

## 人工知能技術と脳ビッグデータに基づく 精神疾患バイオマーカの開発と個別化医療の実現

### 研究背景

#### 精神疾患による社会損失

失われる健康寿命が28%と全疾患中最大。

#### 不十分な診断体系

面談や質問紙による症候に基づく現在の診断は客観性に欠け治療選択のための十分な情報が得られない。

#### 全世界的なバイオマーカ開発の取り組み

遺伝子・脳構造・脳機能データに基づく客観的なバイオマーカ開発が進められている。

### 主な研究成果 (2024年度)

#### 1. コエントロピー基準を用いた分布モデル誤差に頑健なスパース回帰モデリングと脳情報解読への応用

Li, Y. et al. (2025), *Neural Networks*, 182, 106899

#### 2. 発達および多施設汎化する自閉症診断バイオマーカの開発

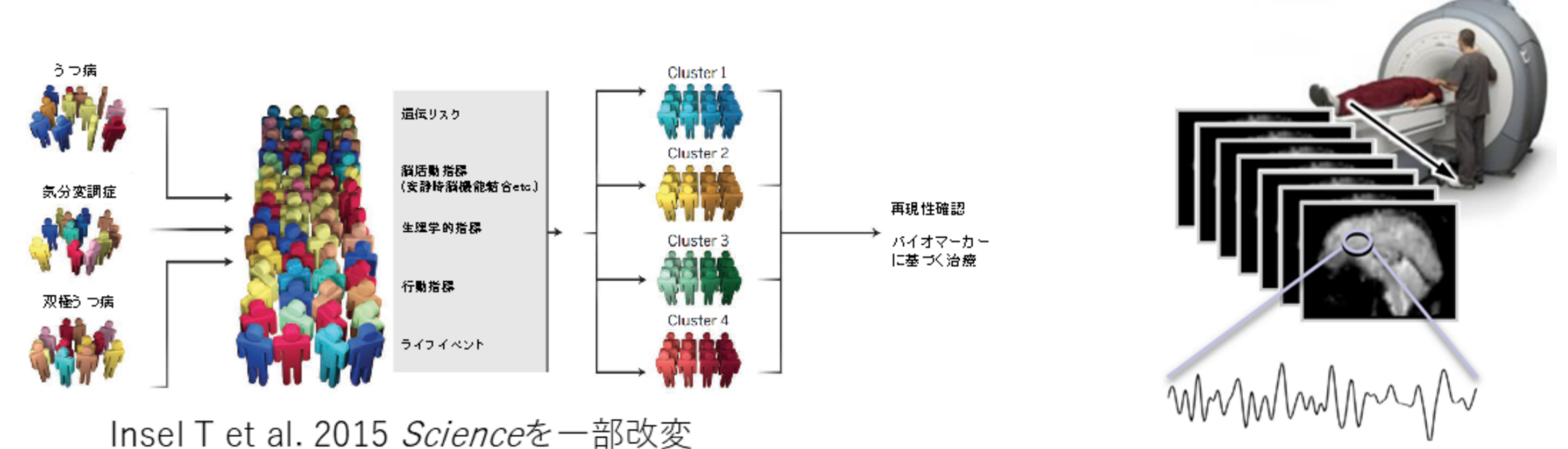
Itahashi, T., et al. (2024). *Molecular Psychiatry*, 1-13.  
(昭和大学、東京大学、ATRとの共同研究)

#### 3. うつ病患者と健常者で異なる動的モードの同定とその診断バイオマーカへの応用

Endo, H., et al. (2024). *Frontiers in Psychiatry*, 15, 1288808.

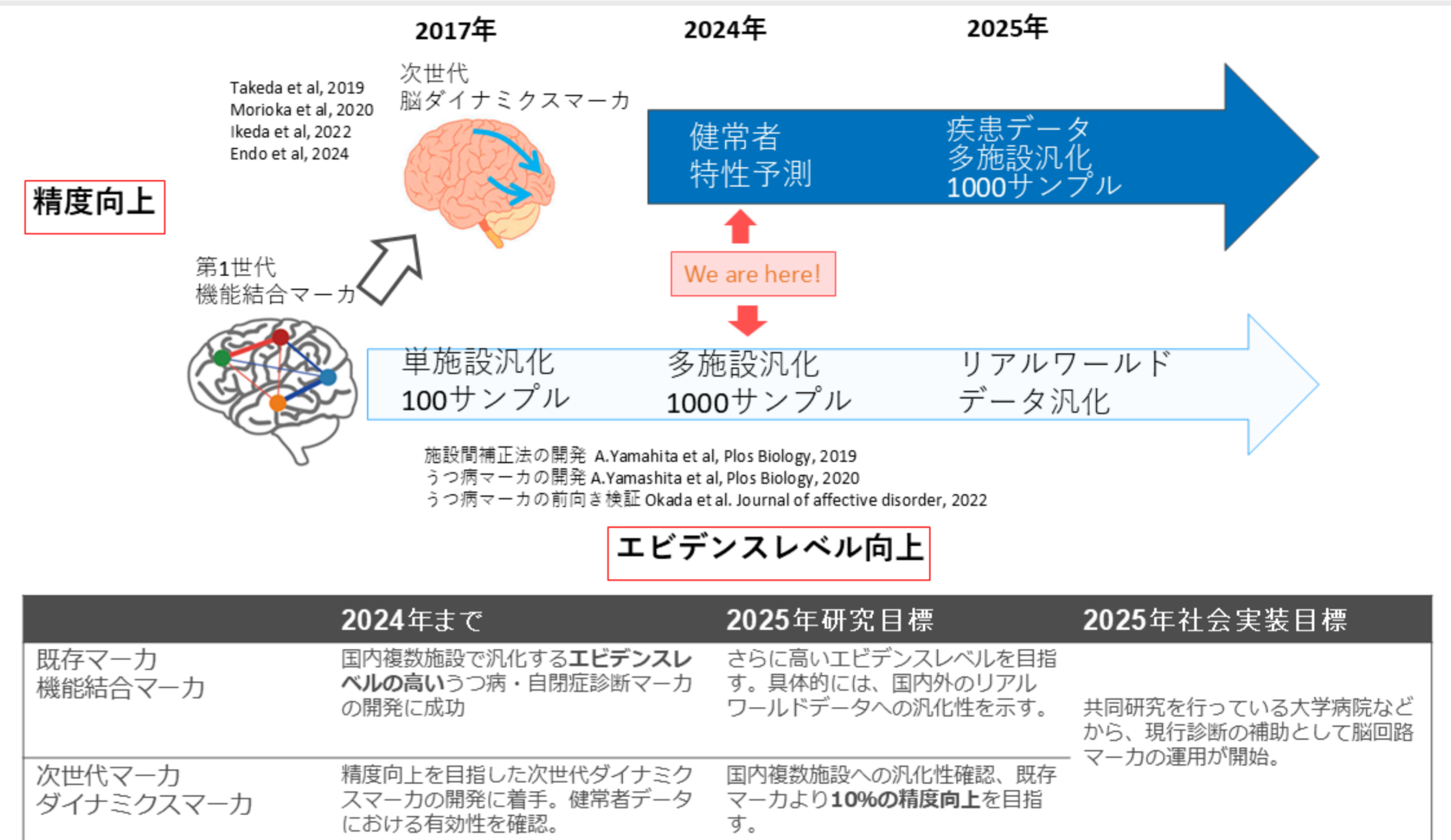
### 研究目的

人工知能技術および脳イメージングのビッグデータに基づき精神疾患を脳回路の観点から再定義し、**脳回路バイオマーカ**に基づく革新的な診断・治療法の創発に貢献する。これにより、従来の症候ベースの診断・治療選択を代替することを目指す。



Insel T et al. 2015 *Science*を一部改変

### 今後の展望



## 研究成果: Brain Analysis via sparse Bayesian correntropy learning

### 研究背景

#### Brain analysis via sparse Bayesian learning

Sparse Bayesian learning is a popular approach for brain signal analysis due to the small size of real-world dataset.

#### Inadequate robustness to non-Gaussian noise

Conventional Gaussian noise assumption is not adequate for the real-world brain recording noise with complex distributions.

### 研究目的

We aim to propose an improved noise assumption for sparse Bayesian learning framework which is robust against the non-Gaussian (heavy-tailed) brain recording noise.

### 研究手法

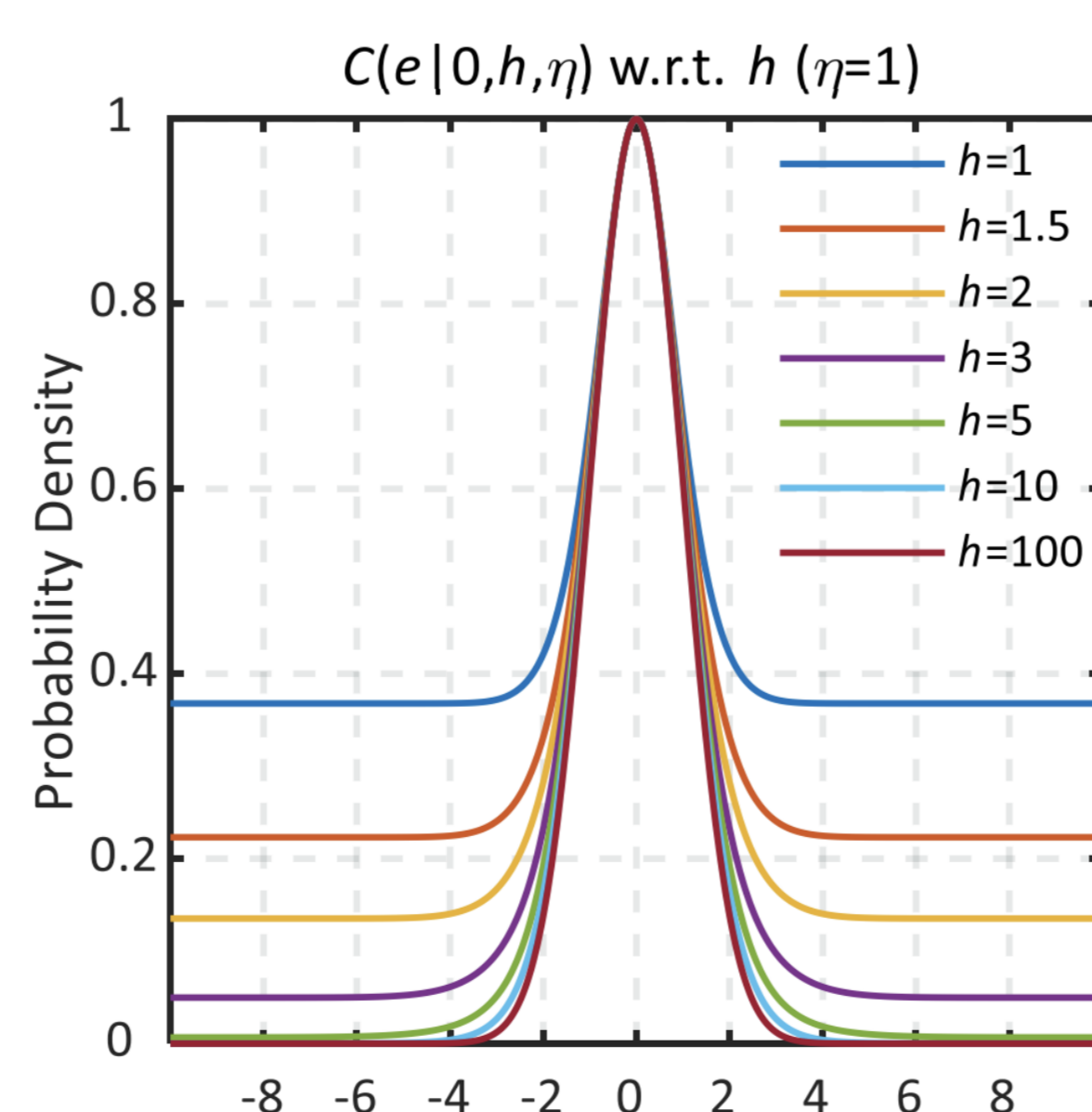
Original correntropy-based loss function:

$$\mathcal{L}_{MCC}(e) = -\exp(-\frac{1}{2}e^2/h_c)$$

#### Correntropy-based noise assumption:

$$\mathcal{C}(e | 0, h, \eta) = \exp\left(h \cdot \exp(-\frac{\eta e^2}{2h}) - h\right)$$

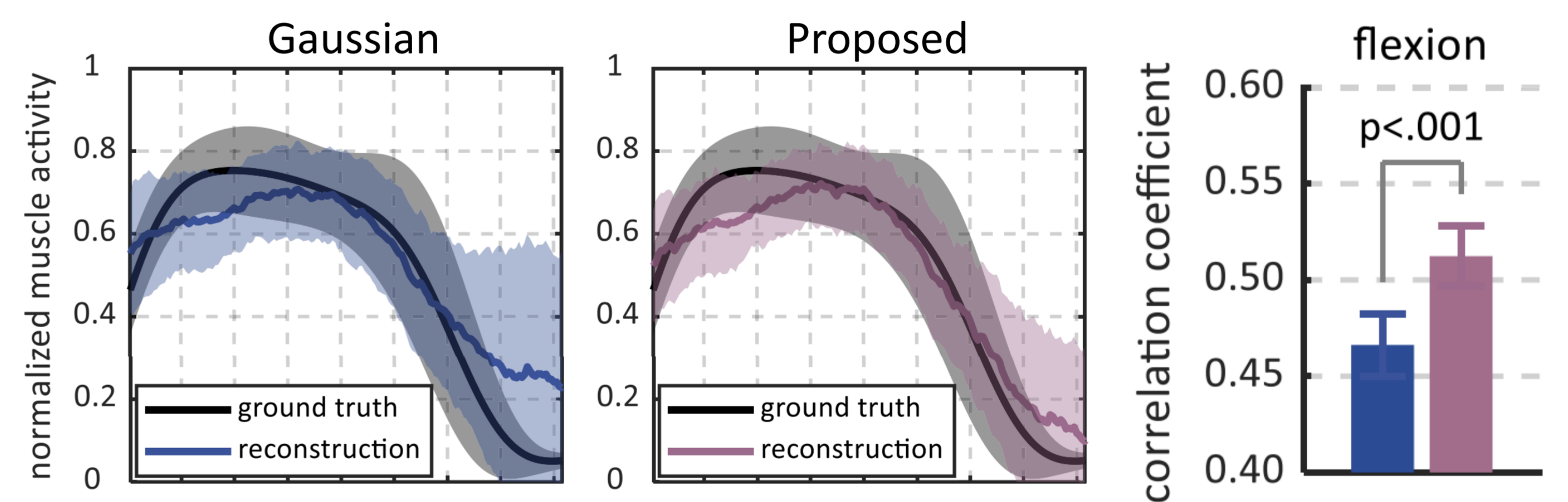
- ▶ Maximum likelihood estimation of this proposed noise assumption is equal to the original loss function.
- ▶ Correntropy-based noise distribution will degenerate to the Gaussian model with  $h \rightarrow +\infty$ .



### 研究結果

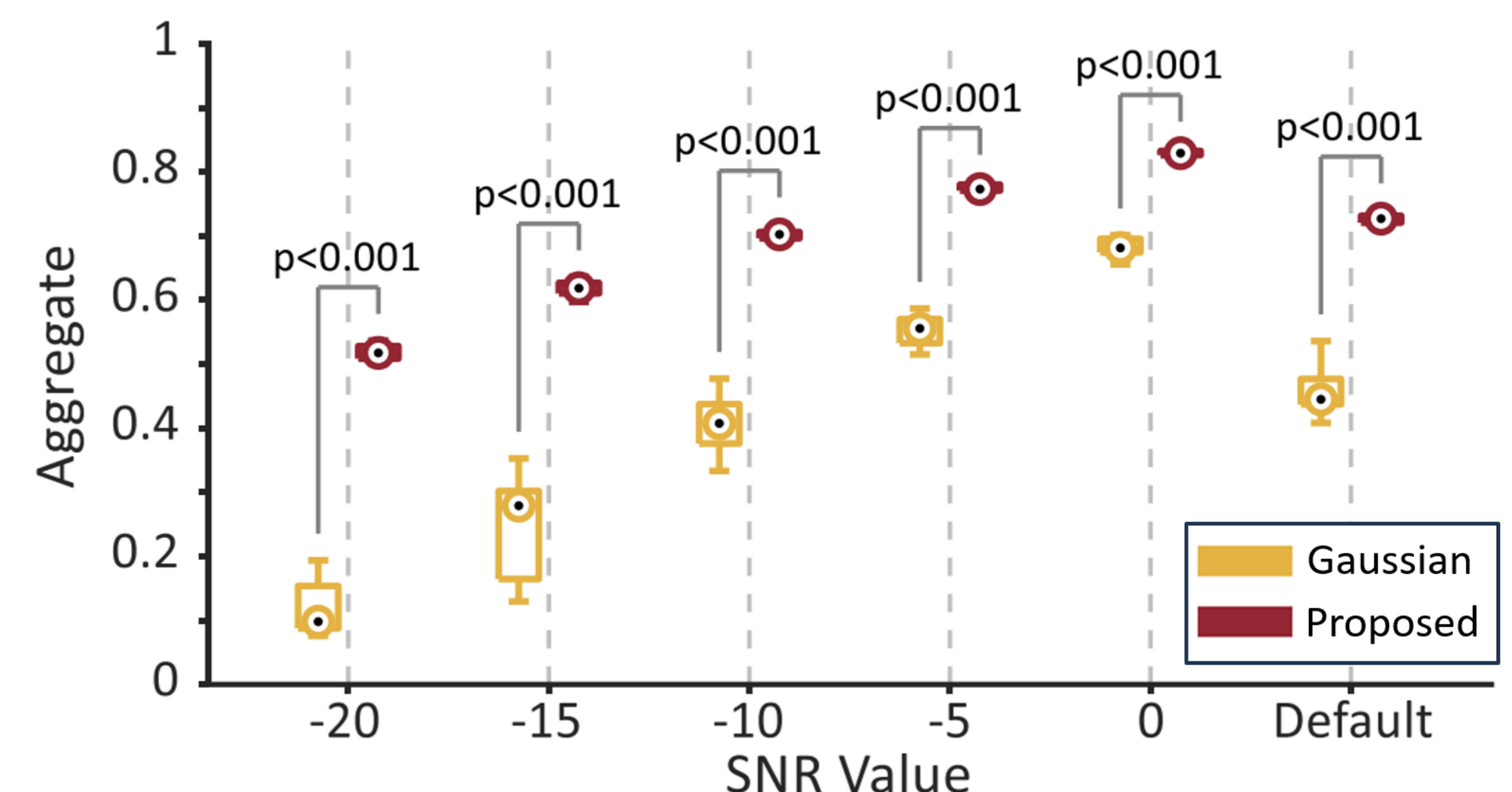
#### Brain-behavior decoding\*1

Muscle activity (filtered EMG) decoding from EEG signal



#### Brain current source imaging\*2

Face perception task (EEG-based simulation performance)



### 今後の方針

We aim to propose an improved noise model with better flexibility to model the real-world brain recording noise.

\*1 Li Y., ... & Yamashita O. Sparse Bayesian correntropy learning for robust muscle activity reconstruction from noisy brain recordings. *Neural Networks*, 182, 106899.

\*2 Li Y., ... & Yamashita O. Correntropy-based improper likelihood model for robust electrophysiological source imaging. *arXiv preprint arXiv:2408.14843*.