プロジェクトでは、一般消費者がブレインテックの製品・サービスを利用する際に注意すべき事項や、企業が研究開発を行う際に参考となる情報が盛り込まれた「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」を公開している<sup>5</sup>。また、国立研究開発法人日本医療研究開発機構（AMED）が2024年に「脳神経科学統合プログラム」を立ち上げた。脳神経科学統合プログラムでは、神経・精神疾患の原因解明や革新的治療法の研究の他、人の脳構造を数理モデルでデジタル空間上に再現する「デジタル脳」の開発が重点研究課題に含まれている<sup>6</sup>。

## 2. ブレインテックの全体像

ブレインテックは、医療分野（脳の機能解明や治

<sup>2</sup> Understanding the BRAIN Initiative Budget

<https://braininitiative.nih.gov/funding/understanding-brain-initiative-budget#:~:text=The%20budget%20includes%20%24402%20million,the%20BRAIN%20Initiative%27s%20base%20allocation.>

2024/11/28 参照

<sup>3</sup> The Human Brain Project ends: What has been achieved

<https://www.humanbrainproject.eu/en/follow-hbp/news/2023/09/28/human-brain-project-ends-what-has-been-achieved/#:~:text=In%20total%2C%20the%20HBP%20was,accompanied%20by%20specific%20grant%20agreements.>

2024/11/28 参照

<sup>4</sup> 計算脳科学

[https://www.jst.go.jp/crds/pdf/2022/FR/CRDS-FY2022-FR-04/CRDS-FY2022-FR-04\\_20107.pdf](https://www.jst.go.jp/crds/pdf/2022/FR/CRDS-FY2022-FR-04/CRDS-FY2022-FR-04_20107.pdf)

2024/11/28 参照

<sup>5</sup> ブレインテックガイドブック / エビデンスブック

[https://brains.link/braintech\\_guidebook](https://brains.link/braintech_guidebook)

2024/11/28 参照

<sup>6</sup> 令和6年度「脳神経科学統合プログラム（個別重点研究課題）」の採択課題について

[https://www.amed.go.jp/koubo/15/01/1501C\\_00104.html](https://www.amed.go.jp/koubo/15/01/1501C_00104.html)

2024/11/28 参照

療への応用など）から非医療分野に活用領域が拡大した。運動意図や認知状態などの脳活動を fMRI<sup>7</sup>（functional Magnetic Resonance Imaging）や EEG<sup>8</sup>（Electroencephalography）などの専用装置を用いて、脳の電気信号や血流変化から観測する。観測した結果を Brain Machine Interface（以下、BMI）、ニューロデコーディング、ニューロモジュレーション、ニューロフィードバックといった技術・手法を用いてアプリケーションやサービスに応用する（図2）。

まず、脳活動計測について述べる。脳活動データの解析や脳への刺激・介入を行うにあたり、脳活動データを計測する必要がある。前述の通り、脳活動の計測方法は、侵襲型と非侵襲型の2つに分類され

る（図3）。一般に取得できる信号の精度と安全性はトレードオフであり、安全かつ高精度な計測方法・装置は確立されていない。そのため、用途に応じてデバイスを使い分けている状況である。

BMIは、脳と計算機・ロボットなどを直接結び付ける技術である。脳活動データを解析して運動意図を推測することで、車椅子やキーボードなどの機械を操作できる（図4）。Brain Computer Interfaceと呼ばれることもあるが、本誌ではBMIで統一する。BMIは障害者や高齢者など身体が不自由な人のコミュニケーション・運動を支援するヒューマンインターフェースの技術として社会的な期待が高い。

ニューロデコーディングは、脳活動から意識や知

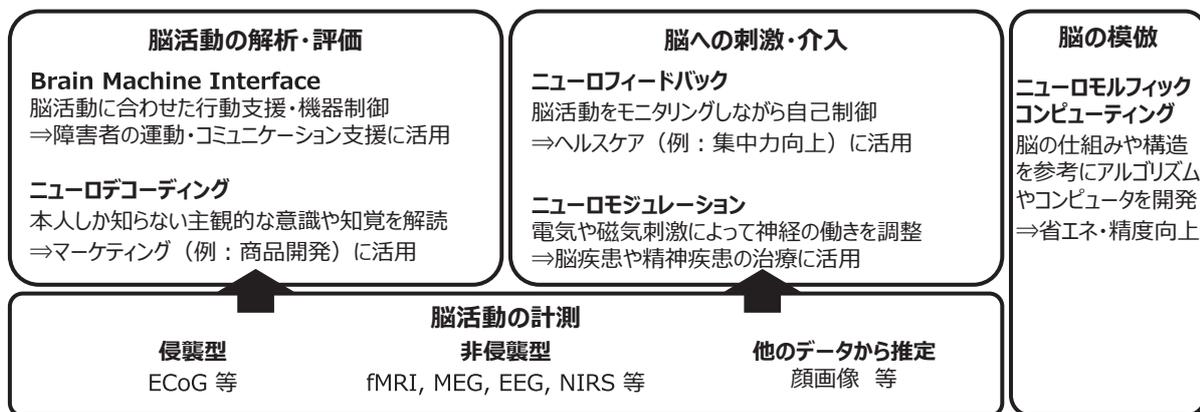


図2 ブレインテックの代表例とその活用例

上記はブレインテックの例。元々は医療分野（脳の機能解明や治療への応用など）の技術が非医療分野に進展。ECoG（Electrocorticogram）は脳の表面（硬膜下皮質表面）の電気活動のこと。MEG（Magnetoencephalography）は脳の神経細胞の活動によって発生する磁場をとらえて脳の機能を解析する方法。NIRS（Near-infrared spectroscopy）は、近赤外線光を用いて、生体組織における血流、酸素代謝変化を測定する方法。

計測方法	特徴	メリット	デメリット	主な利用領域
侵襲型	手術で脳に電極を埋め込み計測する	<ul style="list-style-type: none"> <li>信号精度が高い</li> <li>低ノイズ</li> <li>低遅延</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>脳損傷リスク</li> <li>要外科手術</li> <li>倫理的問題</li> </ul>	医療
低侵襲型	脳に電極を埋め込まず、シート上の電極を貼りつけるもしくは、ステント型の電極を血管内に留置し、計測する など	<ul style="list-style-type: none"> <li>信号精度が高い</li> <li>低ノイズ</li> <li>信号の低遅延</li> <li>※侵襲型より劣ることがある</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>脳損傷リスク</li> <li>要外科手術</li> <li>倫理的問題</li> <li>※侵襲型よりはリスクは低い</li> </ul>	医療
非侵襲型	体外から間接的に計測する	<ul style="list-style-type: none"> <li>安全性が高い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>精度が低い</li> <li>利用場所に制約あり</li> </ul>	医療 ビジネス ※実証段階が主
簡易型	ヘッドバンドやイヤホン型のデバイスで間接的に計測する	<ul style="list-style-type: none"> <li>安全性が高い</li> <li>利用場所に制約が少ない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>精度が低い</li> <li>※非侵襲型と比べて低い</li> </ul>	ヘルスケア エンターテインメント

図3 脳活動データの計測方法

<sup>7</sup> 機能的磁気共鳴画像の略。MRIを用いて生体の脳や脊髄を一定時間連続的に撮像し、脳活動と関連するMRI信号の変動を非侵襲的に計測する。

<sup>8</sup> 頭に電極を装着し、脳神経細胞の電位変動を頭皮上から記録する。