

ブレインテックの概説と動向

～脳科学とテクノロジーによる金融ビジネスの未来～

2021年 3月 15日

株式会社日本総合研究所
先端技術ラボ

(本件に関するご照会先) 間瀬 英之 / Mail: 101360-advanced_tech@mljri.co.jp

本資料は、作成日時点で弊社が信頼出来ると考えた資料に基づき作成したのですが、情報の正確性・完全性・有用性・安全性等について一切保証するものではありません。また、実際の技術動向等は、経済情勢等の変化により本レポートの内容と大きく異なる可能性もあります。ご了承ください。本資料の著作権は株式会社日本総合研究所に帰属します。

0. はじめに

- 近年、脳科学の知見とテクノロジーを組み合わせた「ブレインテック」が注目。真のニーズ把握や考えるだけで情報をダイレクトに伝達など、これまでにない高度なマーケティングやコミュニケーションの実現が期待される。
- 現状、医療・ヘルスケアやマーケティング、教育などの一部の分野・用途で実用化に向けた取り組みが進み、金融においても、マーケティングや資産運用業務などにおいて、活用の可能性があると考えられる。
- 脳活動データを低コストで容易に収集・管理したり、膨大なデータ量を高速・効率的に処理する仕組みが必要であるが、中長期的に課題が解決され、社会への普及・活用の幅が広がることが予想される。金融機関においても、将来の本格活用に向け、技術動向や取り組み事例を注視していくことが肝要。

章	題名	頁
第1章 技術の解説	1. 1 背景・導入	2-7
	1. 2 技術の概説	
第2章 動向・取り組み事例	2. 1 政策動向・投資動向	8-16
	2. 2 スタートアップ企業の動向	
	2. 3 研究・取り組み事例	
第3章 今後の展望	3. 1 利点と課題	17-19
	3. 2 今後の方向性	
	3. 3 まとめ	

1.1 背景・導入：ブレインテックへの期待

- 近年、脳科学の知見とテクノロジーを組み合わせた「ブレインテック」が注目を集める。
- BMI(*)によるドライバー運転支援など、ブレインテックへの取り組みが進む。
 (*)BrainMachineInterfaceの略。脳波等で機械を操作する技術。以下「BMI」という。
- 金融においても、マーケティングや商品開発、資産運用業務などへの活用が期待される。

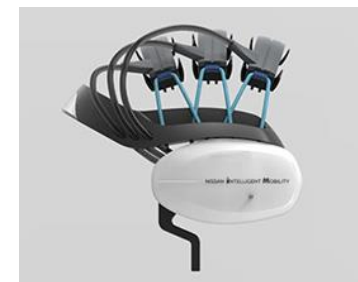
ブレインテックへの期待

- ブレインテックとは、「脳(Brain) × テクノロジー (Technology)」を組み合わせた造語であり、**脳科学の知見とテクノロジーを組み合わせたビジネス**を指す。
- 近年、ブレインテックの一つであるBMIを活用したドライバー運転支援の開発が進むなど、その適用分野や用途は広い。金融においても、**マーケティングや商品開発、資産運用業務などへの活用が期待される。**

適用分野/用途例	概要例
医療・ヘルスケア	・睡眠時の脳波を分析し、深い睡眠へ誘導 ・脳機能を維持・回復するトレーニングに活用
自動車	運転時の脳波を検出し、運転を支援
マーケティング・商品開発	脳活動から、顧客のニーズや購買意欲をダイレクトに把握し、商品やサービスを提案
教育・訓練	脳活動をフィードバックし、学習能力を向上
経済的意思決定	勘と経験による非合理的なバイアスを排除、経済的意思決定を改善する

(参考)ブレインテックの活用例

- 日産自動車は、ドライバーによる「ステアリングを回す」、「アクセルペダルを踏む」といった運転操作について、**実際に操作をする前に脳波を検出、自動運転へと適用する脳波コントロール技術を開発。**



出典：日産自動車 (<https://www.youtube.com/watch?v=x10uyrR239k>、<https://www.nissan-global.com/JP/TECHNOLOGY/OVERVIEW/b2v.html>)

- アウディジャパンは、NTTデータが提供する**広告評価ソリューション「DONUTs」**を活用し、**テレビCMの効果**を測定。従来は難しかった**広告クリエイティブの質**を改善。
- 「DONUTs」では、**テレビCMなどの動画広告**を見ている人の**脳活動をfMRI(機能的核磁気共鳴画像法)**により計測し、**その脳活動パターンから視聴者の知覚内容を解読する。**

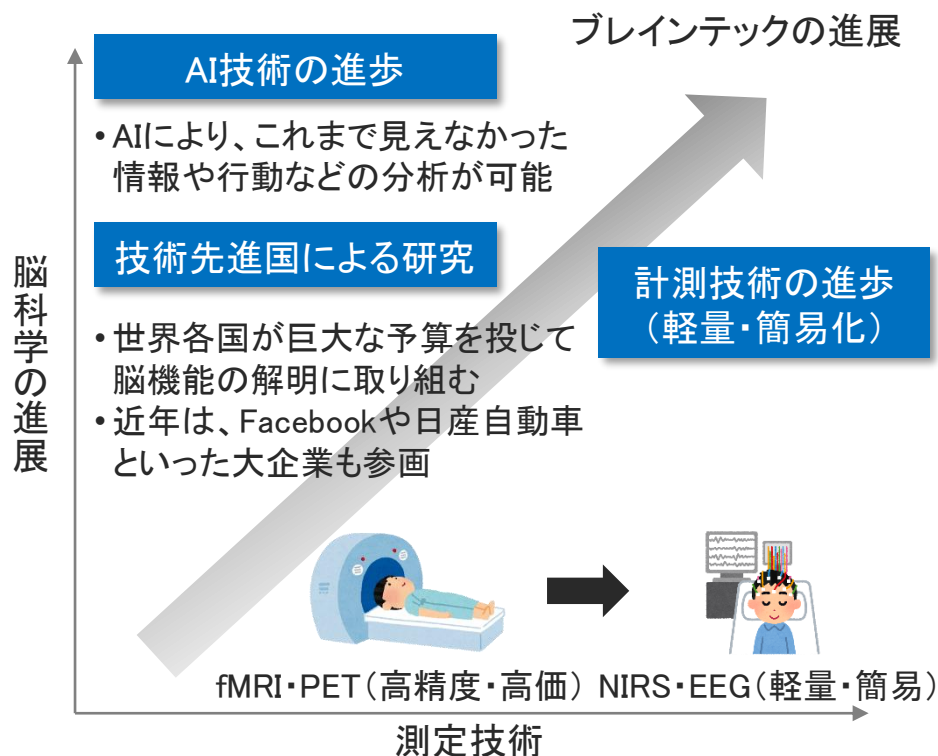
出典：アウディとNTTデータが脳科学を使って、広告クリエイティブの質の定量化に成功 (<https://www.advertimes.com/20170322/article246097/>)

1.1 背景・導入：ブレインテックの進展

- 「技術先進国による研究」や「AI技術の進歩」、「計測機器の小型化」により、ブレインテックは進展。
- 世界最小・最軽量クラスで手のひらサイズの小型脳計測器も発売されており、注目を集めている。

ブレインテックの進展

- 脳活動測定技術やAI(人工知能)の進歩、欧米を中心とした大規模な国家プロジェクトによる技術研究により、ブレインテックは進展。近年、注目を集めるようになった。



(補足)fMRI: functional Magnetic Resonance Imaging (磁気共鳴機能画像法)の略、PET: positron emission tomography (陽電子放出断層撮影)の略
 NIRS: Near Infra- Red Spectroscopy (近赤外光分法)の略、Electroencephalogram (脳波)の略

(参考)手のひらサイズの小型脳計測器

- 東北大や日立ハイテクノロジーズなどが出資・設立した脳科学ベンチャー企業NeUは、認知機能の維持・向上を支援する脳トレアプリ「Active Brain CLUB」をリリース。
- センサーと2年間利用できるアプリにて(定価34,800円)、自分の脳の活性化の度合いをリアルタイムで測りながら、頭の回転や記憶力、注意力などを鍛えることができる。利用者はリリースからの約1年間で1,000人を超えた。
- **世界最小・最軽量で手のひらサイズ(重さ30g、厚さ13mm)の小型計測器**をヘアバンドなどを用いておでこ周辺に装着し、脳の活動状況を測定する。



出典:【東北大発】世界最小の脳センサーを使った「脳トレ」で、高齢化という世界課題に立ち向かう NeU
 (<https://tohoku360.com/neu/>)

1.2 技術の概説：ブレインテックの概要

- **入力**： 認知状態や感覚体験などの脳活動をfMRIやEEG等の装置で計測する。
- **出力**： それらの結果を、デコーディングやニューロフィードバック、BMIへ応用する。

入力

[脳活動の計測]

運動意図、認知状態・スキル、感覚体験などの脳活動をfMRIやEEG等の装置で計測する(P.18~20)。



fMRI・PET(高精度・高価)



NIRS・EEG(軽量・簡易)

脳活動例

運動意図



移動、把握、到達、停止、操作 など

認知状態・スキル



脳の健康状態、認知能力、好きな気持ち・心地よい感覚 など

感覚体験



視覚、聴覚、嗅覚、味覚、体性感覚、夢 など

出力

[意識や知覚を解読]

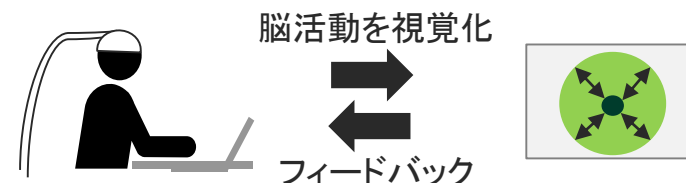
脳活動から、本来は本人にしか知ることができない主観的な意識や知覚を解読する(P.6)。



デコーディング

[脳活動をフィードバック]

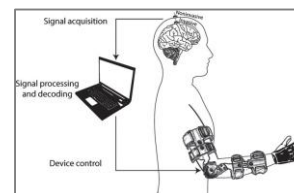
脳活動をリアルタイムにモニタリングしながら、脳活動の自己制御する(P.6)。



ニューロフィードバック

[機械を動かす]

推定した情報(意図・状態など)に合わせた行動支援・機器制御する(P.7)。



BMI

出典: Brain-machine interfaces for rehabilitation in stroke: A review
 (<https://content.iospress.com/articles/neurorehabilitation/nre172394>)

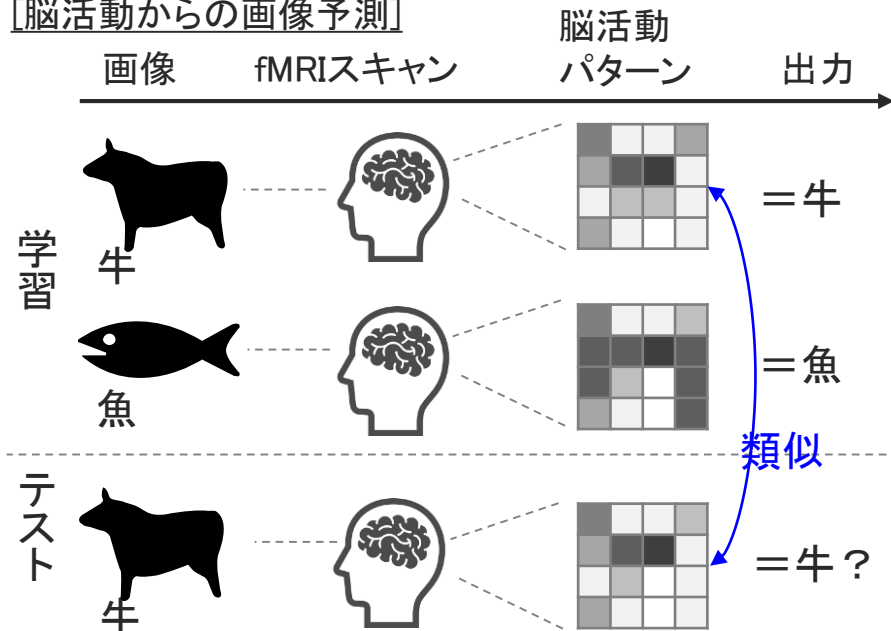
1.2 技術の概説： デコーディング/ニューロフィードバック

- デコーディング： 脳活動パターンから主観的な意識や知覚の解読が可能にする技術のこと。
- ニューロフィードバック： 脳活動をリアルタイムにモニタリングし、脳活動を自己制御する手法。

デコーディングの概要

- デコーディングとは、人間の意識や知覚から、詳細な脳活動パターンが得られるのと逆に、脳活動パターンから、考えや感情のように外部から観察しにくい意識や知覚を推定する手法。

[脳活動からの画像予測]

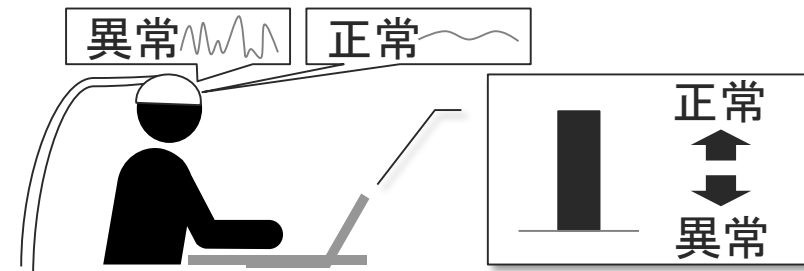


- 脳活動パターンの学習モデルから、被験者が見ている画像は牛である確率が高いと推測できる。

ニューロフィードバックの概要

- ニューロフィードバックとは、脳活動をリアルタイムにモニタリングしながら、脳活動の自己制御する手法。
- 発達障害、てんかん、うつ病、アンチエイジング、スポーツや音楽の能力向上など、様々な用途での応用が進んでいる。

[ニューロフィードバックによるてんかん治療]



- 例えば、てんかん(*1)治療での利用がある。てんかん患者は、異常な脳波を発生しているが、その状態を患者本人に提示し、改善を促す(上図)。脳活動を見ながら、瞑想などさまざまな試行錯誤の末、何らかのコツをつかむと、ある程度、異常な脳波を減らせるようになり、その結果として、てんかん発作の頻度を減らすことができる。

(*1) 脳の慢性疾患で、脳の神経細胞に突然発生する激しい電氣的な興奮により、繰り返す発作のこと

出典：高橋宏知 著「(続)メカ屋のための脳科学入門」

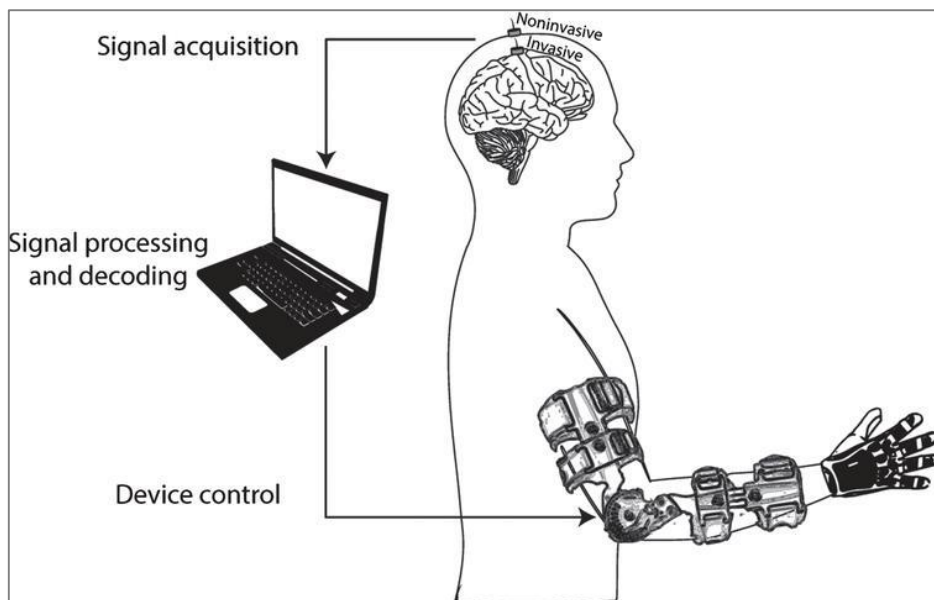
1.2 技術の概説: BMI(ブレイン・マシン・インターフェース)

- BMI: 脳と計算機・ロボットなどを直接結び付ける技術。脳情報から車いす等の機械を操作するなど、新たなインターフェースとして、社会的な注目度が高い。

BMIの概要

- 2000年にニコレリスらがNature誌に発表した論文(*1)において、サルの神経活動パターンから機器制御ができるロボットが開発された。その後、2006年にドナヒューらが、四肢麻痺の被験者の運動野に電極アレイを埋め込み、全く身体の動かさなくとも脳活動だけでパソコンやロボットの制御ができることを示した(*2)。
(*1) J. Wessberg et al. (2000) Nature 408: 361-365
 (*2) L.R. Hochberg et al. (2006) Nature 442: 164-171
- **このような脳と計算機・ロボットなどを直接結び付ける技術をBMI(ブレイン・マシン・インターフェース)と呼ぶ。**
- BMIの実現は、高齢者等における身体的な機能補助システムへの活用など、社会的問題解決の技術として期待される。

イメージ図

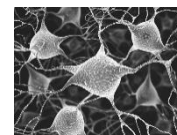


伝達経路の違い

[通常]



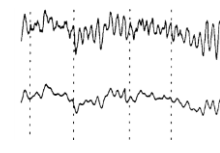
命令


 ニューロン発火
(電気信号)

筋肉

腕、足などを動かす

[BMI]


 命令
(強く念じる)


脳波

 機械
(マシン)

 義手、車椅子、
キーボードなどの操作

2.1 政策動向・投資動向

- 世界各国(米国、EU、中国など)は莫大な予算を投じて、ブレインテックを研究・開発。
- NeuralinkやFacebookといった民間企業も多額の投資を行い、技術研究を実施中。

各国の主な政策動向

国名	概要
米国	<ul style="list-style-type: none"> • DARPAは1970年代から脳科学を研究。目的は米兵の支援であり、負傷した脳と行動機能の回復とトレーニングとパフォーマンスの改善法を提供。 • 2013年に大規模脳研究計画「BRAIN Initiative」創設を発表。10年間で予算\$45億で、産官学連携のもと、脳の動的な全体像を明らかにする新技術の開発中。
EU	BMIデバイスの開発などの複数の研究プロジェクトを実施。「 BNCI Horizon 2020 」(7年間€800億)や「 Human Brain Project 」を設けて、大学等研究機関での研究成果を企業に移転し、製品を市場に投入する他、 脳データのDB化を進める。
中国	科学技術部と国家自然科学基金が主導する脳科学プロジェクト「 China Brain Project 」を実施。2016年～30年の 15年間。
イスラエル	国家的プロジェクトとして取り組んでおり、 脳科学に特化したカンファレンス「BrainTech」を開催。
日本	脳科学研究推進戦略プログラム(文部科学省)、脳の仕組みを活かしたイノベーション創成型研究開発(総務省)など、 各省庁で研究開発事業を実施。

民間企業の主な投資動向

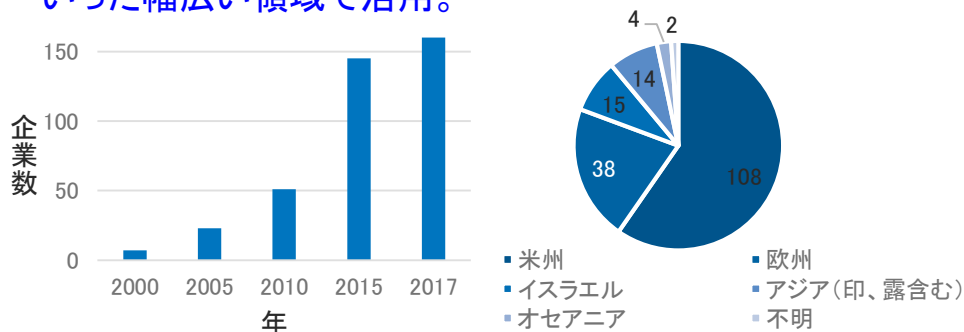
会社	投資額	概要
Neuralink	CEO: Elon Musk \$1.7億 (2017.8) \$5,100万 (2019.4)	<ul style="list-style-type: none"> • 脳で考えたことを言語化せずダイレクトに伝達可能とするための脳内埋め込み型(侵襲型)デバイスを開発する。 • 4年で臨床応用、8～10年で一般者向け提供を目指す。
Facebook Building∞	所長: Regina E.Dugan \$数億 (2017.4)	<ul style="list-style-type: none"> • 頭の中で静かに話していることを検出するための非侵襲型デバイスを開発する。 • 脳の言語中枢から直接、毎分100語をタイピングすることを目指す。
Kernel	CEO: Bryan Johnson \$1億 (2016.10)	<ul style="list-style-type: none"> • 脳の回路を回復し、記憶力を取り戻させるための脳内埋め込み型(侵襲型)デバイスを開発する。 • アルツハイマー病や外傷性脳損傷による認知症改善を目指す。

2.2 スタートアップ企業の動向

- ブレインテック関連のスタートアップ企業数は近年、増加。地域別の分布は、米州が半数近くを占める。
- 医療・ヘルスケアが中心であるが、ニューロマーケティング、人材育成といった幅広い領域で事業展開。

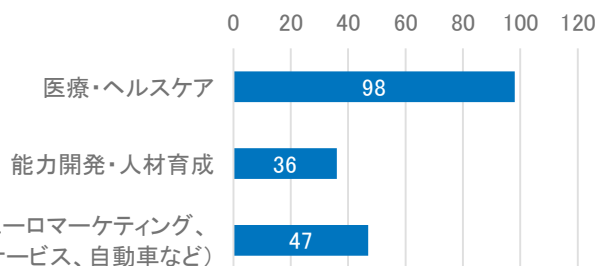
スタートアップ企業の状況

- ・ブレインテック関連のスタートアップ企業数は近年、増加。地域別の企業数は、米州が半数近くを占める。
- ・医療・ヘルスケア、ニューロマーケティング、人材育成といった幅広い領域で活用。



世界におけるブレインテック関連のスタートアップ企業数 (N=160社)

調査対象としたスタートアップ企業の地域別分布 (N=181社)



調査対象としたスタートアップ企業の領域内訳 (N=181社)

出典: トリケップスセミナー NTTデータ経営研究所「脳科学とその人事施策・働き方改革への応用」

(参考) スタートアップ企業例

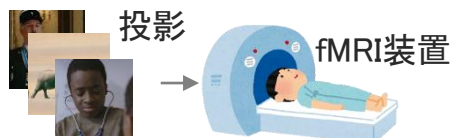
企業名	設立年/ 本拠地	概要
InteraXon Inc.	2007年/ カナダ	簡易型の脳波計Museを3万円程度で販売。自分の脳波が簡単に測定できるため、発達障害の治療法の1つであるニューロフィードバックに使われている。
Neuro electrics	2007年/ スペイン	脳の健康増進に寄与するブレイン・ヘルス・カンパニー。ウェアブル脳刺激デバイスとソフトウェアで脳疾患の診断や治療を行う。
SensArs	2015年/ スイス	スイス連邦工科大学ローザンヌ校のスピノフ。病気や事故で手足を切断した人が失った部分の感覚を取り戻せる神経機能代替デバイスSENSYを開発。
Looxid Labs	2015年/ 韓国	感情認識システムとVRを融合したヘッドセットを開発。VR体験中の感情を推測できる。応用分野の可能性は、教育、医療、軍事訓練、マーケティングなど幅広い。

2.3 研究・取り組み事例 - デコーディング① -

- NICTでは、見ていた映像を脳活動からデコーディングし、その映像を生成した。
- fMRIで計測された脳信号をもとに、ベイズ推定を用いて、視覚体験の映像化を実施。

映像による脳活動からの視覚的体験の再構築

- 映像を見ている間の脳活動を計測し、映像と脳活動を関連付けるアルゴリズムにより、映像を生成する。



- ①被験者が映像を見ている間の脳活動をfMRI装置で記録
- ②被験者の脳活動記録に合わせてコンピュータが映像を再構成(右記参照)

①被験者が見た映像

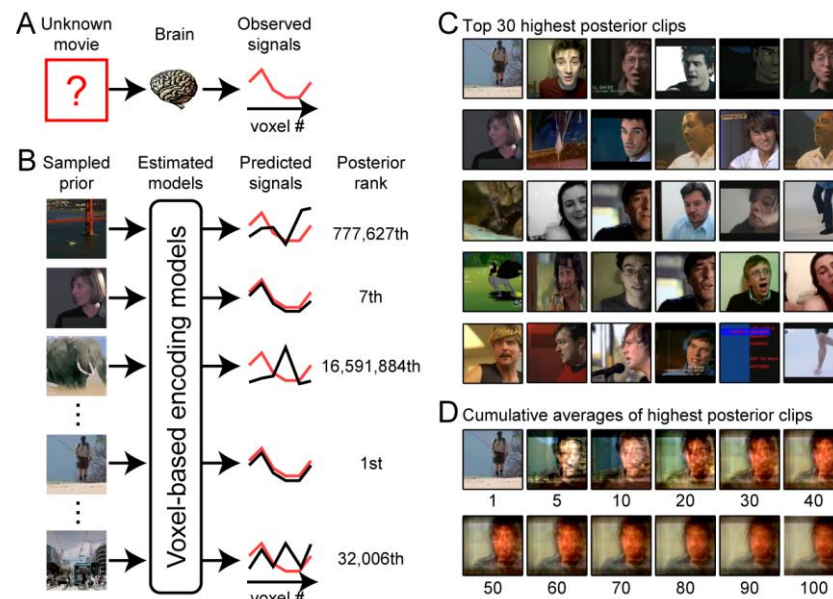


②コンピュータ生成



(参考) 脳活動記録からの映像の再構成方法

- fMRIで計測された信号(A)をもとに、ベイズ推定を用いて、視覚体験を映像化している。
- YouTubeから約1,800万秒の動画を1秒単位に分割したビデオクリップ(B)から信号を予測し、最も高い事後確率を持つクリップ(C)を求める。最終的に、それらを重ね合わせていくことで映像を生成する(D)。

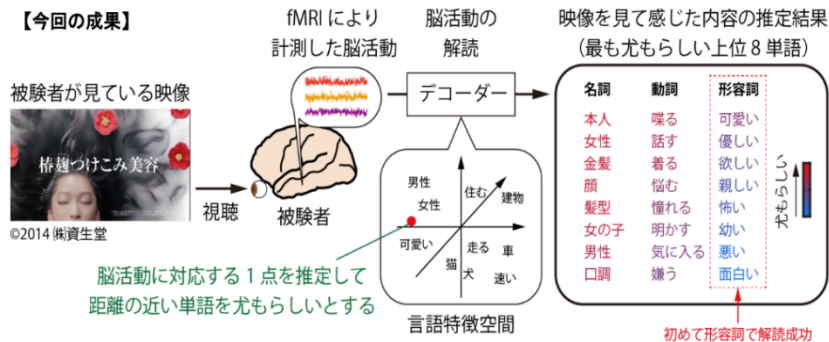


2.3 研究・取り組み事例 - デコーディング② -

- NICTは、映像で見て感じた内容を脳から言葉で読み解く脳情報デコーディング技術を開発。
- 映像コンテンツ評価方法や、発話や筆談が困難な方々などのコミュニケーションに活用が期待される。
- NTTデータは、脳情報デコーディング技術を、広告や写真などの評価に導入。

映像の言語化

- NICTの脳情報通信研究センターグループは、映像を見て感じた「物体・動作・印象」の内容を、脳活動を読み解くことで、1万語の「名詞・動詞・形容詞」の形で言語化することに成功。
- これにより、CMなどの映像を見て感じたことを脳活動から読み取り評価する映像コンテンツ評価方法や、発話や筆談が困難な方々などが頭の中で考えただけで内容の言語化が可能。本技術を基盤として、コミュニケーションを行う手段などの社会実装が期待される。



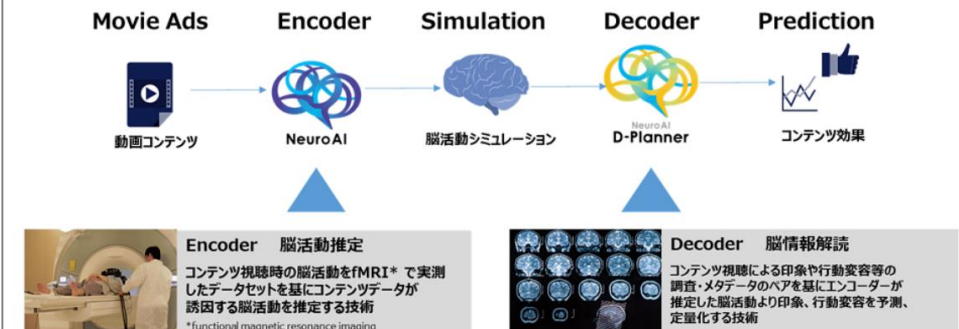
- CMを視聴中の被験者の脳活動から、見て感じた内容を推定する(上述の単語リスト)

出典：NICTプレスリリース「映像で見て感じた内容を脳から言葉で読み解く脳情報デコーディング技術を開発」
 (<https://www.nict.go.jp/press/2017/11/01-1.html>)

NeuroAI(仮想脳)

- NTTデータは、産学連携で、脳情報通信技術の研究開発を行い、感性を通じた価値体験を提供する幅広い企業に対して、コンテンツ、広告、製品の最適化といったソリューションを開発できる基盤技術「NeuroAI」を開発。
- NeuroAIを使ったNeuroAI審査によるフォト評価 (Getty Images)、CM好感度予測モデルのサービス化 (CM総合研究所)、音楽トレンドを可視化・ヒットソングの予測 (Billboard JAPAN)、Twitter動画広告の効果向上 (Twitter Japan、NewsTV) 等の導入実績がある。

[脳科学×AIで人間の感性に迫るソリューション開発基盤]



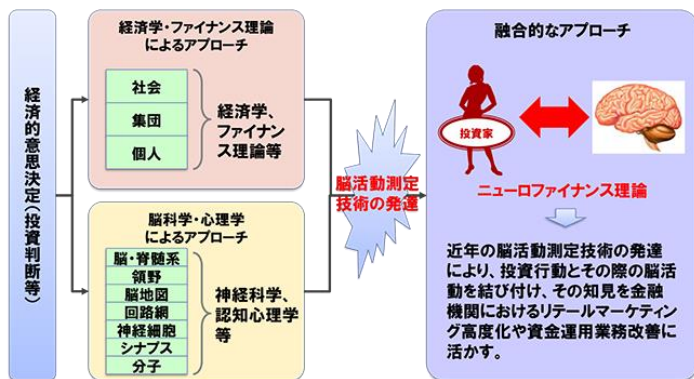
出典：NTTデータHP NeuroAI (<https://nttdata-neuroai.com/#sec03>)

2.3 研究・取り組み事例 - デコーディング③ -

- 脳科学の発達により、金融行動を脳の観点から説明する「ニューロファイナンス理論」が注目。
- 研究事例として、意思決定に影響する脳部位が明らかになっている。
- 金融機関におけるリテールマーケティング高度化や資金運用業務改善への活用が期待される。

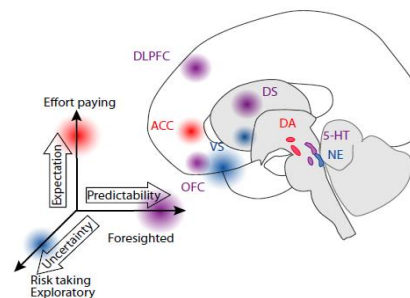
ニューロファイナンス理論

- 人間は同姓・同世代であったり、似た規模の金額資産・負債を保有していたとしても、人によってローリスク・ローリターンの行動をとったり、ハイリスク・ハイリターンの行動をとったり、**金融行動にバラつきがある。**
- このようなバラつきに対して、的確に対応するため、**経済学・ファイナンス理論と脳科学・心理学を結び付け「ニューロファイナンス理論」がある。**
- **投資活動と脳活動を結び付け、その知見を金融機関におけるリテールマーケティング高度化や資金運用業務改善に活かす。**

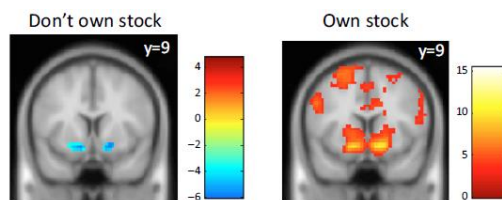


経済的意思決定に関する研究事例

- 意思決定に影響する脳部位が明らかになっている。
- 例えば、投資家による勘と経験による非合理的な経済的意思決定を改善できる可能性がある。



- 「不確実性」「予測可能性」「期待」といった経済的意思決定に関わる脳部位が明らかになっている。
- それぞれ、高い報酬に対する「期待」は前帯状皮質(赤色)、リスクテイクや探索的選択を促進する行動結果の「不確実性」は眼窩前頭皮質(青色)、後で得られる報酬の価値を決める「予測可能性」は線条体背部(紫色)が活性化する。



- 左: 購入チャンスがあったが、購入しなかった株の株価が上昇(不活性)
- 右: 購入チャンスがあり、購入(所有)している株の株価が上昇(活性)

- 株価変動時と相関する脳活動領域を示している。
- 購入チャンスがあったが、購入しなかった株の株価が上昇した時(後悔)、腹側線条体の活動は不活性となる(逆は活性)。
- **このような後悔は、ディスポジション効果や買戻し効果と関連することが示された。**

2.3 研究・取り組み事例 - ニューロフィードバック① -

- MindMaze社は、VRベンチャー初のユニコーン企業。運動機能を回復する医療用VR製品を開発。
- 授業中の生徒の脳活動をリアルタイムに色で表すことで、学習指導に役立てる実証実験を実施。
- 脳活動をフィードバックすることで、パフォーマンス最大化を目指す。

運動機能を回復する医療用VR

- 2012年、スイス連邦工科大学ローザンヌ校出身のエンジニアが起業。神経科学、BMI、ロボット工学などの20カ国以上の専門家90名以上で構成。
- 入院中の脳卒中患者の運動機能の回復を目的として、複合現実、AI、脳イメージング、脳科学を組み合わせた**医療用VR製品を開発**。すでに欧州のいくつかの大学病院で、MindMaze社のVRシステムを導入。1,300名の患者を支援した実績がある。
- 2016年に評価額が10億ドルになり、**VRベンチャー初のユニコーン企業に**。2017年にはコンシューマ市場に進出し、表情から感情を読み取るVRヘッドセットを発売。



- MindMotion PRO (主に脳卒中患者のリハビリを支援)は、肩から手までの上肢機能を回復するVRトレーニング。
- 患者はVR上のアバターを通じてゲーム形式でトレーニングを行う。

出典：MindMaze社HP (<https://www.mindmotionweb.com/mindmotion-pro/>)

生徒の「集中度」を色分け

- 東京大学の開教授らは、授業中の**生徒の脳活動をリアルタイムに色で表すことで、学習指導に役立てるシステムの実証実験を実施**。



- 携帯型の脳活動計測装置 (fNIRS) を装着し、授業中の生徒と教師の脳活動を調査。
- 教師のパソコンに無線で計測データが送られる仕組みで、生徒が課題に取り組む際の脳活動をパソコン画面に表示する。平静状態を青、脳活動が活発な状態は赤で表示される。
- 先生が各生徒の脳活動をリアルタイムで見ること、授業のやり方を工夫できる。



計測装置をつけて授業する様子

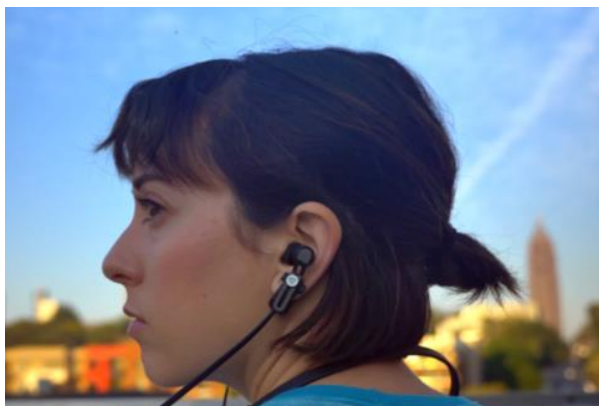
出典：Neu社 HP 東京大学による「認知脳科学に基づくEdTechの実証実験」に協力いたします
 (<https://neu-brains.co.jp/information/press/2019/05/28/854.html>)

2.3 研究・取り組み事例 - ニューロフィードバック② -

- VIE STYLE社と東京大学は、イヤホン型脳波計から測定された脳波等の生体情報により、集中度・疲労度を解析し、生産性を支援するAIを開発する共同研究を開始。
- 同デバイスを活用して、働く人の、集中度・疲労度などを脳波でモニターし可視化することにより、リモートワークにおける生産性支援および、メンタルヘルスケアを行うサービスを開発することを目的とする。

イヤホン型脳波計「VIE ZONE」

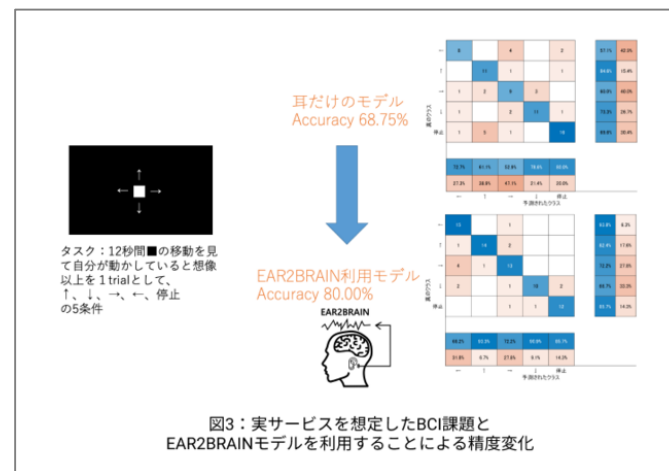
- 「VIE ZONE」は、イヤーチップが電極となり、耳(外耳道)から脳波・心拍・呼吸を取得できるウェアラブルデバイス。
- イヤホン型脳波計は、従来課題だった日常生活における脳波計測デバイスの煩雑性(装着するのが面倒、見た目が悪い等)の問題がなく、イヤホンを装着すれば脳波が計測できるため、近年注目を集めている。
- 今後、脳波を使った音楽機器の操作や、脳の状態に合わせた音楽の再生による感情調整トレーニングの実現などを目指す。



出典：VIE STYLE社HP (<http://www.vie.style/#zone>)

(参考)イヤホン型脳波計の実用研究

- NTTデータ経営研究所とVIE STYLE社は、「VIE ZONE」を使ったイヤホン型脳波計の精度向上及び実用を目的とした共同研究を実施
- 「耳の信号」から「頭皮上脳波」の信号を推定する「EAR2BRAIN」技術の開発に取り組み、高い精度で信号を再構成することに成功。当該技術を用いることで、BMIの精度を向上させる実証結果を示した。



出典：PRTIMES VIE STYLEとNTTデータ経営研究所、イヤホン型脳波計の実用研究に成功 (<https://prtmes.jp/main/html/rd/p/000000005.000067474.html>)

2.3 研究・取り組み事例 - BMI(ブレイン・マシン・インターフェース)① -

- 脳波によるドローン操作などのハンズフリー可能なインターフェース開発が進む。
- 発話の動きに関する脳活動から、音のひずみが少ない発話の合成に成功している。

脳波によるドローン操作

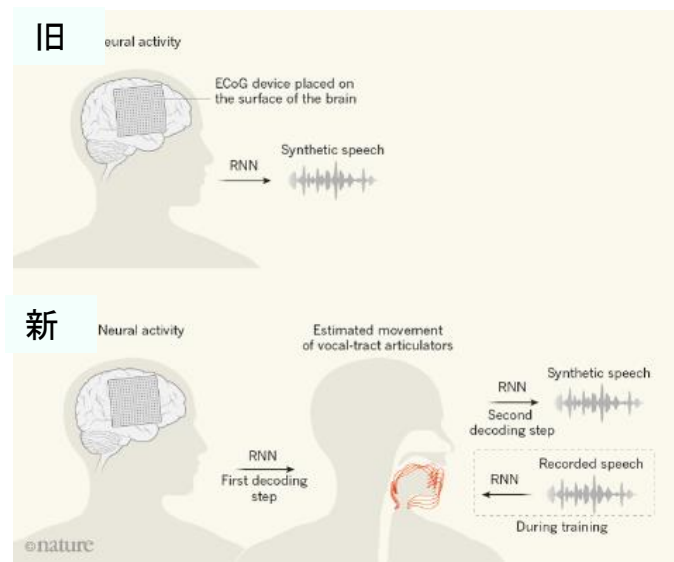
- フロリダ大学やPuzzle社による脳波センサーヘッドセットによるドローン操作の研究開発等が進む。
- (写真左)フロリダ大学では2016年から脳波によるドローン操作のコンテストを開催。「何かを前方に動かす」ことをイメージするように求めると、そのニューロン活動が脳波として読み取られる。これがドローンの操縦桿を前方に倒すデータとして記録され、次に同様の脳波が読み取られると実際にドローンを前進させる。
- (写真右)Puzzlebox Orbitは両手サイズの小型ドローンで、鳥籠のようなカバーで耐衝撃性を備える。心を無にして集中することで、ヘッドセットが反応してOrbitに脳波を送信して動かせる仕組み。



出典：フロリダ大学YouTubeチャンネル「University of Florida brain-drone race」(<https://www.youtube.com/watch?v=C0s3w-wqcl8>)、Puzzlebox HP (<https://puzzlebox.io/orbit/>)

脳波による発話の合成

- カリフォルニア大学の研究者チームは、脳に埋め込んだ電極を使って計測した、発話や発話器官の動きを制御する脳領域の活動から、音のひずみが少ない発話の合成に成功。
- RNNを用いて、神経信号を発話器官の動きの表象に変換、さらにこうした動きを話し言葉に変換することで、従来の神経信号から直接、発話を合成するBMI(上段)よりも音のひずみが少ない発話の合成に成功(下段)。



出典：Nature 「Brain implants that let you speak your mind」(<https://www.nature.com/articles/d41586-019-01181-y>)
 Copyright (c) 2021 The Japan Research Institute, Limited

2.3 研究・取り組み事例 - BMI(ブレイン・マシン・インターフェース)② -

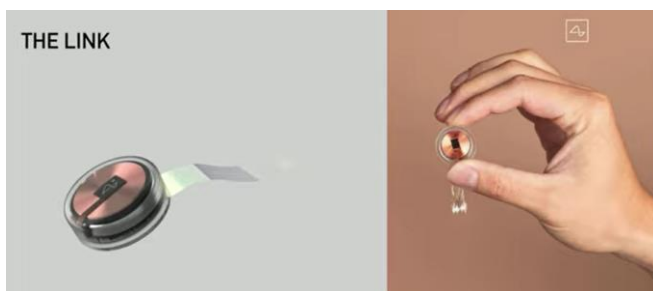
- Neuralink社は、脳波を取得、外部端末へと接続する侵襲型デバイスを研究開発中。
- 既に米国当局と人での臨床試験に向けた調整を進めているが、倫理面の課題、生体脳内におけるチップの腐食性への対応等、課題も多く、実現には相応の時間を要すると予想される。

Neuralink社によるハードウェア開発

- Neuralink社は、2020年8月に新たなチップLINK Vo.9およびその移植用外科ロボットV2を発表。
- LINKは直径24mm、厚さ8mmのチップであり、無線により5～10m先の外部端末と接続できる。
- 専用の外科ロボットV2により、患者の頭蓋骨の一部を切り取り、5ミクロンのワイヤーの束を血管を回避しつつ脳に埋め込み、切り取った穴にLINKがちょうどはまる形となる。
- LINKにより患者の体温や血圧、運動状況等を取得し、心臓発作や脳卒中等の早期警告へ活用することもできる。

脳に埋め込むチップLINK

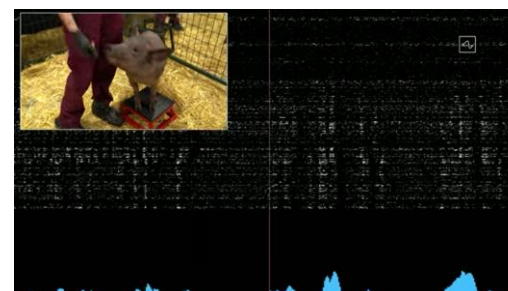
外科ロボットV2



Neuralink社による実証実験

- Neuralink社は開発中のチップに加えて、それを埋め込んだ豚を用いた研究成果の実演を行った。
- 実演では、豚の脳内の信号からデータを受信する読み取りデバイスを紹介したが、今後、データの書込機能も実装することを目標としている。同社は、2020年7月よりFDA(米国食品医薬品局)と協力して麻痺者を対象とした臨床試験の実施に向けた準備を進めているとしている。
- 豚が食べ物を探して歩き回っている最中に、鼻で何かに触れた際にニューロンが活性化する様子を視覚的に表現。また、LINKを一度埋め込んだ後、それを切除した豚も紹介し、施術による健康状態への影響がないことをアピールした。

豚の脳の活動を捕捉する様子



3.1 利点と課題

- ブレインテックにより、これまでにない高度なマーケティング、コミュニケーションが期待される。
- 一方で、脳活動データの収集や膨大なデータ量の高速・効率的な処理、再現性、倫理面での対応が必要。

利点

- ブレインテックにより、**真のニーズ把握**や考えるだけで情報をダイレクトに伝達できるなど、いままでにない、より高度なマーケティングやコミュニケーションの実現が可能。

利点	内容
真のニーズ把握	外部から観測できない意識や知覚、行動パターン等に関する深い知見・洞察の獲得が可能。
考えるだけ	<ul style="list-style-type: none"> •頭の中で考えただけで内容を言語化、機械制御ができる。 •ドライバー運転支援のようにダイレクトに情報を伝達可能。
能力開発	脳活動をモニタリングしながら、フィードバックコントロールすることで、 脳機能の回復や維持・拡張 ができる。

課題

- 脳活動データは、**実環境下では計測が困難**であり、**米国やEUは大規模予算を投じて、脳データ収集に注力している**
- また、インプットとなるデータ量は膨大であり、**高速・効率的に処理することが求められる**。そのため、情報・計算機科学との関わりも密接になる。その他、**実用に際しては、再現性や倫理的・社会的・法的な問題**もあり、対応が必要。

課題	内容
計測方法・データ収集	計測装置の小型が進むものの、fMRIなどによる高精度なデータ取得は、実環境下において困難な状況。一企業での収集も難しい。
データ量	マウス脳が産出するデータ量は約60ペタバイト／匹、ヒト脳は約200エクサバイト／人と見積られており(*1)、高速・効果的な処理・解釈が求められる。 (*1)米Human Connectome Projectのケース値
再現性	ある1回だけ上手くいった、ある人には効くが、ある人には効かない、といったことがある。多くの人に同様の効果があるか、できない場合の個人差の背景などの見極めが必要。

3.2 今後の方向性

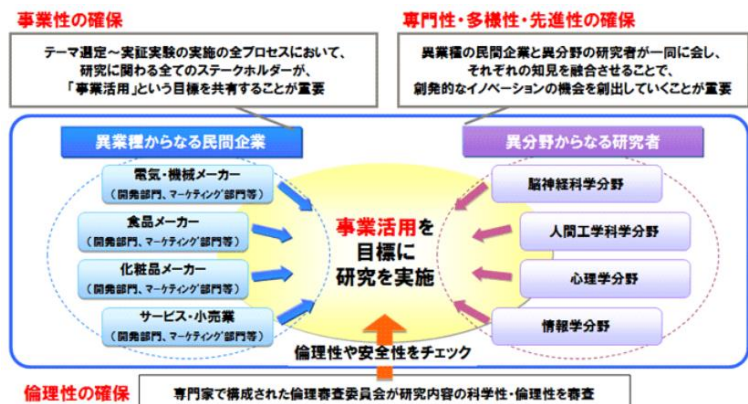
- 今後、計測技術高度化や業界横断的な取り組みなどによって、中長期的に社会へ普及すると考えられる。
- 金融機関においては、リテールマーケティング高度化や資金運用業務改善への活用が期待される。

方向性

- より簡易で軽量の計測器が開発されるとともに、世界各国で人間の脳データ収集・産業応用が進展。また、脳活動データだけでなく、実環境下で取得可能な情報(表情、音声、心拍数等)を巧く組み合わせた活用が進むと予想される。
- その他、「**応用脳科学コンソーシアム**」等により、業界横断的に複数企業が共同で脳計測データや知見を持ち合い、**脳情報処理に関するアルゴリズム等の開発が進む**。

(参考) 応用脳科学コンソーシアム

異業種の民間企業と異分野の研究者が一堂に会し、脳科学の研究開発、人材育成・交流および社会啓発に取り組む。



金融機関の活用方向性

- 金融においては、**商品開発やマーケティング、人材育成などにおける活用の他、高齢者やトレーダーなどの資産運用業務への応用が期待される**。

ケース	内容
商品開発/ マーケティング	<ul style="list-style-type: none"> • 顧客の真のニーズを把握。 • 既存商品サービスとの適合性や脳特性ごとの商品開発やマーケティング、コンサルティング等に活用。
人材開発	社員のストレスチェックや、ニューロフィードバックを活用した能力開発(創造性、集中度の向上等)に活用。
投資運用	<ul style="list-style-type: none"> • 高齢投資家の投資・資産管理能力を定量的に評価し、リスク低減や相続ニーズ等の発掘を支援。 • トレーダーの脳活動を計測・解析し、気質効果が起こっている時に、取引しないようにアラートを出すなどの支援。

(1)ブレインテックの進展

- 脳科学の知見とテクノロジーを組み合わせた「ブレインテック」が注目。米国、EU、中国を中心に、世界各国の政府機関や民間企業の投資が加速している。
- 近年は、BMI(脳波等で機械を操作する技術)によるドライバー運転支援などの研究も進展。

(2)ブレインテックの全体像と取り組み

- ブレインテックとは、認知状態や感覚体験などの脳活動をfMRIやEEG等の装置で計測し、それらの結果を用いて、デコーディングやニューロフィードバック、BMIへ応用する技術。
- 脳活動データから、夢や映像のデコーディングや生成といったことが可能に。また、脳科学の発達により、金融行動を脳の観点から説明する「ニューロファイナンス理論」が注目。

(3)ブレインテックへの期待と展望

- ブレインテックにより、頭で考えるだけで機械をコントロールすることや、脳活動を解読などが可能。これまでにない高度なマーケティング、コミュニケーションの実現が期待される。一方で、脳活動データの収集や膨大なデータ量の高速・効率的な処理、再現性、倫理面での対応が必要。
- 今後、計測技術高度化や業界横断的な取り組みなどによって、中長期的にブレインテックが社会へ普及すると考えられる。
- 金融分野では、マーケティング高度化や資金運用業務改善などにおいて、活用の可能性があり、中長期的な目線で動向や技術進歩を注視することが肝要。