

脳情報通信の変革がもたらす 人間とAIの未来

未来社会を見据えた人とデジタルの関係の在り方に関する研究会
第7回
2026年10月27日

西田 知史
NISHIDA Satoshi

- 1) 情報通信研究機構(NICT) 未来ICT研究所 脳情報通信融合研究センター(CiNet)
- 2) 大阪大学 大学院生命機能研究科
- 3) 北海道大学 人間知・脳・AI研究教育センター (CHAIN)



自己紹介



西田 知史
NISHIDA Satoshi

- NICT 未来ICT研究所 CiNet 特別研究員 (グループリーダー)
- 博士 (医学)
- 現在は総務省に出向中

専門分野

- 認知・計算神経科学
- 人工知能 (AI)
- 脳情報通信技術

自然な体験内容を脳活動から読み取る技術

見ている映像



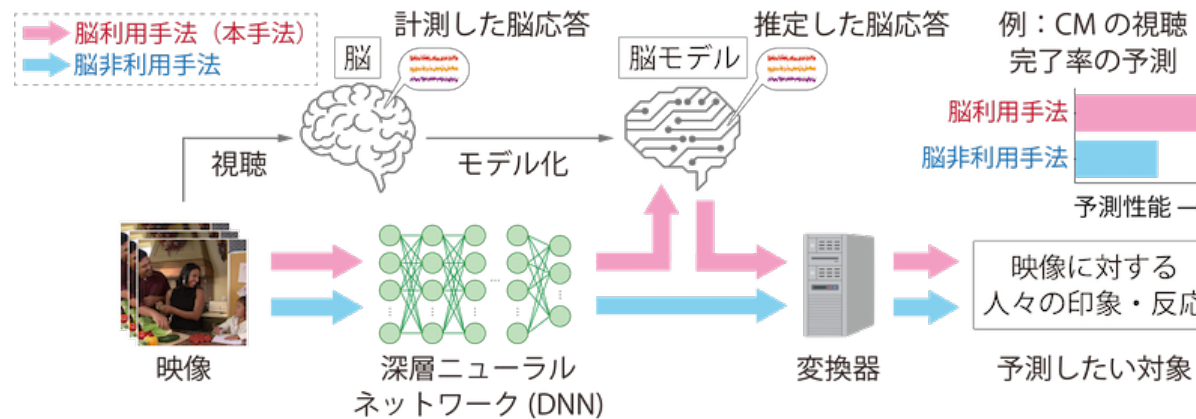
解読結果 (知覚内容を表す単語)

名詞	動詞	形容詞
1. 髪 (hair)	1. 着る (put on)	1. 可愛い (cute)
2. 髪型 (hairstyle)	2. 喋る (talk)	2. 親しい (close)
3. 金髪 (blond hair)	3. 気に入る (like)	3. 優しい (friendly)
4. 容姿 (appearance)	4. 明かす (divulge)	4. 幼い (young)
5. 顔 (face)	5. 演じる (play)	5. 怖い (scary)
6. 女性 (woman)	6. 付き合う (socialize)	6. 欲しい (wanted)

もっともらしさ

(Nishida & Nishimoto 2018 *NeuroImage*)

脳をコンピュータ上で再現するための脳AI融合



(Nishida et al. 2020 *A4AI*)

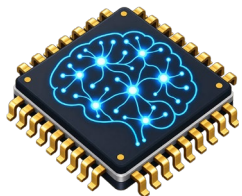
(株)NTTデータと連携して
映像等の感性評価を行う
商用サービスへ実装

400社以上の利用実績

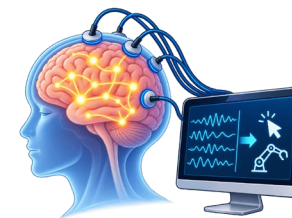
脳情報通信技術（ニューロICT）とは

脳の情報を読み取り、情報通信装置やAIと結びつけて、
機械の操作や意思疎通などを行う情報通信技術（ICT）の総称

神経回路網を模倣した
超消費電力の半導体



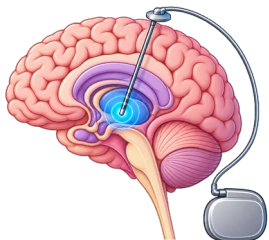
脳による計算機・AI・
ロボット等の操作技術



ニューロテクノロジー
脳 + 技術

脳情報通信技術
（ニューロICT）
脳 + 情報通信技術

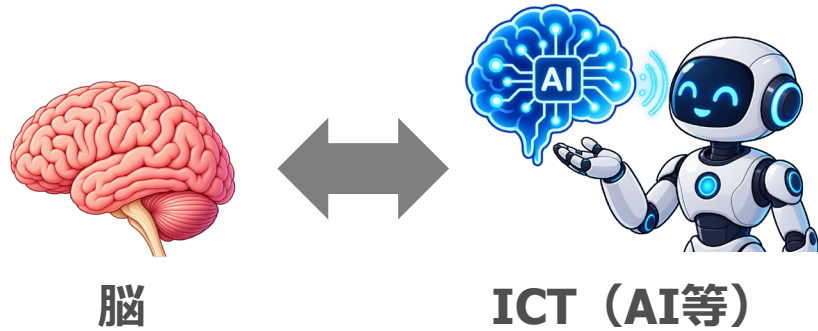
脳へ直接介入する
病気の治療法



脳から脳へ直接意思を
伝える情報伝達技術

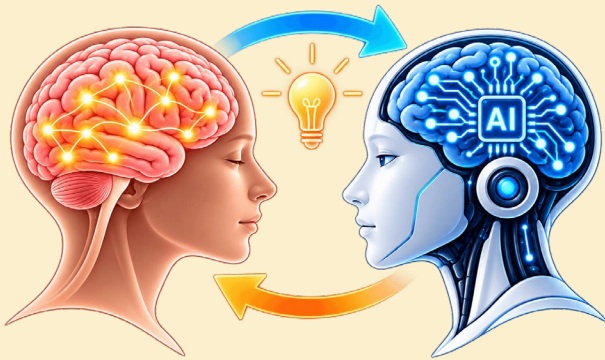


脳情報通信技術の目指す先



- 脳も情報通信を行うシステムの一つ
- 脳とICTの対比、相補、融合を通して、ICTの革新、及び個人・社会の進化を目指す

1 対比による理解



- 脳が行う情報処理の機構解明
- AIの知性についての理解

2 相補による拡張・最適化



- ICTによる人間の認知能力拡張
- 人間の認知・感性に最適化されたICTの実現

3 融合による一体化



- 人間とICTのシームレスな統合
- ICTへの人間の組み込み

ブレイン・マシン・インタフェース (BMI)

脳の活動を読み取ってコンピューターや機械を直接操作する技術

米大手企業が10年近く前から巨額投資を行う一方、日本は特に侵襲型BMIにおいて大きく出遅れ

□ Neuralink社

侵襲型BMIを介した非言語コミュニケーションの実現

THE WALL STREET JOURNAL.

By [Rolf Winkler](#)

March 27, 2017 3:24 p.m. ET

TECH

Elon Musk Launches Neuralink to Connect Brains With Computers

Startup from CEO of Tesla and SpaceX aims to implant tiny electrodes in human brains

<https://www.wsj.com/articles/elon-musk-launches-neuralink-to-connect-brains-with-computers-1490642652>



□ Meta (Facebook) 社

脳からコンピュータへ直接入力する非侵襲BMIの実現

THE WALL STREET JOURNAL.

By [Deepa Seetharaman](#)

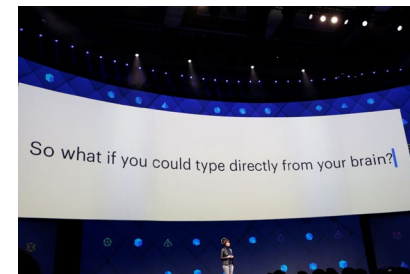
April 19, 2017 6:57 pm ET

TECH

Facebook Aims to Connect Directly to Your Brain

Building 8 also working on technology that could help people 'hear' with their skin

<https://www.wsj.com/articles/facebook-aims-to-connect-directly-to-your-brain-1492642672>



※ **侵襲型**とは頭蓋内電極などの手術を要して身体を傷つける方法、**非侵襲型**とは脳波計などの手術を要さず身体を傷つけない方法

ブレイン・マシン・インタフェース (BMI)

近年の技術的な焦点は脳活動からの言語関連情報の読み取り

nature

[Explore content](#) ▾ [About the journal](#) ▾ [Publish with us](#) ▾ [Subscribe](#)

[nature](#) > [articles](#) > article

Article | Published: 23 August 2023

A high-performance neuroprosthesis for speech decoding and avatar control

[Sean L. Metzger](#), [Kaylo T. Littlejohn](#), [Alexander B. Silva](#), [David A. Moses](#), [Margaret P. Seaton](#), [Ran Wang](#), [Maximilian E. Dougherty](#), [Jessie R. Liu](#), [Peter Wu](#), [Michael A. Berger](#), [Inga Zhuravleva](#), [Adelyn Tu-Chan](#), [Karunesh Ganguly](#), [Gopala K. Anumanchipalli](#) & [Edward F. Chang](#) 

[Nature](#) **620**, 1037–1046 (2023) | [Cite this article](#)



<https://www.newsweek.com/artificial-intelligence-helps-paralyzed-woman-speak-first-time-18-years-1822552>

- 筋萎縮性側索硬化症（ALS）患者から頭蓋内電極で計測した脳活動をリアルタイムで分析し、意図した発話内容とともに表情や口の動き等を読み取って、アバターを介して発話出力
- 上記以外にも侵襲型・非侵襲型の両方で近年優れた技術が提案されている
(Willett et al. 2023 *Nature*, Défossez et al. 2023 *Nat Mach Intell*, Chen et al. 2024 *Nat Mach Intell*)

ただし、ニューロテクノロジー及び脳情報通信技術といえはBMIというイメージがあるが要素技術の一つでしかない点に留意

社会課題の解決に向けた脳情報通信技術の取り組み

現代社会のICT（特にAI）が抱える問題に対して脳情報を利用した解決を目指す

1 AIアラインメント

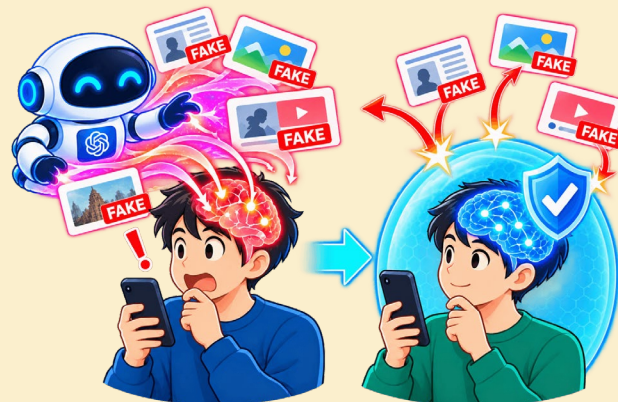
AIを人間の目標・価値観に
整合させる



脳AI融合に基づく
人間を理解するAIの開発

2 偽・誤情報対策

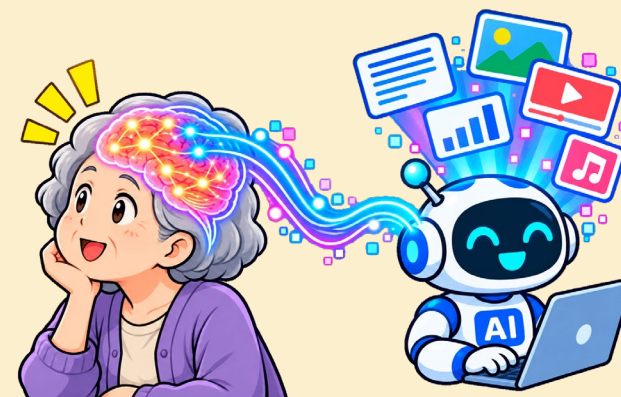
個々人の脳を偽・誤情報に
騙されにくくする



偽・誤情報に騙される脳機構の
解明と対策技術への応用

3 AI情報格差の是正

知識や能力に左右されず誰もが
容易にAIを使えるようにする



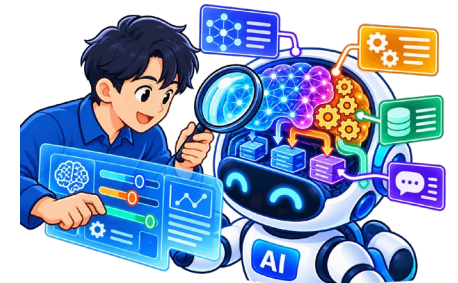
脳から意図を読み取って
動作・協調するAIの開発

AIアラインメント

AIの目的・行動を人間が望む目標や価値観と整合させる取り組み

研究・技術動向

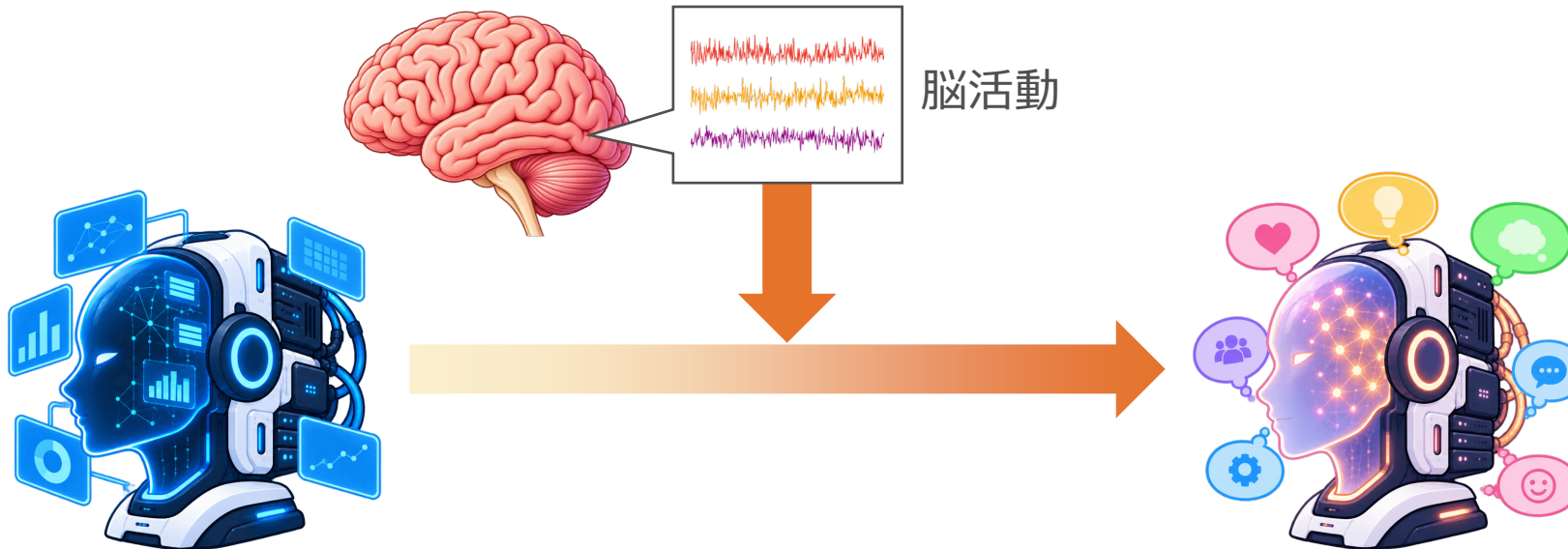
- AIの回答に対する**人間の価値判断をAI学習に取り入れる手法**（例：Reinforcement Learning from Human Feedback）がアラインメントに利用されている（Ouyang et al. 2022 *NeurIPS*）
- しかし、実環境で機能するAIエージェントのように、**行動を生成するプロセスが複雑になると単純な人間のフィードバックでは対応が困難**（Lynch et al. 2025 *arXiv*）
- **AIがアラインメントを表面上装うことへの対策も必要**（Greenblatt et al. 2024 *arXiv*）
- そのため、AIを**内部からアラインメントする**目的で、**AIの認知メカニズムの理解や、脳の情報を使ったAIアラインメント**の試みが進められている（Mineault et al. 2024 *arXiv*）



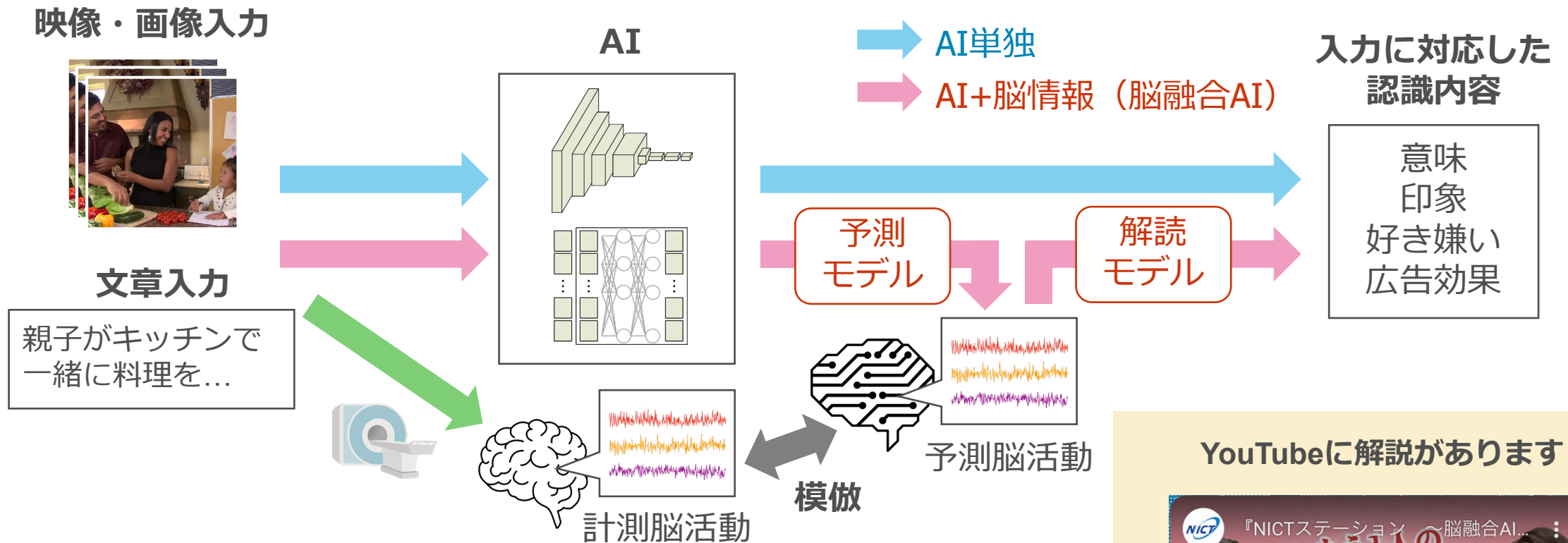
AIアラインメントに脳情報を利用する意義

- 人間はAIがもたない様々な制約（物理的身体、生と死、種の保存など）のもとで存在しており、そのような制約は**世界の捉え方に大きく影響**
- そのためか、**情報処理における脳とAIの差異はまだ無視できないレベル**
(Raman & Hosoya 2020 *Commun Biol*; Xu & Vaziri-Pashkam 2021 *Nat Commun*; Muttenthaler et al. 2025 *Nat Mach Intell*)

人間固有の認知的性質を反映する脳の情報表現を取り込むことでAIに人間らしさを付与



脳融合AI：脳情報とAIを融合する技術



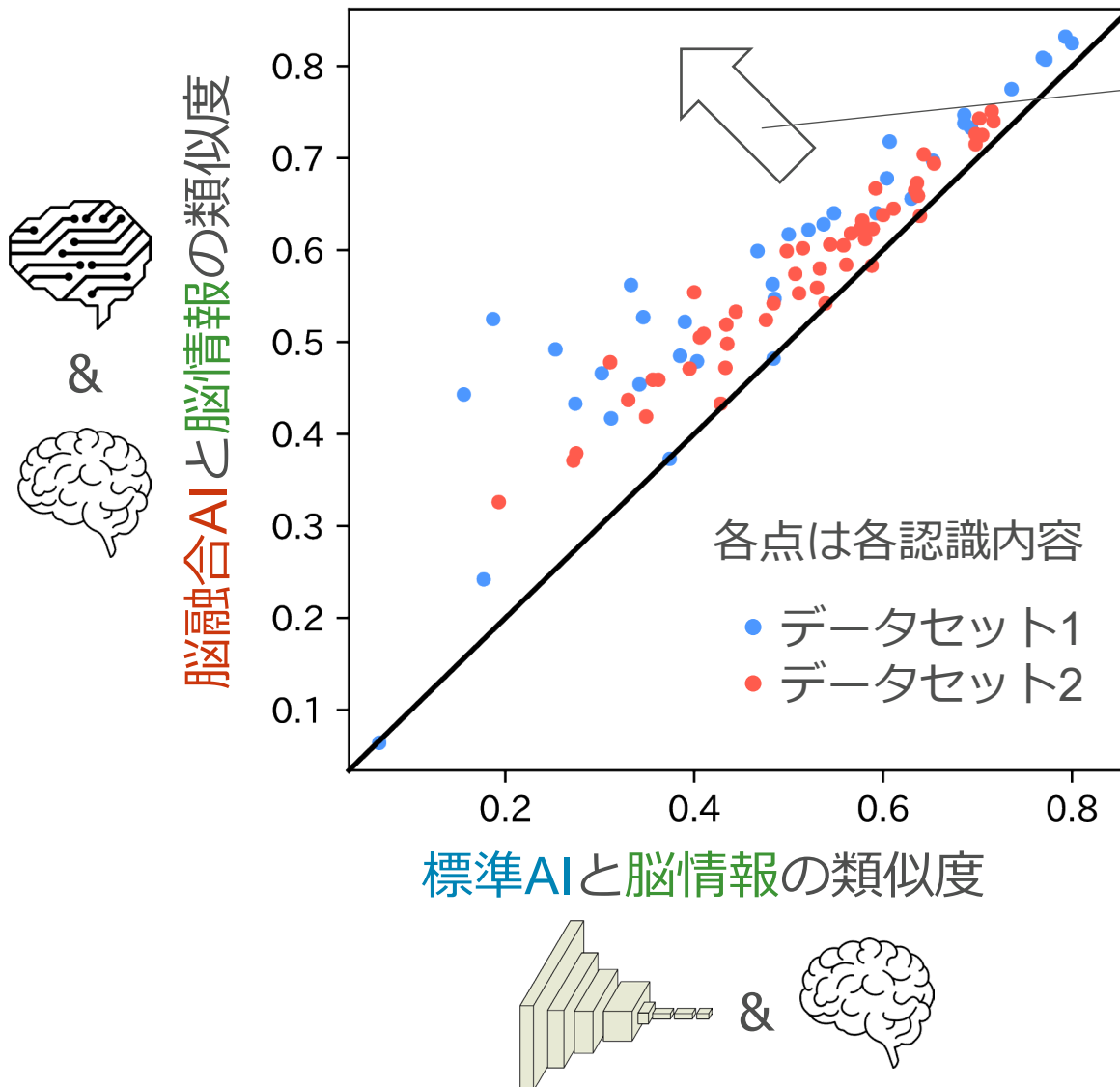
- 脳活動の予測を介してAIの情報表現に脳情報を融合
- 計測脳活動は予測モデルの学習時のみ必要（約2時間分）
 - 学習完了後は任意の入力から認識内容を推定可能
 - 計算機上で動く脳のシミュレーターとして機能

YouTubeに解説があります

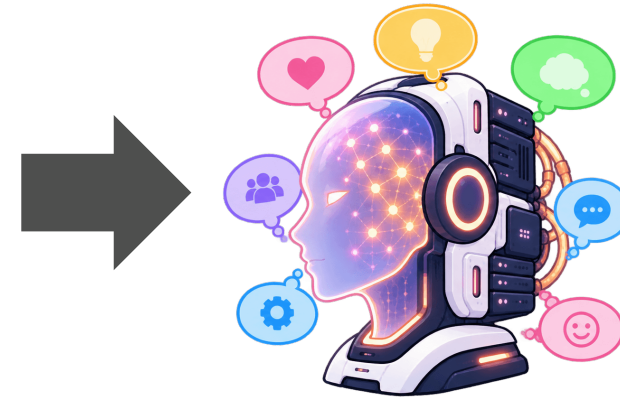


<https://www.youtube.com/watch?v=tx00w7qX-Dk>

脳融合によってAIの認識は脳に近づく



グラフの対角線から左上にあるほど
脳融合でAIの認識が脳に近づくことを
示している



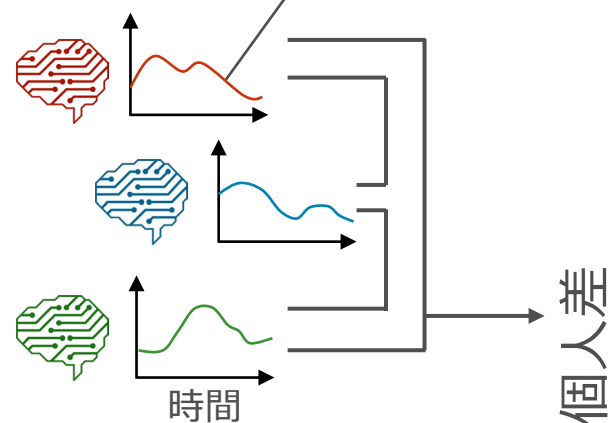
脳らしく振舞うAIの実現に貢献

個人脳を融合したAIは脳情報の個人差を反映

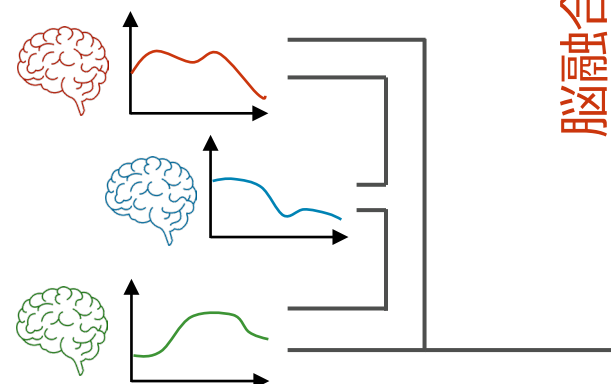
脳融合AI 認識内容の
時系列



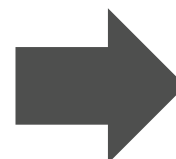
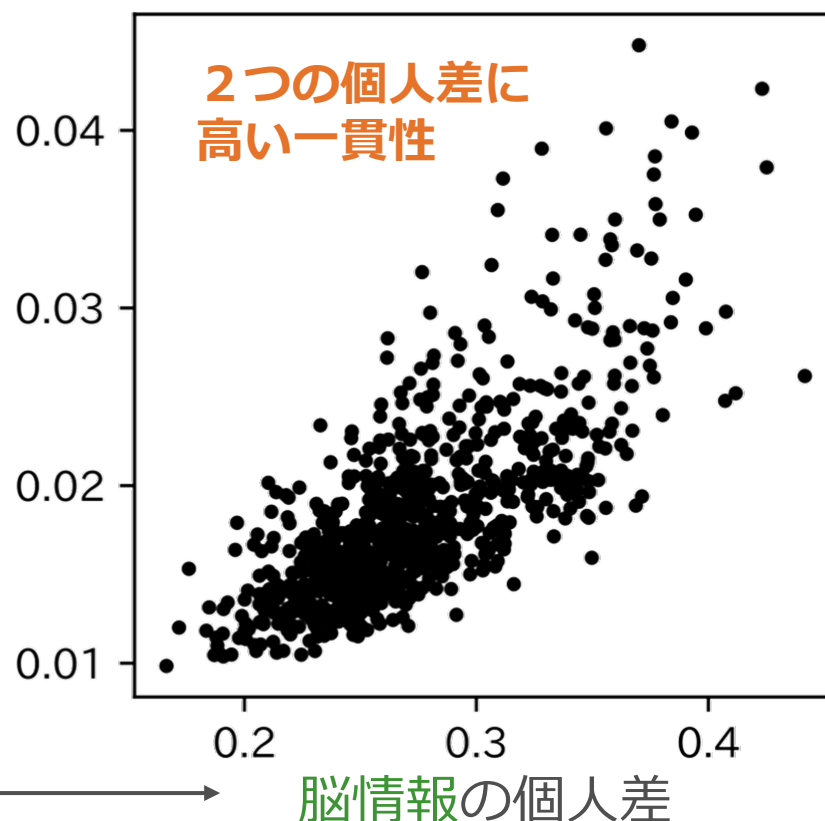
両親と子供がキッチンで料理をしている。みんな幸せそうに…



脳情報



映像に対する意味の認識



人間のような個性を持つAIの実現に貢献
個人脳シミュレーターとしても利用可

偽・誤情報対策

- 生成AI技術の発展に伴って偽・誤情報が巧妙化、喫緊の社会問題に
- 安全保障分野では、偽・誤情報を拡散し、敵対勢力の国民や意思決定者の認知・脳に働きかけることで、意図した思考や行動をとらせる新しい情報戦・心理戦である「認知戦」が重要トピック
- そのため、人間の認知・判断が、偽情報や情報操作によって不当に歪められることを防ぐための取り組み（コグニティブセキュリティ）に注目

偽・誤情報の実例

静岡県の水害を装った生成画像
(2022年)



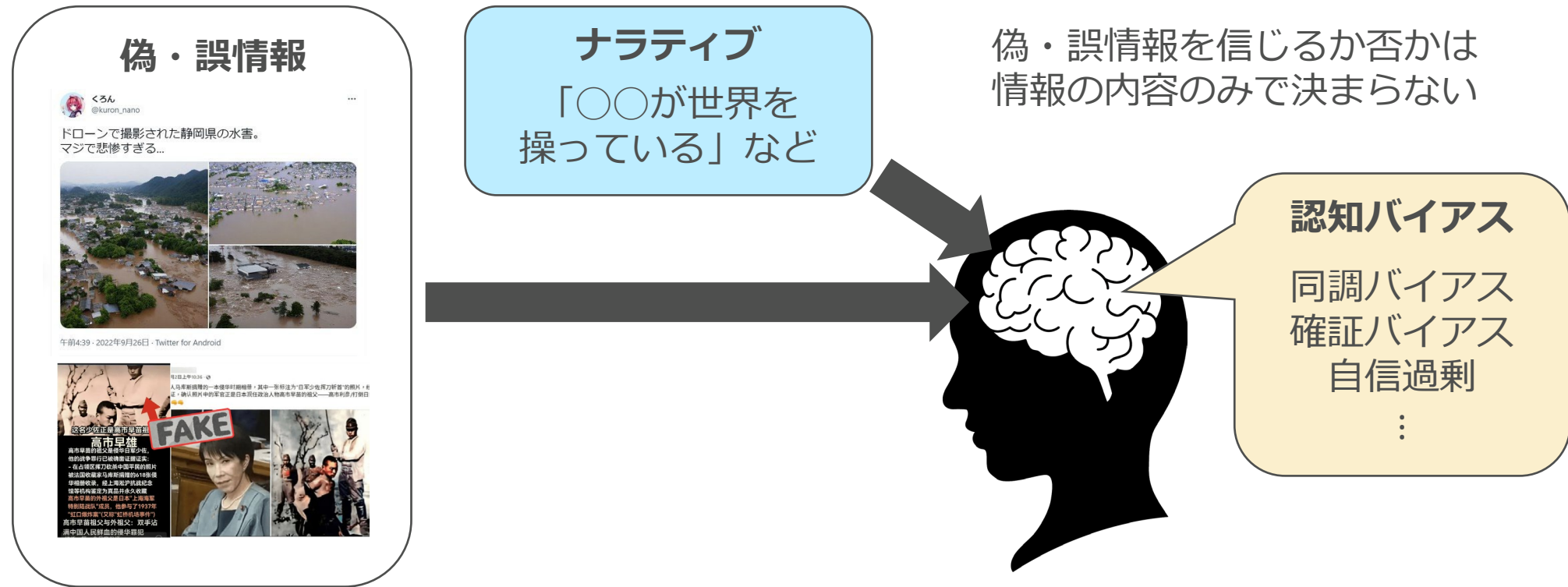
岸田元首相のディープフェイク動画
(2023年)



高市首相のフェイクニュース
(2025年)



偽・誤情報対策を脳情報通信で取り組む意義

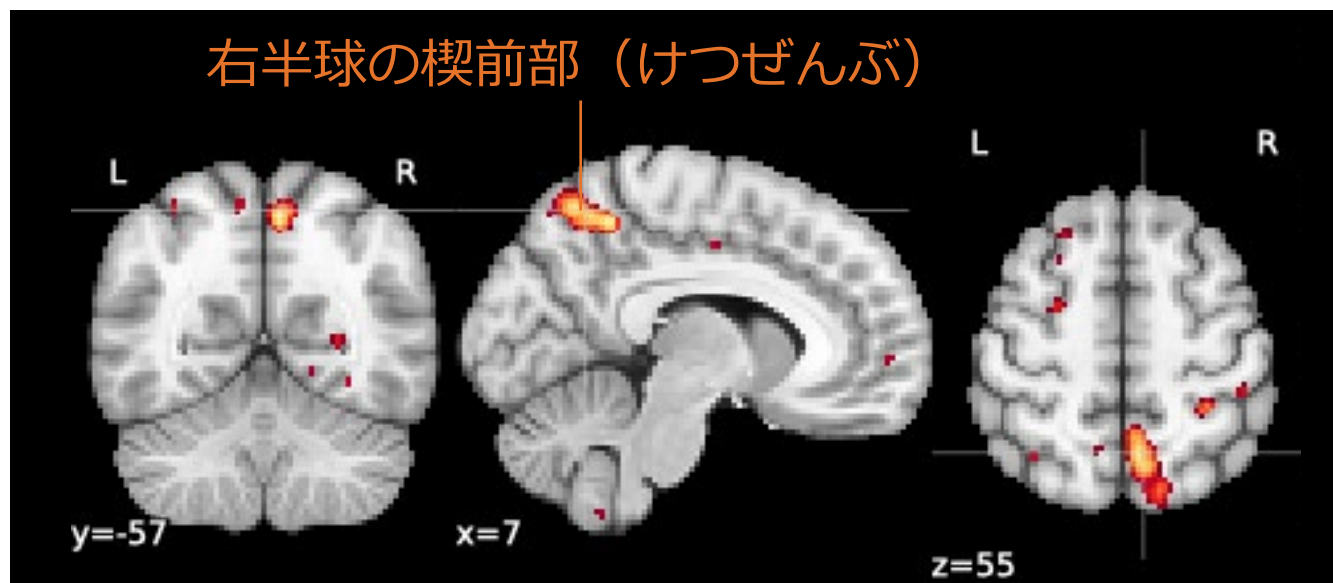
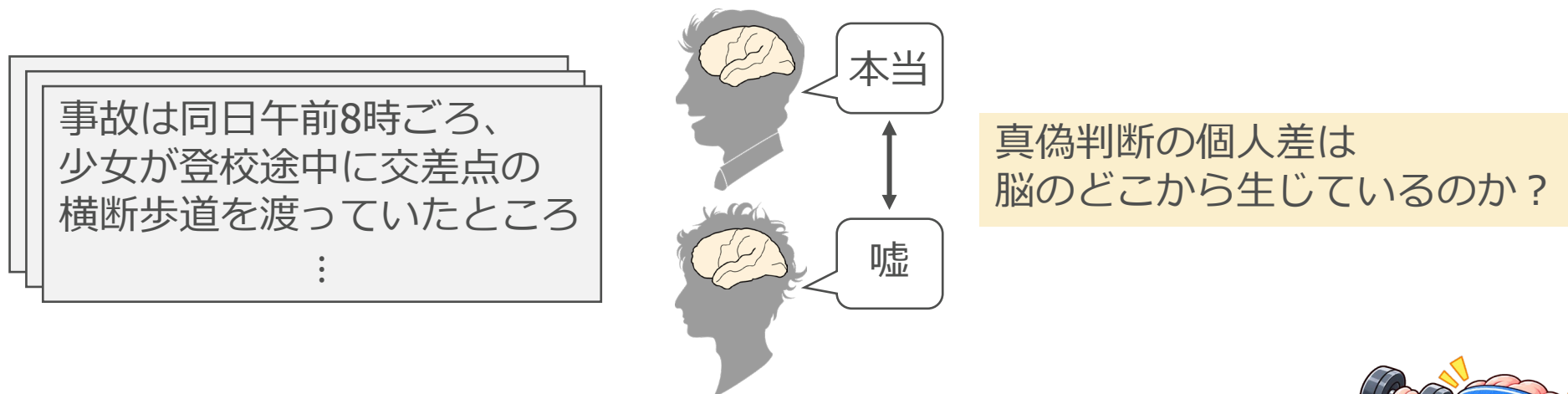


- 偽・誤情報への脆弱性は個人の脳・認知特性と密接な関係
- そのため、偽・誤情報への対策を個人の脳・認知の観点から探究する機運が高まっている
(Pennycook et al., 2021; Ecker et al., 2022; Kozyreva et al., 2024; Maertens et al., 2025)
- しかし、偽・誤情報を対象とした脳研究はまだ少ない

フェイクニュースの真偽判断に関わる脳内基盤

ニュース真偽判断実験

- 本当のニュースとフェイクニュースを織り交ぜた記事に対して真偽を判断



右半球の楔前部の脳活動を
フェイクニュースの検出が
得意な人に近づける訓練で
検出能力が高まる可能性

脳は無意識に偽・誤情報を判別している？

最新AIが生成する精巧な偽画像を人間はまったく判別できない

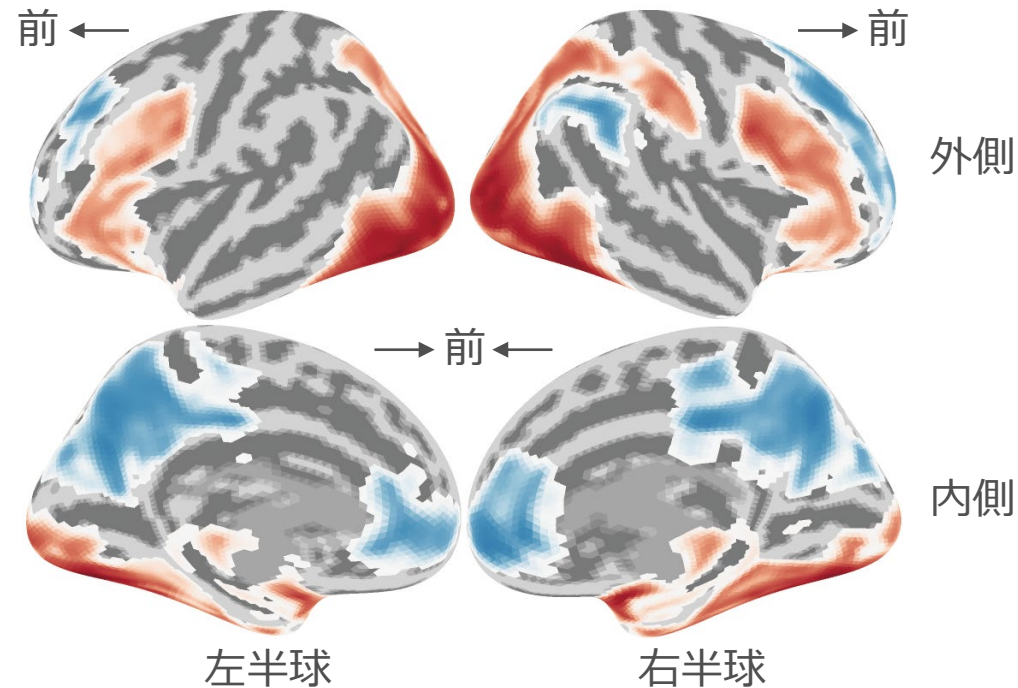
しかし、脳内では偽画像（AI生成顔）が無意識的に判別されている

無意識の判別を意識に上らせれば判別能力が向上する可能性

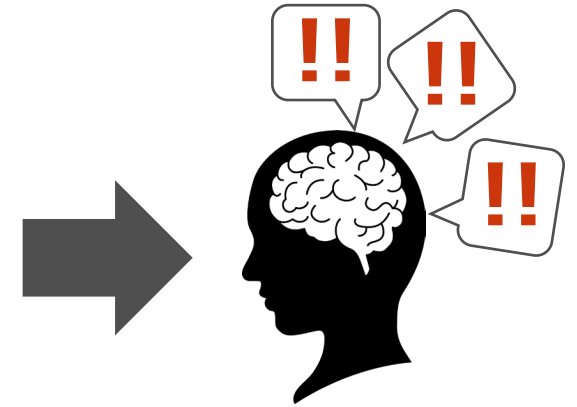
偽情報
(AI生成顔)



正しい情報
(実在顔)



AI生成顔に反応する脳領域
実在顔に反応する脳領域



AI情報格差（AIディバイド）

AIに関する知識・スキル、活用能力の違いによって生じる個人や集団間の格差

AI情報格差の要因

- 年齢、教育水準、所得・社会経済的地位、ジェンダー（Wang et al. 2025、Cotter & Reisdorf 2020）
- デジタルリテラシー、AIに対する知識・態度（Wang et al. 2025、2026）
- 大規模言語モデル（LLM）の利用ではプロンプティング（LLMへの指示や質問を言語で入力すること）の知識・能力（**プロンプトリテラシー**）も重要（Hwang et al. 2023）

対策を脳情報通信で取り組む意義

- 脳から直接読み取った意図や心理状態などを基に、**AIが動作**または**協調的に人間をサポート**できれば、AIに関する知識やスキルがない人でもAIを容易に使うことが可能
- BMI、脳シミュレータなどの脳情報通信技術が有用



脳活動による機械の制御をAIが支援する技術

nature machine intelligence

[View](#)

[Explore content](#) ▾

[About the journal](#) ▾

[Publish with us](#) ▾

[Subscribe](#)

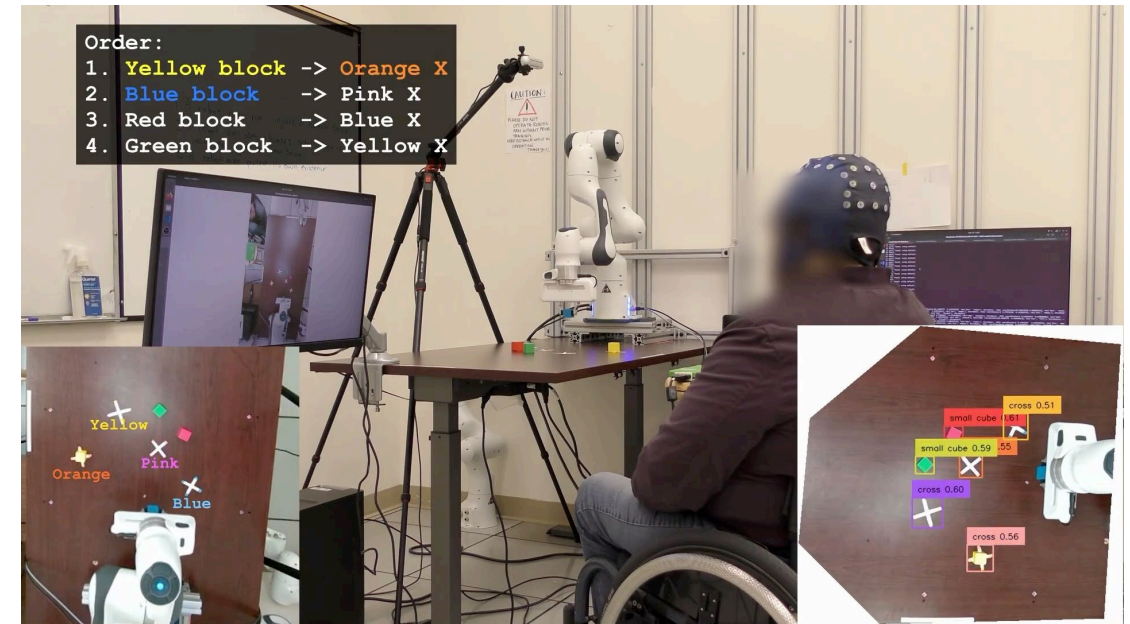
[nature](#) > [nature machine intelligence](#) > [articles](#) > [article](#)

Article | Published: 01 September 2025

Brain–computer interface control with artificial intelligence copilots

[Johannes Y. Lee](#) , [Sangjoon Lee](#), [Abhishek Mishra](#) , [Xu Yan](#), [Brandon McMahan](#), [Brent Gaisford](#), [Charles Kobashigawa](#), [Mike Qu](#), [Chang Xie](#) & [Jonathan C. Kao](#) 

[Nature Machine Intelligence](#) 7, 1510–1523 (2025) | [Cite this article](#)



- ユーザの脳活動か運動意図を読み取り、**AIがその意図に沿ってカーソルやロボットアームの動作を補助**するBMI技術
- その他にも、BMIをAIがサポートする技術が提案されている（Mota et al. 2025、Shiinoki et al. 2025）
- ただし、脳活動から直接AIに指示したり、AIに質問したりすることを可能にする、AI情報格差の直接的な対策となる技術はまだ登場していない

今後10～20年間で重点的に研究されるであろう脳情報通信技術

□ AIをフル活用したBMI

- AI技術の発展によって脳活動の分析が高度化するとともに、脳活動から読み取れる情報をAIが補完するようになる
- そのような**AIが技術を補うBMI**に加え、**脳活動から読み取った情報を基にAIが動作・協調する技術**の研究が進展

□ 脳情報をAIへ融合する技術

- 人間のこころを理解し、人間のように振る舞うAIを実現する目的で、AIへの脳情報の利用が加速
- そのようなAIは、**人間の感性や価値判断の予測**においても高い性能を発揮する潜在性を持ち、**認知に基づくマーケティングや環境・製品デザイン**にも貢献

□ 情報による認知操作から脳を護る技術

- 偽・誤情報などで人間の認知を操作する強力な道具としてAIの悪用が増加していく
- その抜本的な対抗手段として、**脳のメカニズムの理解に基づく介入法・訓練法などの対策技術**に関する研究が盛んに



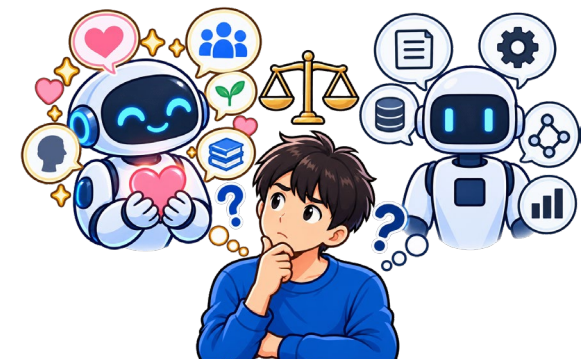
脳情報通信技術の未来予想：2050年

□ 脳情報通信技術（特にBMI）が部分的に社会実装

- 脳によるICTの直接的な操作・制御が可能になり、**人間の認知（特に情報収集・伝達）における能力の拡張が進む**
- ただし、脳情報の読み取りは可能でも書き込み（脳の操作）は困難
- 同時に、**脳情報への不正アクセス**が相次ぎ、**脳のセキュリティ**が重大な問題に

□ AIが自律性や自由意思を持つ存在に

- **AIの人格を認めるか否かが大論争に**
- **人間の脳とAIの対比、及び脳によるAIのアラインメント**がますます重要に



脳情報通信技術の未来予想：2050年以降

□ 脳とICTの相互操作・制御が可能に

- ICTが脳と密に連携し、**人間の認知能力の飛躍的向上**が生じる
- 一方、**人間とICTの境界が曖昧**になり、**個人の意志や主体性、責任の所在**が問題に
- また、**脳のハッキング（不正操作）**が重大な問題に

□ AIによって脳・認知が最適化

- 最適化された人間に**能力の均質化、個性の消失**が生じ、**個人の存在意義**が問われる
- 最適化を受容する**超越的人類**と、受容しない**人類の格差・対立**が重大な問題に

□ 脳情報通信を通じて人類が一体化

- 全人類の脳がつながって**個人の境界も曖昧**に
- 政治や法、宗教などを必要としない**統一的な世界**が実現
- もたらされるのは永遠の調和か、ディストピアか



何が脳情報通信技術に変革をもたらさうるか

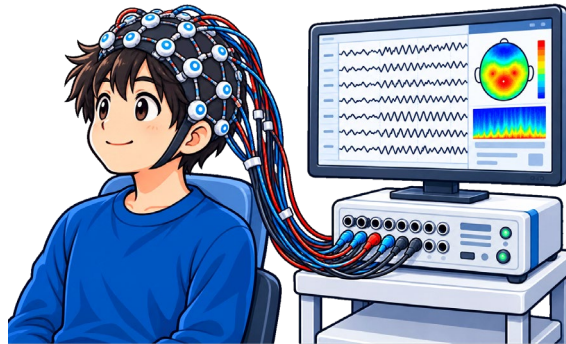
□ 最重要ブレイクスルーは脳計測法の革新

- 理想的には、**非侵襲（または低侵襲）**で物理的制約がなく、**脳全体から時間的及び空間的（神経細胞・回路レベル）**に詳細な脳活動が計測できる手法が必要
- 現時点で、これらすべてを満たす計測法はまだ現れていない
- 脳計測法に革新が起これば、**AIの扱える脳情報の量と質が劇的に増大・向上**し、脳計測法以外の技術は一気にもたらされると予想



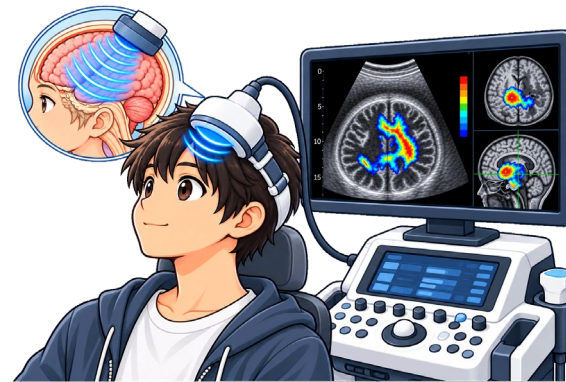
fMRI

非侵襲で脳全体から計測可能だが
体を動かせないため
実社会環境では利用不可



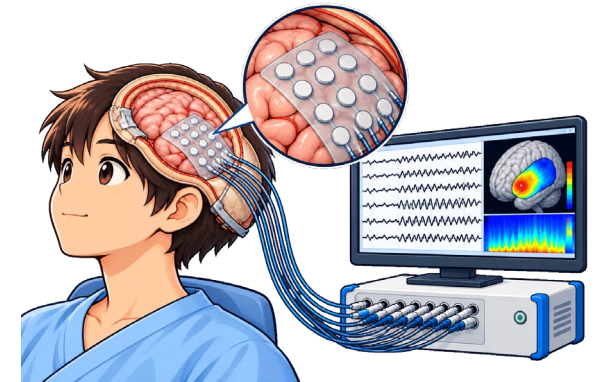
脳波計

非侵襲で比較的簡便に使えるが
生体ノイズや環境ノイズに弱く
脳の深部の計測も不可



超音波イメージング

非侵襲で比較的詳細な脳活動が
計測できるが、頭蓋骨の厚い大人の
脳ではごく表面からしか計測不可



硬膜下電極

詳細な脳活動が計測できるが
侵襲で外科手術が必要であり
法的・倫理的なハードルが高い

まとめ

- 脳情報通信技術はニューロテクノロジーの一種であるが、特に**脳科学との融合によるICTの革新と、そのような技術による個人・社会の進化に主眼**を置いている
- BMIに限らず、脳情報通信技術の研究には**現代の情報社会が抱える問題を解決**するための様々な取り組みが存在し、その中の一部は**AI社会の健全化**への貢献を目指している
- 技術が普及した未来社会では、**人間の認知の拡張・最適化**、及び究極的には**人類の一体化**が実現しうる一方、**人間の存在に関わるような問題や論争**も生じると予想
- 技術の変革を生む最たる要因は**脳計測法のブレイクスルー**

