



# COCN 10 Emerging Technologies 2025

## Contents

はじめに .....	3
選定の基準 .....	4
1. リビングマテリアルとバイオデバイス (Living Material and Bio-Device) .....	5
2. 医療におけるゲノム編集技術 (Genome Editing Technology for Therapy ) .....	6
3. ローカルナチュラルエネルギー (Local Natural Energy) .....	7
4. 多孔性材料 (Metal Organic Framework/Porous Coordination Polymers) .....	8
5. バイブロニクス (Vibronics) .....	9
6. スピンサイエンス (Spin Science) .....	10
7. トポロジカル物質 (Topological Material) .....	11
8. フィジカル AI (Physical AI) .....	12
9. 量子ネットワークと量子センシング (Quantum Network and Quantum Sensing) .....	13
10. ブレインテック (Brain Technology) .....	14
謝辞 .....	15

## はじめに

世界がしのぎを削り研究するエマージングテクノロジーとビジネスの距離が急接近している。他国に先んじてこれを見出し、先見の明を持って取り組まなければ、各種指標<sup>1,2</sup>が示す世界における我が国の相対的地位の低下はこの先も止まらないだろう。この状況に強い危機感を抱いた COCN は、「エマージングテクノロジー小委員会」を立ち上げ、今すぐにでも取り組むべきエマージングテクノロジーについて、我が国の産業競争力の挽回と勝ち筋の視点で半年にわたり議論してきた。

COCN は、そこに集まる多様な企業が機動力高く具体的かつ迅速な議論を展開できる長所を持ち、これまでさまざまなプロジェクト活動を行ってきた。批判を恐れず先見性を持って思い切った提言を行うことを是とする COCN の矜持として、日本が取り組むべきエマージングテクノロジーの候補を具体的に選び、以下の期待を込めて、この 10 選を発表することとした。

- あえて技術の具体名を挙げることで、テクノロジー対して総論に終始している姿勢に一石を投じる。COCN 実行委員それぞれの経験と嗅覚で選定するため、偏りや漏れが生じることを承知しており、この 10 選で取り上げなかった技術を軽視する意図はない。
- 研究開発テーマを選ぶ際、失敗を恐れるあまり、成果が確実な低い目標に流される傾向や、評価者が評価しやすいテーマ設定、他国の研究実績のエビデンスなど前例を求める状況があった。この 10 選を通じて、ハイリスク・ハイリターンなテーマへの挑戦を喚起したい。
- 産業界ならではの視点で選ぶテーマが、他にある類似の発表とは異なるモメンタムを巻き起こすことを期待する。

我が国がもう一度科学技術立国として世界をリードし産業競争力を復活させるために、この 10 選が産学官の総力を挙げてエマージングテクノロジーを見つけ育てるきっかけになることを期待したい。

表紙、および各エマージングテクノロジーは、それぞれの技術そのものや、その技術によって実現される社会や現象をイメージした画像を背景としている。なお、本提言書の画像はすべて画像生成ツール（Microsoft Copilot Visual Creator）によって生成したものを使用している。

---

<sup>1</sup> [文部科学省 科学技術・学術政策研究所、科学技術指標](#) 2024 年 8 月

<sup>2</sup> [IMD World Competitiveness Booklet](#) 2024 年 6 月

## 選定の基準

今回 COCN 10 Emerging Technologies 2025 を選定するにあたって、特に下記に注目した。

### ① 経済安全保障上の戦略的不可欠性が見込まれる技術

重要物資の安定供給、基幹インフラの保護、技術優位性の確保、経済的自立性の向上など<sup>3</sup>、特に我が国の技術が他国にとって不可欠となりうるようなものを選定した。

### ② 日本が世界で勝てる可能性が高いと思える技術

これまでの我が国の技術蓄積、基盤の優位性、地政学などから、世界的に見て日本の技術力や研究開発力が他国に比べて優位に立てる可能性の高い分野に注目した。

### ③ まだ広く産業化されていない技術

既に広く産業化されている技術は、それが経済安全保障上重要な技術であっても、今回の Emerging Technologies の趣旨からは外れるため、優先度を下げた。

### ④ 技術の確からしさが証明済みであること

まだ原理実証がなされていない萌芽技術は除外し、その技術に一定以上の信憑性が証明済みであることを条件とした。

---

<sup>3</sup> [経済産業省 経済安全保障に関する産業・技術基盤強化のための有識者会議](#) 最終更新 2025 年 2 月 19 日

# 1

## リビングマテリアルとバイオデバイス

Living Material and Bio-Device

⇒細胞ロボット, 細胞マシン

### ■ 概要

リビングマテリアルとバイオデバイスは、合成生物学の技術を用いて人工的に設計・作成された、自立的に増殖し生体分子を生成する合成生命体のことを指す。これら自体が細胞ロボットや細胞マシンとして働くことや、この技術によって新たな細胞ロボットや細胞マシンを創出することが期待される。

### ■ 興味深い理由

リビングマテリアルとバイオデバイスは、医療、バイオ燃料、環境保護など多くの分野での応用が期待されている。特定の機能を持つロボットとしての細胞（難分解性化合物の分解、生体モニタリング、腫瘍細胞への攻撃など）を人工的に一からデザインすることや、特定の物質の生成（水素、電気、アルコール、医薬品）や分解（PFAS（Per- and polyFluoroAlkyl Substances）など）が可能だと言われている。

リビングマテリアルやバイオデバイスを創り出すための合成生物学は、世界中で盛り上がりを見せている。米国（Build-A-Cell）、欧州（SynCell EU）、アジア（SynCell Asia）、アフリカ（SynCell Africa）などのイニシアチブが生まれ、第1回のSynCell Global Summitが中国で開催された<sup>4</sup>。

現状、一からデザインしたものは数回細胞分裂可能なものができた段階であり、特定の機能を持つ合成細胞の創出や特定の物質を生成する細胞のデザインに関する報告は数が少ないものの、応用先が広く、実用化された際の効果も大きいため、2~3年後の大きなブレイクスルーを期待する。

### ■ 産業競争力に与える影響

リビングマテリアルとバイオデバイスは、ヘルスケアの分野において革命を起こす可能性がある。任意の細胞（がん細胞や、特定ウイルスに感染した細胞など）のみを攻撃する機能はこれまで治療困難だった病気の根治に寄与し、患者QoLの向上が期待される。また、バイオデバイスの応用例として生体モニタリング機能による疾患発症の未然防止も期待される。

他にも、難燃性プラスチックなど、難分解性化合物を分解する機能を持つ細胞をデザインすることで、これまで解決困難であった環境課題の解決に寄与する可能性がある。また、水素や電気を発生させる細胞をデザインすることで、エネルギー問題を解決する可能性も考えられる。

<sup>4</sup> [The International Alliance of Synthetic Cells was established\\_Synthetic Biology](#) 2024年11月

# 2

## 医療におけるゲノム編集技術

Genome Editing Technology for Therapy

→CAR-T, DDS-*in vivo* 遺伝子治療, *ex vivo* 遺伝子治療

### ■ 概要

ゲノム編集技術は、医療、農業、環境保護といった様々な分野に応用が可能である。特に医療の分野において、特定の DNA 配列を精密に変更するゲノム編集技術は、遺伝子治療や CAR-T (Chimeric Antigen Receptor-T cell) 細胞治療に用いることができ、様々な難病や希少疾患の治療に効果的であると期待している。

### ■ 興味深い理由

ゲノム編集技術を用いた遺伝子治療は、がんや感染症、その他難病への根本的治療につながることを期待されている。多くの成果が報告されつつあり、医療現場においても、HIV 感染や筋ジストロフィー、血友病などにおいて実証研究が進められている。また血液がんを対象とした CAR-T 細胞療法に対してもゲノム編集技術を適用することによって遺伝子を書き換える効率が上がり、時間やコストの削減が期待され、また血液がんに限らず適応疾患が広がることも期待されている。

遺伝子治療では、編集した遺伝子を目的とした細胞へ効率的に導入させて治療の精度を向上させる。またオフターゲット効果（意図しない遺伝子の編集）を減らすための技術である DDS (Drug Delivery System) と組み合わせることで、より多くの疾患に対して大きな効果を発揮することが期待されている。DDS は日本でも研究が盛んであり、2~3 年での適用症例の拡大を期待する。

### ■ 産業競争力に与える影響

希少疾患の患者数は世界で 2 億 6,300 万人~4 億 4,600 万人と推定され<sup>5</sup>、また、指定難病の患者数は、国内で少なくとも 100 万人を超えている統計がある<sup>6</sup>。また、がんのみに限定しても患者数は世界で約 1,900 万人、国内では約 100 万人存在すると報告されている<sup>7, 8</sup>。患者数は増加傾向にあり、医薬品産業の世界的な市場は今後も大きく伸びると予測されている。この市場のうち 20%は新しいタイプの創薬モダリティ (*in vivo*/*ex vivo* 遺伝子治療、mRNA ワクチン、細胞医療[再生医療]) が占めるとされていて<sup>9</sup>、これらの多くにゲノム編集技術が大きな役割を果たすことが期待される。

なお、ゲノム編集技術を用いた治療は倫理的課題を十分に考慮すべきである。

<sup>5</sup> [Estimating cumulative point prevalence of rare diseases: analysis of the Orphanet database](#) 2019 年 9 月

<sup>6</sup> [製薬協 特定医療費（指定難病）受給者証所持者数](#) 2024 年 3 月

<sup>7</sup> [国立がん研究センター世界の最新がん罹患状況の公表](#) 2023 年 12 月

<sup>8</sup> [がん研究振興財団 がんの統計 2024](#) 2024 年 4 月

<sup>9</sup> [CRDS 調査報告書 創薬モダリティの潮流と展望](#) 2025 年 2 月

# 3

## ローカルナチュラルエネルギー

### Local Natural Energy

⇒天然水素, 地熱発電

#### ■ 概要

ナチュラルエネルギーは、自然由来のエネルギー源で、CO<sub>2</sub>を発生させないエネルギーとしては天然水素（蛇紋岩化作用）や地熱発電などが含まれる。これらナチュラルエネルギーを原産地で活用するローカルナチュラルエネルギーの概念が今後重要性を増してくる。

#### ■ 興味深い理由

日本はナチュラルエネルギーの活用にとって有利な環境にある。天然水素を発生させるプロセスの一つである蛇紋岩化作用<sup>10</sup>には橄欖岩と水との反応が必要だが、北海道のアポイ岳や島根半島には橄欖岩が地表に存在する珍しい地域であり、水については島国の有効性を遺憾なく発揮できる。また、地熱発電量の指標である地熱ポテンシャルは、日本はアメリカ及びインドネシアに次いで世界第3位であるにも関わらず、発電設備容量は世界第10位に留まり、その設備容量はポテンシャルの2%に過ぎない（アメリカは12%）<sup>11, 12</sup>。地熱発電はCO<sub>2</sub>を排出せず、昼夜を問わず発電可能なため安定的にクリーンエネルギーを供給することができる。

また、エネルギーの地産地消についても、米国のハイパースケールデータセンターの例（原子力発電所の併設）からも需要が増すことは間違いない。エネルギーの地産地消は、輸送によるCO<sub>2</sub>排出やエネルギー損失を抑えられることに加えて、地域の経済活性化や防災時のレジリエンス強化にも大きく寄与することになる。

#### ■ 産業競争力に与える影響

我が国のエネルギー自給率は15.2%（2023年度）で、世界各国と比較しても低い割合である<sup>13</sup>。ナチュラルエネルギーの促進は、我が国の低いエネルギー自給率を打開するために重要である。

また、都心部一極集中に対する地方創生も我が国の大きな課題の一つである<sup>14</sup>。製品のさらなる低炭素化が求められる中、ローカルナチュラルエネルギーが、地方における産業創出にもつながることが期待される。

<sup>10</sup> [Mineralogical Consideration on the Landslides in Serpentinite Belt](#) 1998年

<sup>11</sup> [ThinkGeoEnergy's Top 10 Geothermal Countries 2024](#) 2025年1月

<sup>12</sup> [Geothermal power generation in the world 2010–2014 update report](#) 2016年3月

<sup>13</sup> [2023年度エネルギー需給実績](#) 2024年11月

<sup>14</sup> [内閣官房 地方創生2.0の「基本的な考え方」概要](#) 2024年12月

# 4

## 多孔性材料

### Metal Organic Framework/ Porous Coordination Polymers

⇒高度水処理, PFAS分離, CO<sub>2</sub>分離

#### ■ 概要

MOF (Metal Organic Framework) と PCP (Porous Coordination Polymers) は、金属イオンと有機配位子が結合して形成される多孔性材料である。これらは内部にナノサイズの細孔を持つ結晶構造で、ガスの貯蔵や分離、触媒反応などに利用される。ここでは特に MOF について言及する。

#### ■ 興味深い理由

MOF が発明されてから 30 年近くが経過したが、実用化事例はまだ少なく、大きな事業創出には至っていないものの、CO<sub>2</sub> 回収や海水淡水化、ガス分離などへの応用への期待が急速に高まっている。

HKUST-1 という MOF は、1 グラムあたり約 4.2 ミリモルの CO<sub>2</sub> を吸着することができ、約 5.4 キログラムの HKUST-1 で 1 キログラムの CO<sub>2</sub> を吸着できる計算になる<sup>15</sup>。また、PSP-MIL-53 という MOF は、太陽光を利用して海水から塩を吸着し、30 分未満で安全な飲料水を生成できるとの報告がある。1 日に 1kg あたり約 140 リットルの淡水を生成し、日光に晒すことで 4 分以内に再生でき、再利用が可能な素材である<sup>16</sup>。このように、MOF の研究成果は非常に興味深いものが多く、実用化・産業化が大きく期待される。

#### ■ 産業競争力に与える影響

日本の CO<sub>2</sub> 削減目標は、2030 年度までに 2013 年度比で 46%削減し、さらに 50%の削減を掲げている<sup>17</sup>。2022 年度の我が国の CO<sub>2</sub> 排出・吸収量は、約 10 億 8,500 万トン (CO<sub>2</sub> 換算、以下同じ) で、2013 年度比では 22.9% (約 3 億 2,210 万トン) の減少であった<sup>18</sup>。高効率な CO<sub>2</sub> 吸着が実用化され、同じく日本が強みを持つ CO<sub>2</sub> 分離技術とシナジーが出せれば、カーボンニュートラル実現を加速させると期待される。

また、水資源や安全な飲み水の確保を目指す世界の海水淡水化プラント設備市場規模は、2030 年までに 736 億 1,680 万ドルと推定され、2024 年から 2030 年にかけて年平均成長率 (CAGR) 10%で成長すると予測されている<sup>19</sup>。MOF による海水の淡水化が社会実装されれば、この淡水化プラントの市場規模の代替となるかもしれない。

<sup>15</sup> [High efficiency synthesis of HKUST-1 under mild conditions with high BET surface area and CO2 uptake capacity](#) 2018 年 10 月

<sup>16</sup> [A sunlight-responsive metal-organic framework system for sustainable water desalination](#) 2020 年 8 月

<sup>17</sup> [地球温暖化対策計画 \(閣議決定\)](#) 2025 年 2 月

<sup>18</sup> [環境省 2022 年度の我が国の温室効果ガス排出・吸収量について](#) 2024 年 4 月

<sup>19</sup> [Grand View Research 世界の海水淡水化プラント装置市場 \(2024 年~2030 年\)](#) 2024 年 9 月

# 5

## バイブロニクス

### Vibronics

⇒電子-フォノンの相互作用, 半導体-絶縁体界面での非平衡熱輸送, 表面音波-スピン波相互作用

#### ■ 概要

振動の伝播とエネルギー輸送を包括的に扱う新たな学術領域。微視的なレベルの熱輸送制御と、マクロなレベルでの熱制御をシームレスに繋げることが目的である。電子-フォノンの相互作用, 半導体-絶縁体界面での非平衡熱輸送, 表面音波-スピン波相互作用などを取り扱う。

#### ■ 興味深い理由

エネルギー輸送分野における原子・分子動態を理解する新しい学術領域であるバイブロニクスは、これまでフォノンエンジニアリングというコンセプトの下、熱を輸送するミクロなメカニズムの解明が進み、精緻な熱輸送制御を様々な分野へ展開していく素地ができていた。このような原子・分子レベルの現象を応用することで、これまで限界とされていた性能を超える可能性がある。

例えば、液体中の気泡の動態を制御できると、電気分解で得られる水素の取得効率を飛躍的に向上させることができる。その他にも、発電機のボイラや冷却プールの高効率化や、医療機器への応用として血栓抑止にも展開可能と考えられる。再生可能エネルギーを含めた電力安定供給技術と並行して重要な低消費電力技術に繋がる可能性がある。

バイブロニクスは新興の学術分野<sup>20</sup>であり、学会発表レベルの成果のみ公開されているが、今後2～3年の間に技術的ブレイクスルーが起こることを期待する。

#### ■ 産業競争力に与える影響

バイブロニクスによって、界面熱抵抗ゼロによる熱交換器の面積半減が実現すれば、空調の高効率化、自動車・船舶のエンジン効率化、発電効率の向上など幅広い応用が考えられる。また、沸騰における気泡の動態理解は、電気分解における水素生成の回収効率向上に寄与する可能性がある。バイブロニクスが社会実装されれば、特にエネルギー分野に大きな影響をもたらすと考えられる。

<sup>20</sup> 第 85 回応用物理学会秋期学術講演会 [Vibronics Energy transport science of vibration in solid](#) 2024 年 9 月

# 6

## スピサイエンス

Spin Science

⇒マルチフェロイック物質, 高効率メモリデバイス

### ■ 概要

スピサイエンスは、電子のスピンという量子力学的な性質を利用して物質の特性や挙動を研究する学術領域である。電子のスピンは、電子が持つ固有の角運動量であり磁気モーメントを生じさせる。この性質を利用して、マルチフェロイック物質をはじめとする先端技術が開発されている。

### ■ 興味深い理由

スピサイエンスは、電子のスピンを利用して情報を処理・伝達する技術であり、従来のエレクトロニクスに比べて、低消費電力で高速なデバイスが期待されている。例えば、磁気トンネル接合 (MTJ) は、磁性層と絶縁層を交互に積層した構造で、スピン依存のトンネル効果を利用し、磁気抵抗メモリ (MRAM) に応用され、高速で不揮発性のメモリデバイスとして注目されている。

その中でも、マルチフェロイック物質は、強磁性 (ferromagnetism)、強誘電性 (ferroelectricity) など、複数の「強制的」な性質を併せ持つ物質で、磁場や電場などの外部刺激によってその性質を制御できるため、新しい電子デバイスやメモリ素子、超高感度センサの開発に期待されている。レビュー論文<sup>21</sup>で多く引用されている日本の研究機関が世界に先んじて実用化に向けて動き出せる環境にある。

### ■ 産業競争力に与える影響

高効率メモリデバイス市場は、今後数年間で大きな成長が予測されている。2021年には約1,247億8千万ドルと評価され、2029年までに3,602億2千万ドルに達すると予測されている。これは、年平均成長率14.9%に相当する<sup>22</sup>。スピサイエンスによって実現される可能性がある超高効率メモリデバイスは、この市場の多くを獲得できる可能性を秘めている。また、超高感度センサは科学探査、医療、エネルギー、環境といった様々な分野に応用可能であり、とくに科学探査の領域が産業競争力に与える影響は大きい。

<sup>21</sup> [Journal of Materials A Science review on current status and mechanisms of room-temperature magnetoelectric coupling in multiferroics for device applications](#) 2022年6月

<sup>22</sup> [FORTUNE BUSINESS INSIGHTS メモリデバイス市場規模、シェア、成長 | 予測](#) 2025年2月

# 7

## トポロジカル物質

### Topological Material

⇒異常ネルンスト効果, フォトニック結晶レーザ

#### ■ 概要

トポロジカル物質は、これまでにない電子構造を持つ物質であり、2016年のノーベル物理学賞の対象となった。この物質は、従来の絶縁体、導体（金属）、半導体の枠に当てはまらない新しいカテゴリとして研究されている。

#### ■ 興味深い理由

トポロジカル物質は、その特異な電子構造により、異常ネルンスト効果を筆頭とする特筆すべき効果を示す。トポロジカル物質の物性は、従来の物質には見られないものであり、新しいデバイスや電子部品の実現が期待されている。

異常ネルンスト効果とは、トポロジカル物質に熱を流した際に、温度勾配と仮想磁場の磁化方向に対して垂直方向に電圧が発生する効果を指す。この効果を利用することで、高速応答・高感度かつ自由度の高い熱電材料を低コストで量産可能となる。熱流束センサへの応用が期待され、熱快適検出可能な生体センサ、バッテリーや半導体の異常検出、製造設備の故障予知・監視モニタリング、熱漏れ、断熱検出、熱発電デバイスなどへの応用が期待されている。

また、異常ネルンスト効果を応用したデバイス以外の具体的な応用例として、フォトニック結晶レーザ（PCSEL）が挙げられる。PCSELは、トポロジカル物質における二次元共鳴に基づきレーザ光を生成する。高出力・高ビーム品質、狭い発散角といった多様な機能を持ち、加工用ハイパワー光源やLiDARへの応用といった分野での実用化が期待される。

#### ■ 産業競争力に与える影響

異常検出の市場は2030年に向けて拡大が予測されている。具体的に、2022年の53億ドルから2030年には150億ドルに成長し、予測期間である2023年から2030年の年平均成長率16.1%と予測されている<sup>23</sup>。また、フォトニック結晶レーザが活躍すると期待されるレーザ加工の世界市場は、2022年に224億ドルと評価され、2023年の241億ドルから2030年までに482億ドルに成長すると予測されている<sup>24</sup>。この市場を支える技術としてのトポロジカル物質が産業競争力に与える影響は大きい。

<sup>23</sup> [Panorama Data Insights 異常検出市場の展望](#) 2024年11月

<sup>24</sup> [FORTUNE BUSINESS INSIGHTS レーザ加工装置の市場規模・シェア](#) 2025年2月

# 8

## フィジカルAI

### Physical AI

⇒AI×ロボティクス, サービスロボット, 自律運転

#### ■ 概要

フィジカル AI（物理 AI）とは、現実世界の物理法則を理解し、環境や物体と直接相互に作用しながら動作する AI のことを指す。フィジカル AI を実現するために、シミュレーション環境で学習した知識やスキルを現実世界に適用する Sim2Real（Simulation to Reality）が重要となる。現実では実行不可能なあらゆる動作を、物理法則を精緻に表現したシミュレータを使って試行し、その結果を学習した生成 AI が制御コードを自動生成し、実機に実装することで、例えばものづくりにおける圧倒的な性能向上や開発期間の短縮を可能とする。

#### ■ 興味深い理由

ウェブ上のデータの学習で成功した生成 AI の分野で日本は出遅れたが、マルチモーダルモデルで AI を物理現象に拡張し、フィジカル AI として現実世界と結びつける次のステージにおいては、ハードウェアやものづくりで強みを持つ日本の勝ち筋が来る可能性がある。

例えば、我が国の企業や大学などの組織が保有する大量の物理データを連携させ学習することで、他にまねのできない精緻な動きを可能とする AI サービスロボットが実現可能になる。また、ものづくりで培った物理現象の深い理解がなければできないシミュレータが数億回の試行を繰り返すことで、高度な性能を発揮するフィジカル AI を生み出すことが可能となる。そのようにして作られた AI が最適な制御コードを自動生成し、それを実装した自動車や建機、あるいはドローンなどが短期間の数回の実機試験だけで、安全で効率的な自律運転を可能にする。これらの特長は、ものづくり力を磨き続けた我が国にとって大きなチャンスである。

#### ■ 産業競争力に与える影響

世界のロボット市場は急速に伸びている。2032 年に産業用ロボットで 555 億 5 千万ドルに<sup>25</sup>、サービスロボットは 1,077 億 5 千万ドルに成長すると予測されている<sup>26</sup>。また、2030 年には世界のドローン市場が 739 億 5 千万ドルになるとの予測がある<sup>27</sup>。ウラノス・エコシステム等日本で議論されているクロスインダストリーのデータベースと合わせて、日本の企業や大学等が保有するデータを連携させることでスケールアップし、フィジカル AI で優位性を発揮できれば、これら巨大市場において産業全体に与えるインパクトは計り知れぬほど大きいと期待される。

<sup>25</sup> [FORTUNE BUSINESS INSIGHTS 産業用ロボットの市場規模、シェア、成長](#) 2025 年 2 月

<sup>26</sup> [Grand View Research 世界のサービスロボット市場（2024 年～2030 年）](#) 2024 年 9 月

<sup>27</sup> [Mordor Intelligence ドローンの市場規模とシェア分析 -産業調査レポート](#) 2025 年

# 9

## 量子ネットワークと量子センシング

Quantum Network and Quantum Sensing

⇒量子クラスタリング, 量子干渉, ダイヤモンド量子センサ

### ■ 概要

量子ネットワークは複数地点間で量子もつれ状態を共有するものであり、既存のインターネットとは全く異なるものである。一方、量子センシングは、量子力学の原理を用いて物理量を高感度で計測する技術である。複数の量子コンピュータや量子センサを量子ネットワークでつなぐことにより、それぞれの性能を飛躍的に向上させることができる。量子ネットワークは、量子テレポーテーションへの道を拓く技術としても期待される。

### ■ 興味深い理由

日本は量子コンピュータの開発において一定の競争力を有するだけでなく、光通信の世界でも強みを発揮してきた。量子ネットワークは、量子状態を光で結ぶものであり、両方の技術的な強みを発揮できる分野である。また、粒子の波動性によって生じる量子干渉を応用する量子センシングも日本が強みをもつ技術分野である。

古くから日本は、光や電子を用いた高度なセンシング技術を保有しており、量子効果を利用した技術に発展させる量子ネットワークと量子センシングの研究における日本のポジションは高く、来る5年以内に大きな技術的ブレイクスルーを起こすことを期待する。

### ■ 産業競争力に与える影響

世界各国が量子コンピュータに巨額の投資をしている現状に加え、まだ投資が十分ではない量子ネットワークと量子センシングに対し、いち早く投資することで量子社会の実現時期を早めることができる。量子コンピュータが創出する価値が2040年までに8,500億ドルという予測<sup>28</sup>に、量子ネットワークと量子センシングが加われば、さらに大きな産業インパクトが生まれる。その中核を、日本が担うことができることを期待する。

<sup>28</sup> [Boston Consulting Group The Long-Term Forecast for Quantum Computing Still Looks Bright](#) 2024年7月

# 10

## ブレインテック

### Brain Technology

⇒ブレインマシンインターフェース, ニューロフィードバック, ニューロマーケティング

#### ■ 概要

ブレインテックは脳科学とエンジニアリングを融合させた分野であり、脳の機能や構造を理解し、それを応用する技術を開発することを目的としている。医療、教育、マーケティングといった様々な領域で応用されている。

#### ■ 興味深い理由

ブレインテックが進展することにより、人間の脳と機械の連携が可能となり、医療、コミュニケーション、教育、エンタテインメントなど多岐にわたる分野で革新的な変革が期待される。例えば、ブレインテックを応用したデバイスであるブレインマシンインターフェース (BMI) の例では、ワイヤレスデバイスを用いてのロボットアーム操作実証実験が開始され、四肢麻痺の患者が思考だけでコンピュータやロボットアームを操作できるようになることを目指している<sup>29</sup>。

BMI は米国での研究開発が盛んであり、特に侵襲型（脳や身体の内部に直接アクセスして脳計測結果を応用する技術）の研究成果がメディア等でも広く公開されている。我が国のブレインテックは、高感度な脳波計測をはじめとする非侵襲型（身体への直接的な侵入を伴わずに脳の活動を計測して応用する技術）に強みを持つ。特に、ダイヤモンド NV センタのような量子センサと、AI によるリアルタイム脳波解析を組み合わせることで、非侵襲型ブレインテックが医療診断や教育（ニューロフィードバック）、マーケティング調査（ニューロマーケティング）を飛躍的に発展させる可能性がある。ブレインテックと AI の組み合わせは、個人の脳の状態に合わせた個別フィードバックを可能にし、教育現場やビジネス環境において、より効率的なパフォーマンス向上をもたらすと期待される。

#### ■ 産業競争力に与える影響

ブレインテックの世界市場規模は、2024 年に 24 億 4 千万ドルと推定されている。今後、2025 年から 2030 年にかけて年平均成長率 18.15%で成長し、65 億 2 千万ドルに達すると予測されている<sup>30</sup>。日本のみ限定した市場においても、2030 年には 4 億ドルを超える見込み予測がある。

日本が強みを持つ、身体の負担が少ない非侵襲型のブレインテックの市場規模は、2030 年かけて年平均成長率 9.27%で成長し 23 億 7 千万ドルに達すると予測されている<sup>31</sup>。

大きな成長見込みがあるブレインテックで、我が国の産業競争力が強化される影響は大きい。一方で、こうした技術革新には、プライバシー保護や倫理的課題も伴うため、技術開発と並行して適切な考慮が必要である。

<sup>29</sup> [Neuralink](#) 2024 年 11 月

<sup>30</sup> [GRAND VIEW RESEARCH Brain Computer Interface Market Size & Outlook, 2030](#) 2025 年 2 月

<sup>31</sup> [株式会社グローバルインフォメーション 脳波測定装置市場| 市場規模 分析 予測 2025-2030 年](#) 2024 年 10 月

## 謝辞

今回の選定にあたり、国立研究開発法人 科学技術振興機構 研究開発戦略センターおよび国立研究開発法人 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から多大な助言と協力を頂いた。ここに深く感謝する。