

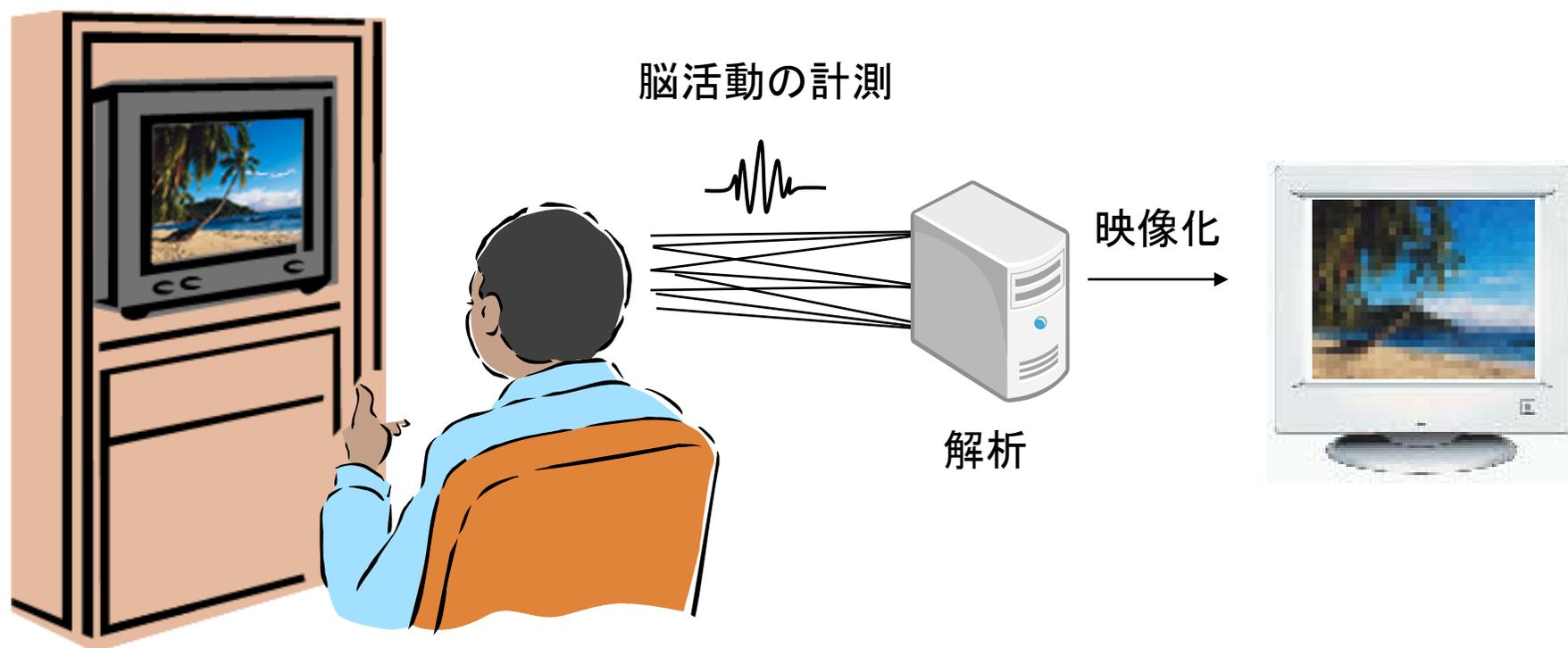


感覚知覚世界の
可視化技術の研究開発

宮脇 陽一

(独)情報通信研究機構
(株)国際電気通信基礎技術研究所

視覚像再構成



ヒトが見ているものを、そのヒトの脳活動から
そのまま映像化すること

視覚像再構成の基礎技術：脳情報復号化（デコーディング）

ある刺激・運動（条件）によって生じる脳活動を調べる



仮説：脳活動のパターンに情報がのっている

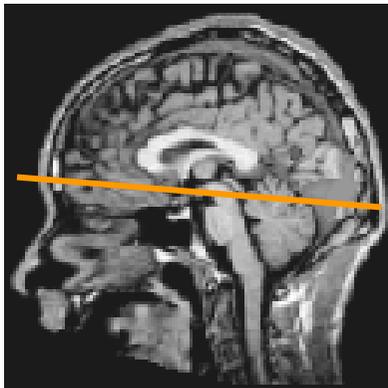
目的：脳活動を「符号（コード）」とみなし、それを「復号化（デコード）」する

脳活動計測の方法：機能的磁気共鳴画像 (fMRI)

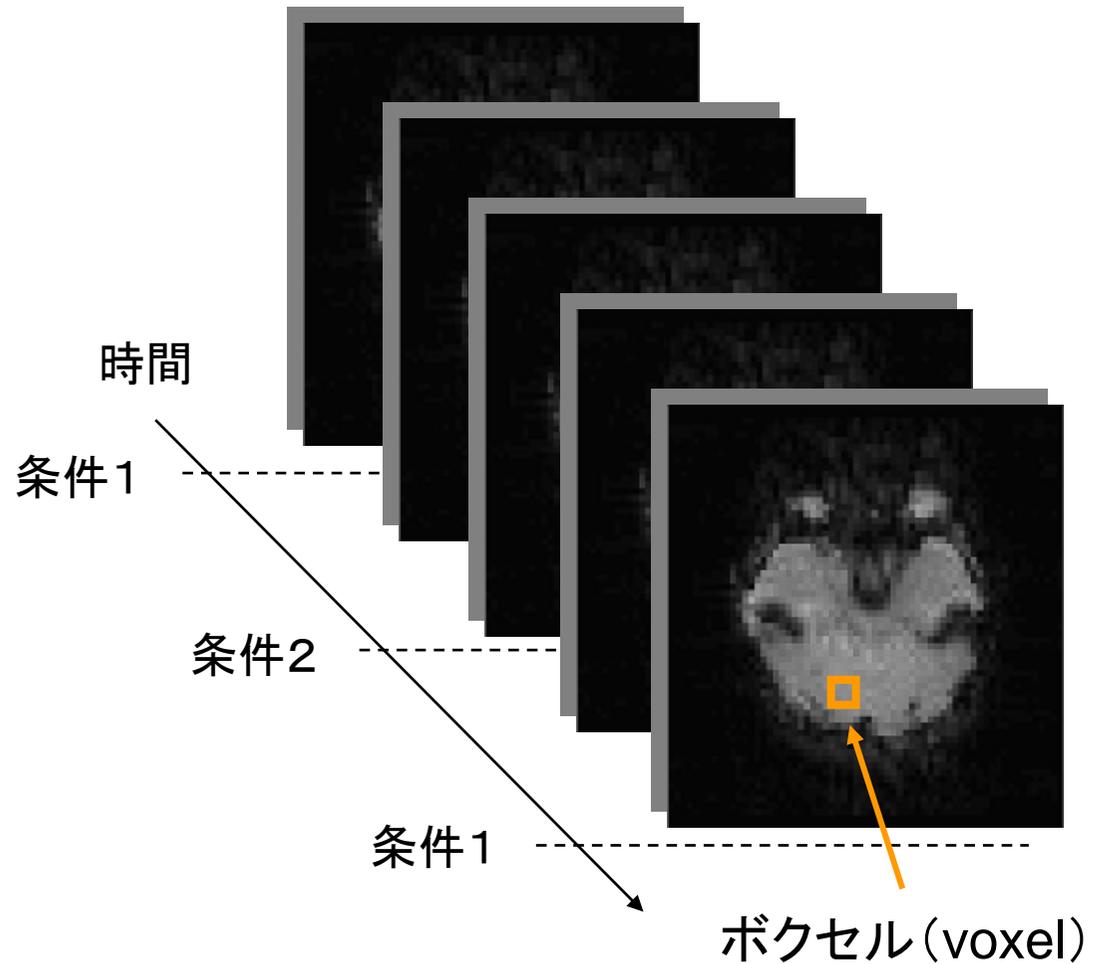
MRIスキャナ



高解像度解剖画像

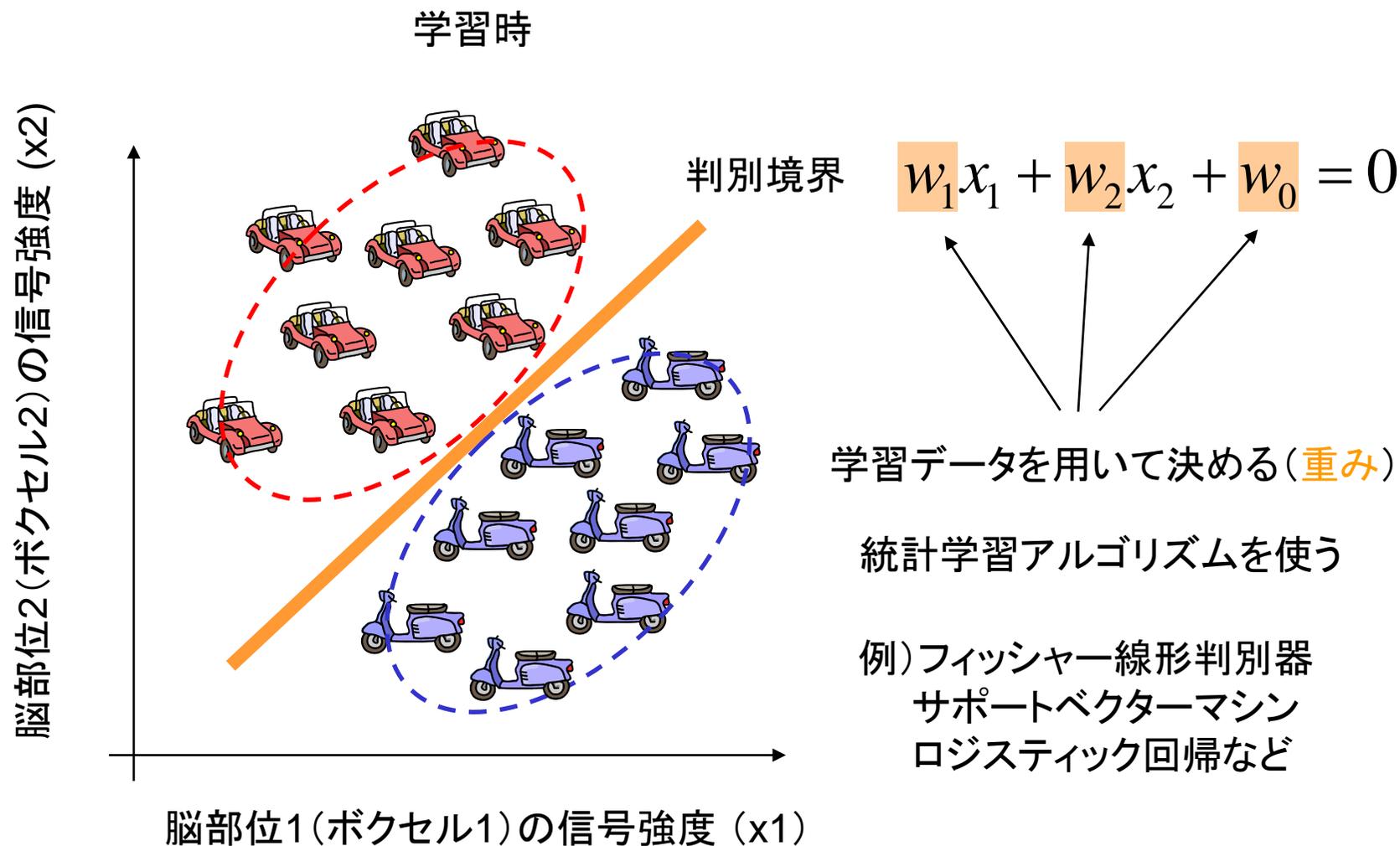


機能画像

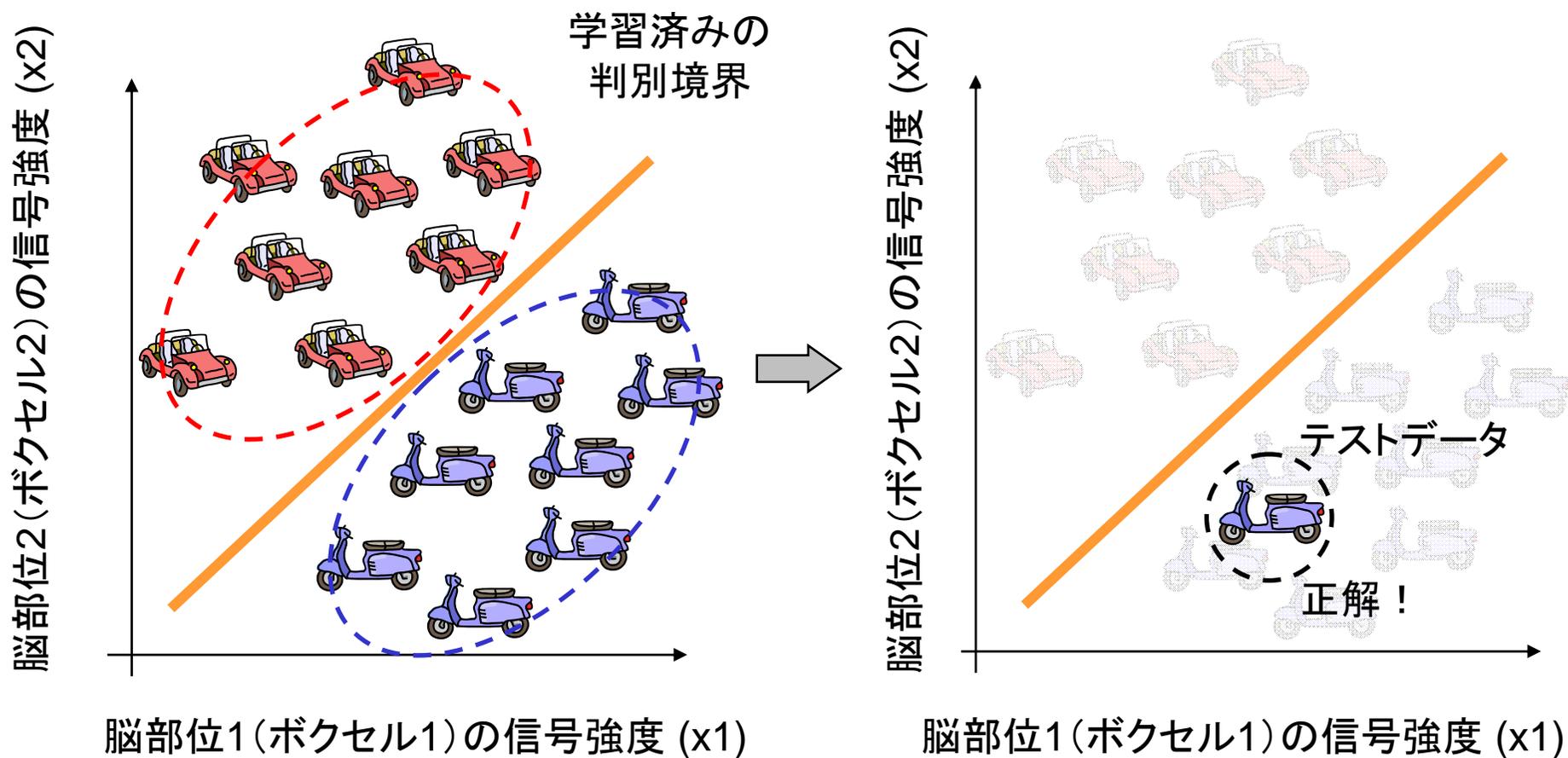


ボクセルの値の変化が脳活動の変化を表す

デコーディングの方法：脳活動パターンの特徴を学習



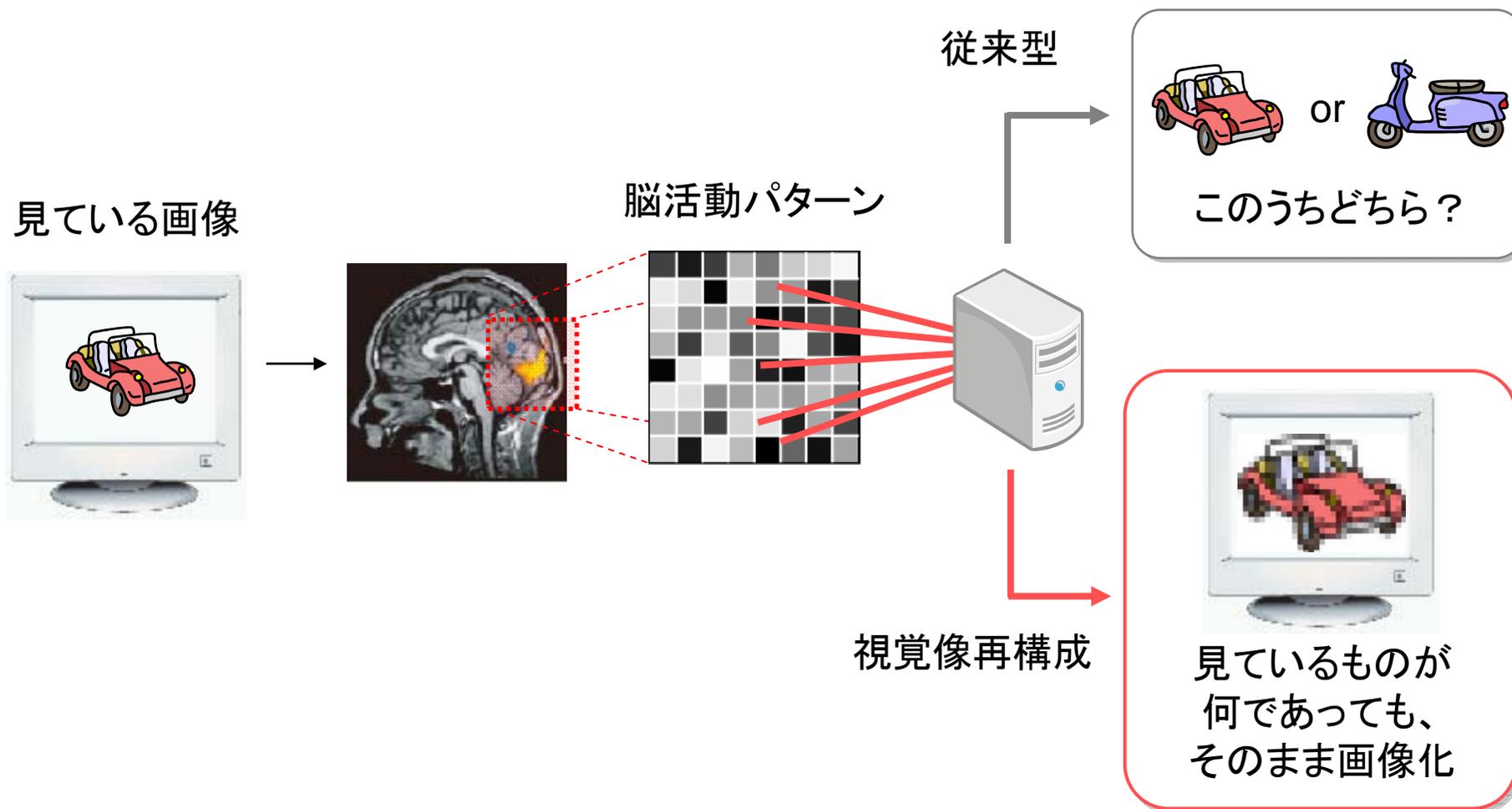
デコーディングの方法：脳活動パターンを判別



従来型デコーディングの限界

予測は単なるカテゴリーの分類

見ている画像を「画像」として再現しているわけではない

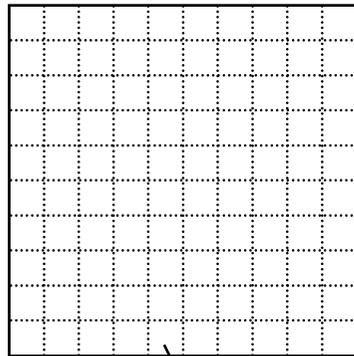


従来型デコーディングの限界

バリエーションが増えると対応できない

もし従来法で任意の画像を予測しようとする...

例) 10 x 10ピクセルの
2値画像(白黒)の予測



白 or 黒



可能な選択肢は
100000000000000 ... パターン
0が30個

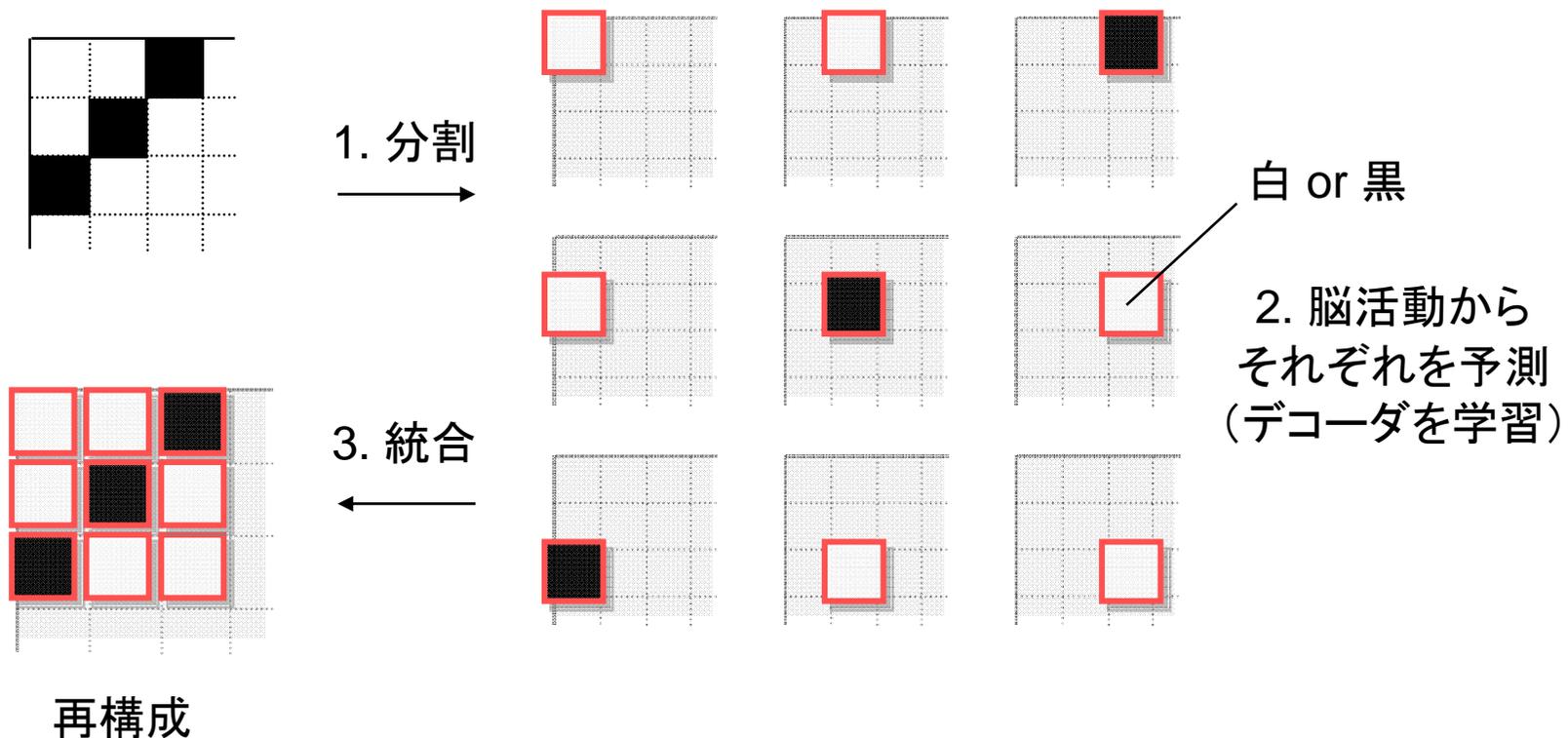
すべてを事前に学習するための
実験は現実的に不可能

⋮

視覚像再構成の方法: モジュラ・デコーディング

1. 画像を小領域に分割 → 2. 小領域ごとに予測 → 3. 画像を統合

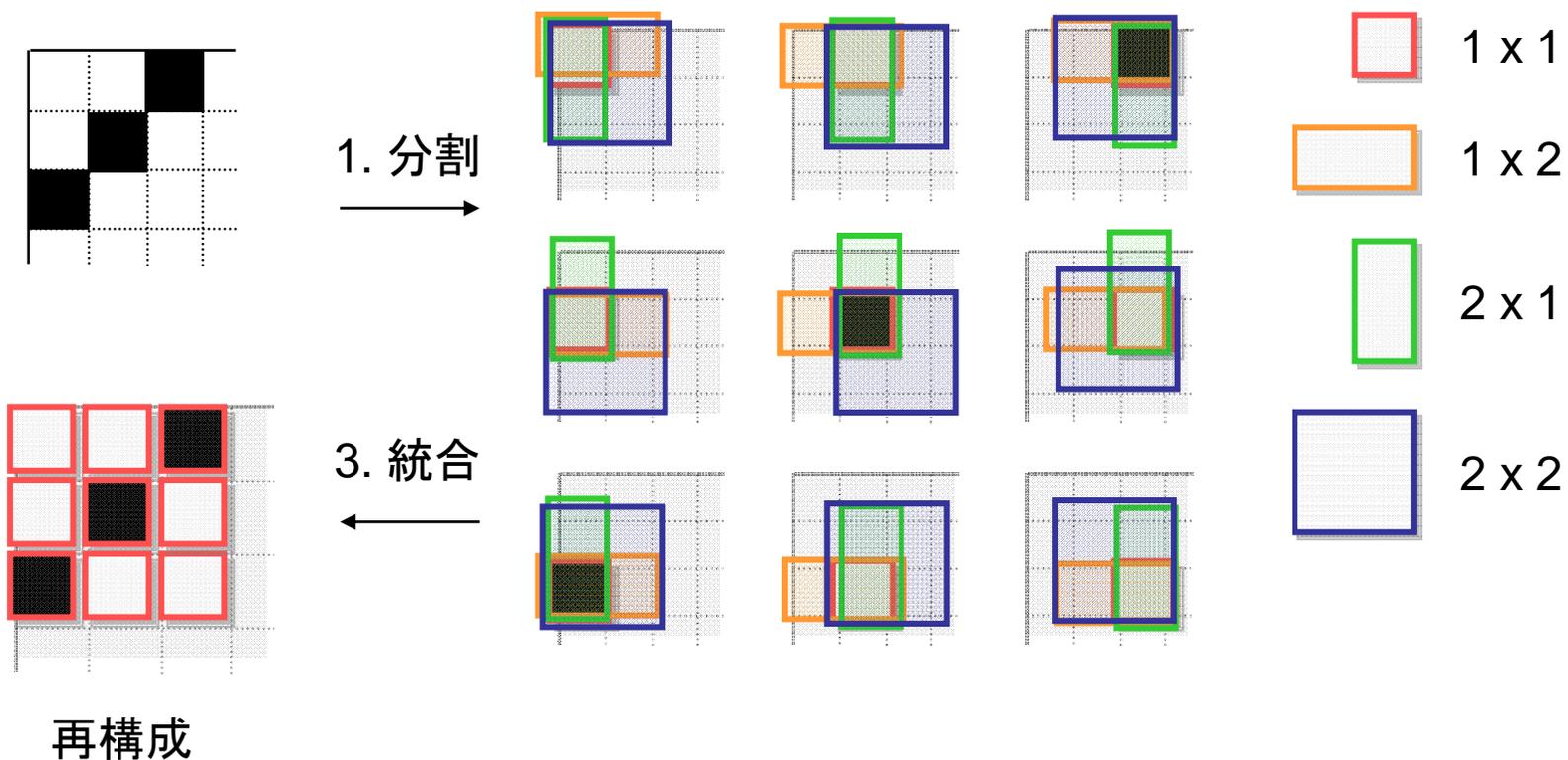
2択問題の組み合わせに置き換え
(モジュラ・デコーディング)



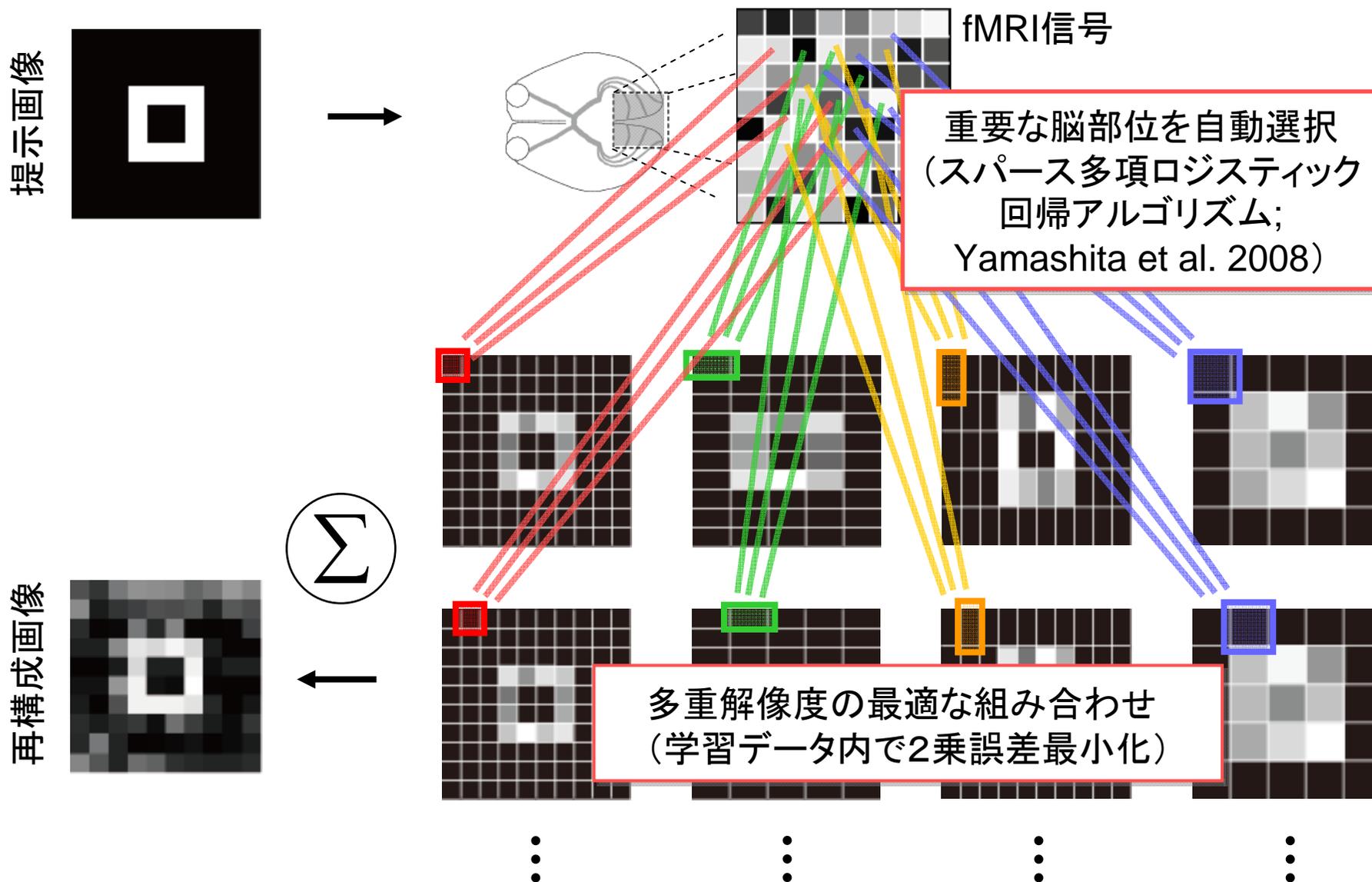
視覚像再構成の方法：多重解像度の組み合わせ

1. 画像を小領域に分割 → 2. 小領域ごとに予測 → 3. 画像を統合

4種類のサイズ(多重解像度)



視覚像再構成の方法:まとめ

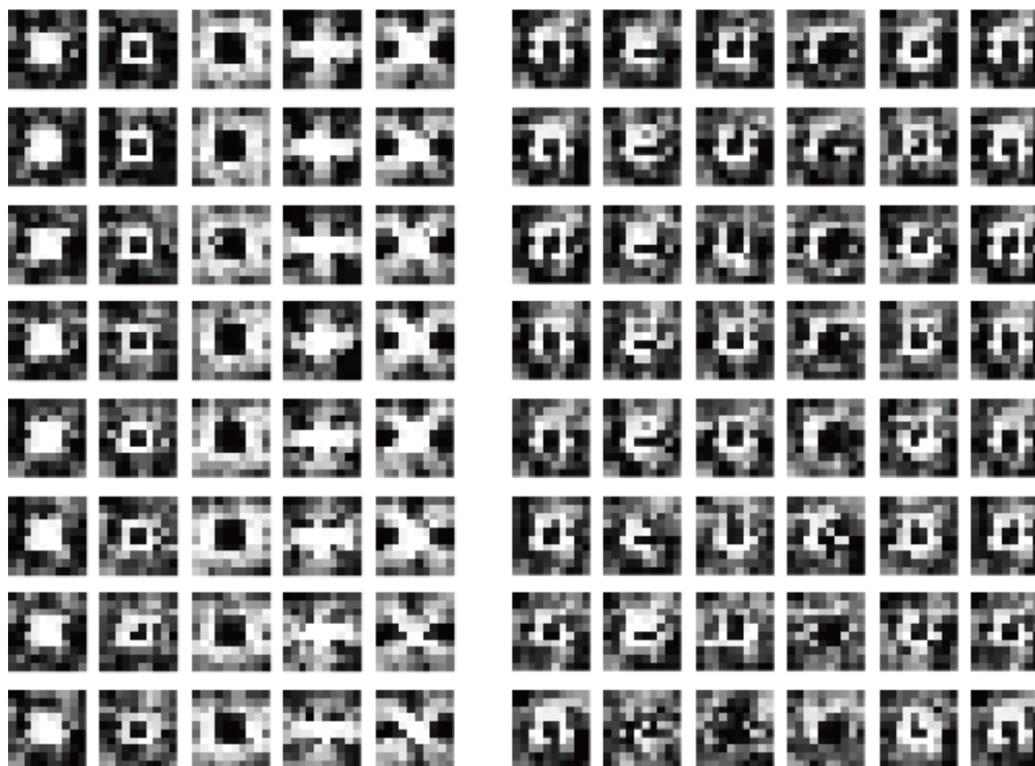


視覚像再構成の結果

被験者が見た画像



脳活動から
再構成された画像
(各画像ごと8サンプル)



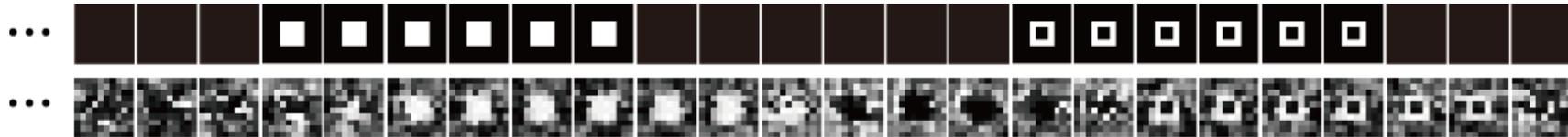
再構成画像の平均



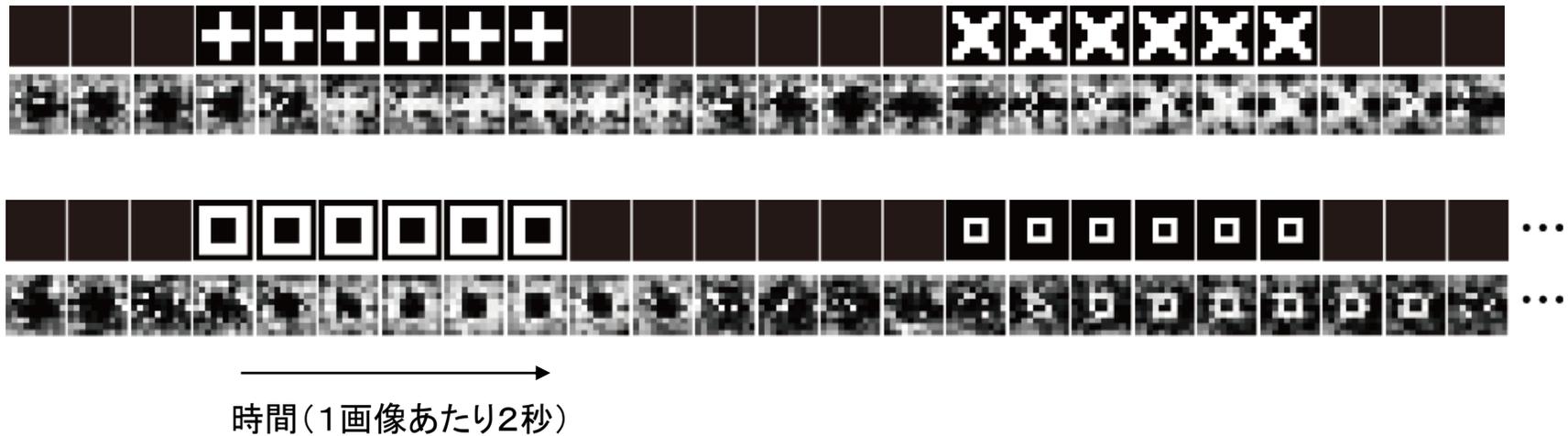
* 実際の提示画像では、白色部が点滅する
チェッカーボード、黒色部が灰色背景に対応

視覚像再構成の結果(2秒ごとに映像化)

被験者が見た画像

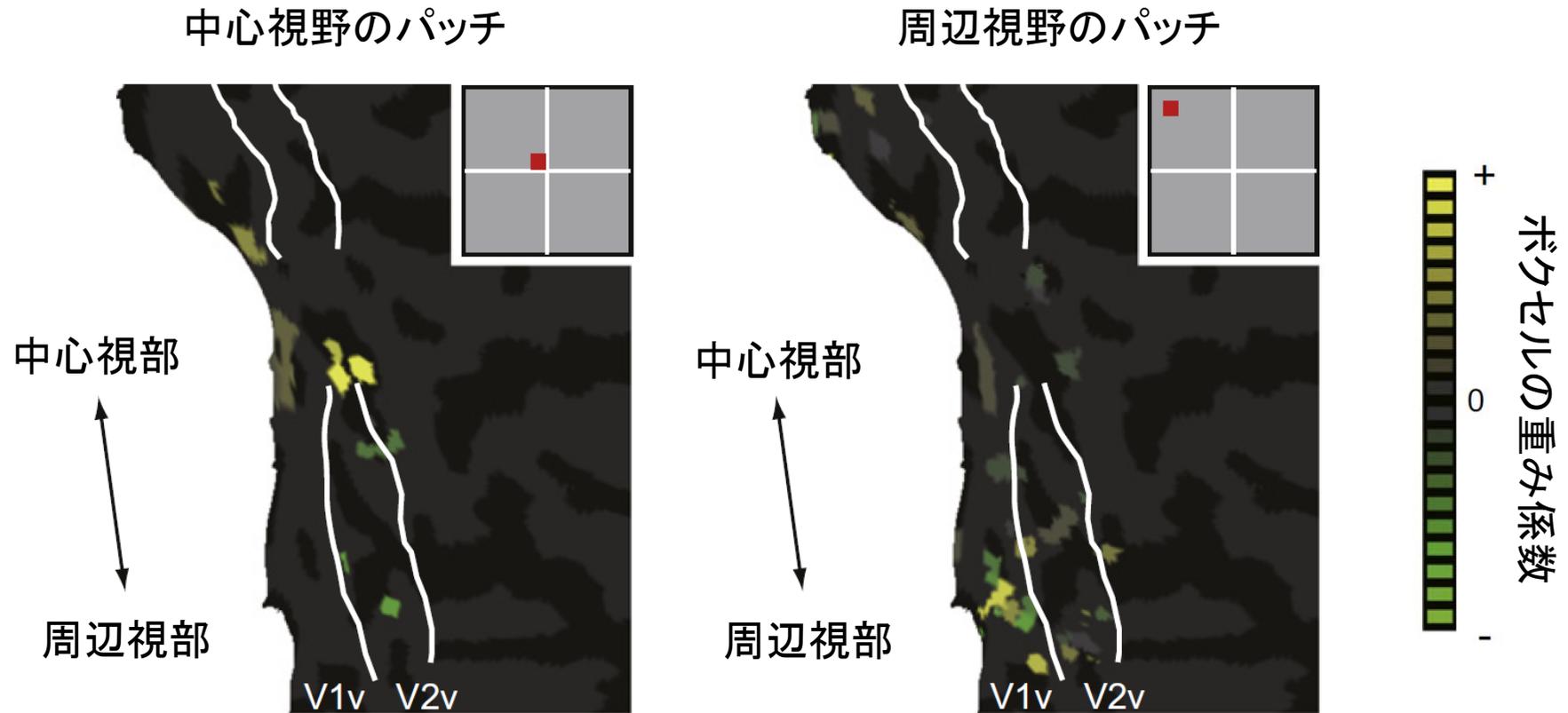


再構成された画像



2秒ごとに得られる脳活動(fMRIのスキャンデータ)から、見ている画像を動画として再構成することに世界で初めて成功

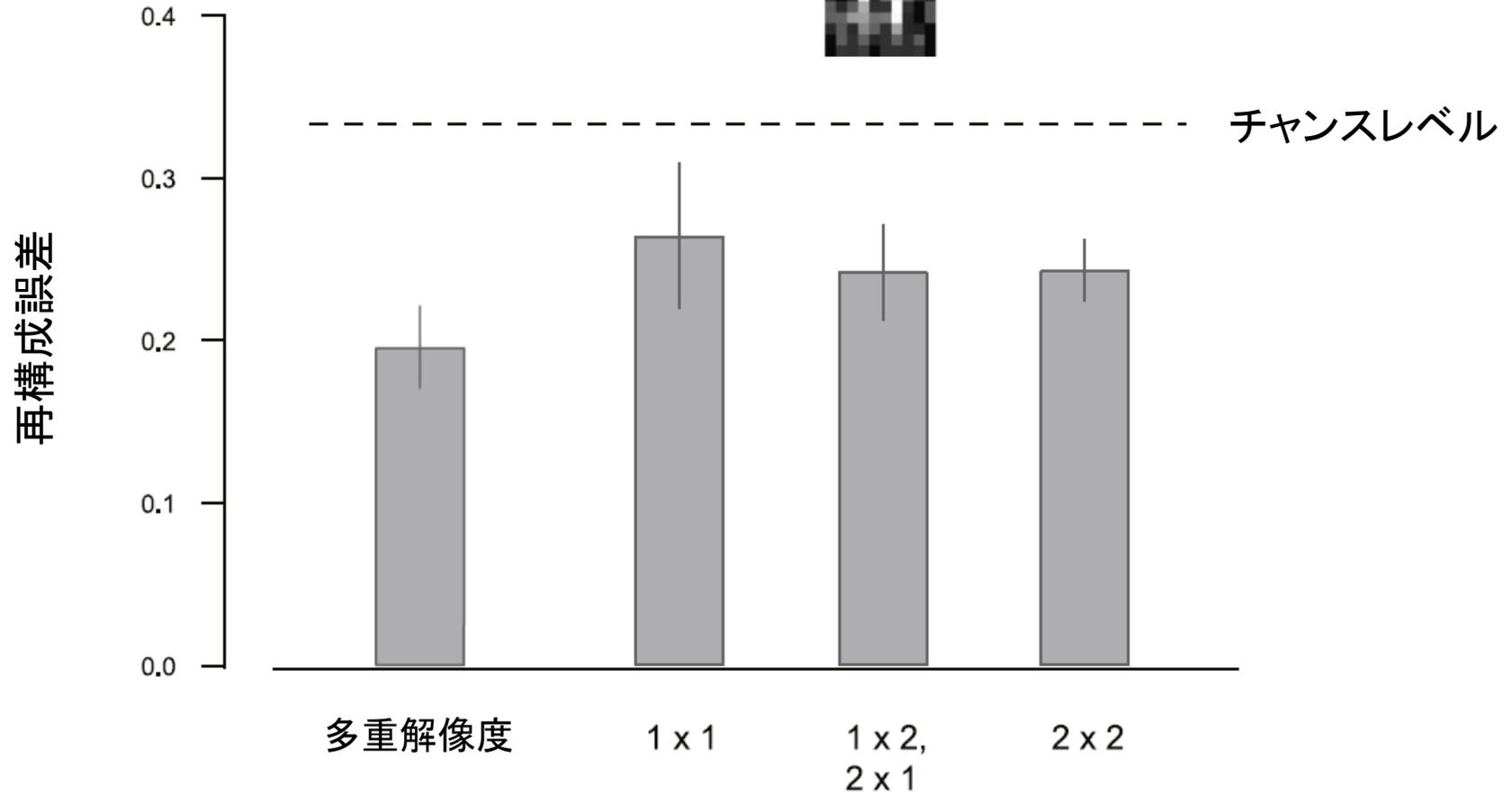
視覚野上での重み係数の分布



網膜部位対応表現(レチノトピー)にほぼ対応して大きな重み係数をもつ
↓
生理学的に妥当な脳部位の信号を自動的に利用

多重解像度表現の有効性

再構成画像



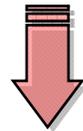
多重解像度の組み合わせにより再構成精度が向上

まとめ

ヒトが見ているものを、そのヒトの脳活動から高精度で画像化すること
(視覚像再構成)に世界で初めて成功

わずか2秒のfMRI信号からでも、視覚像再構成が可能(動画化に成功)

約400パターンの学習(約1時間)で、1億パターン以上の画像を高精度で同定



脳情報復号化(デコーディング)技術の性能を飛躍的に向上

その他

脳活動データから画像表現に適した基底を自動抽出

視覚野の脳活動相関に画像情報が含まれていること解明
(第一次視覚野で特に顕著)

今後の展望

主観的知覚の再構成



イメージをしている時でも、画像を見ている時と同じように脳が活動
→同様の原理でイメージの再構成が可能

- － 脳を直接に介した情報伝達手段の実現
- － デザイン・芸術創作の新しい方法
- － 心理・知覚状態のモニタリング
- － 情報提示デバイス、メディア・コンテンツの客観評価

運動指令の再構成



モジュラ・デコーディングにより複雑な運動の読み取りが可能

- － 柔軟で高精度なブレイン・マシン・インタフェースの実現