

脳情報解析と人工知能の接点： シーズ・社会実装・課題

西本伸志

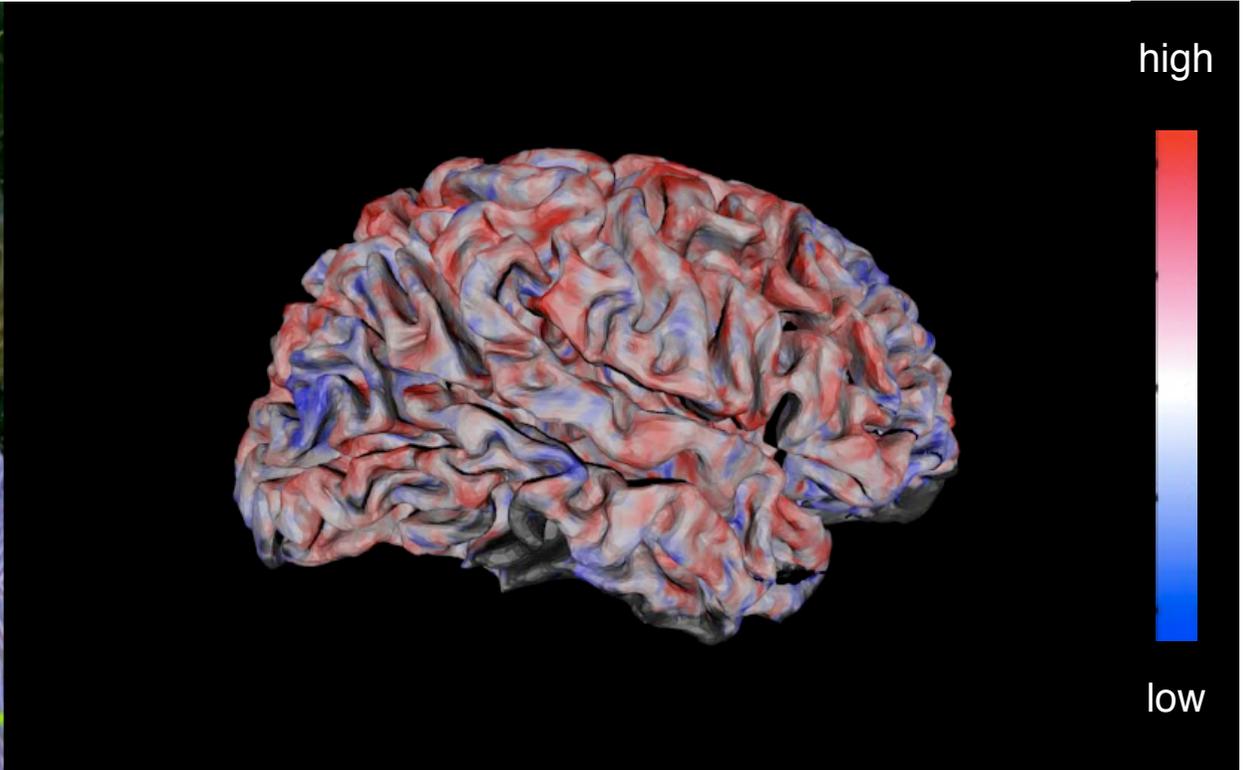
国立研究開発法人情報通信研究機構 脳情報通信融合研究センター



自然な体験を司る脳内情報を理解する

体験

脳活動（脳の“言葉”）



(Artbeats HD)

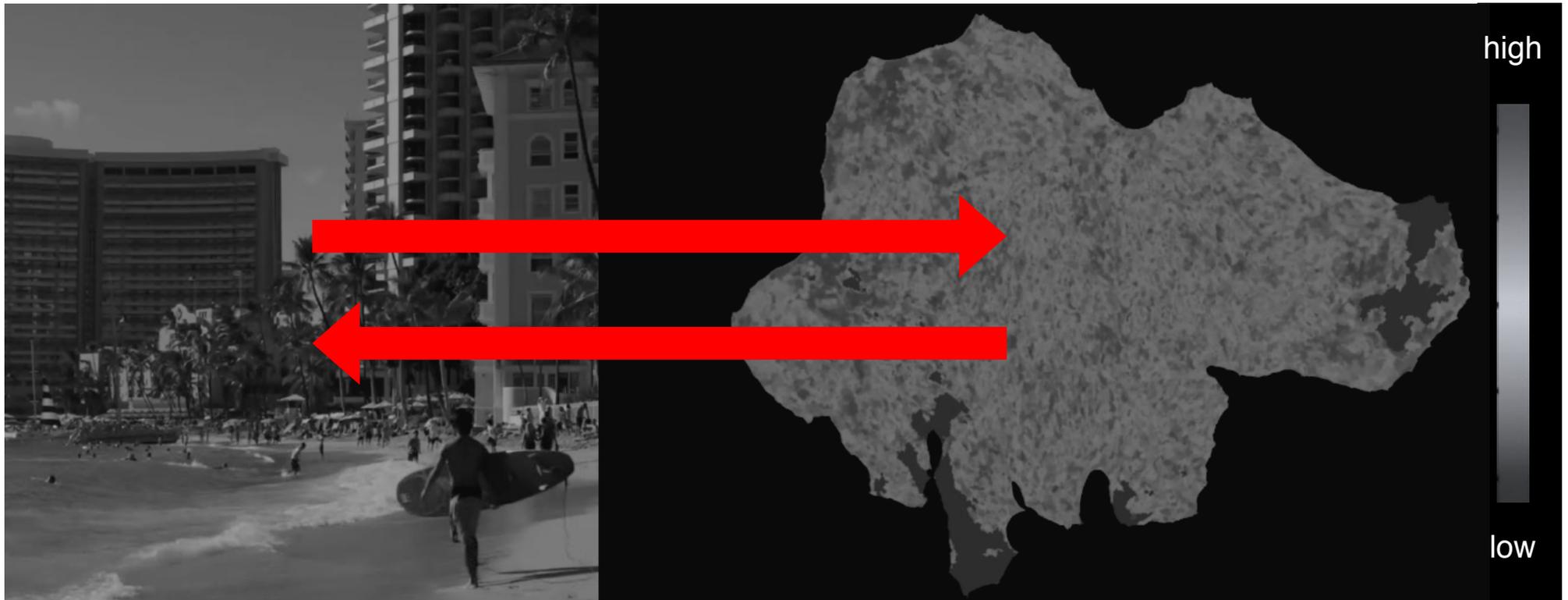
- 動画視聴中のヒト脳活動をfMRI(機能的磁気共鳴画像装置)で全脳(例:2mm角x数万点)連続(例:2秒x数千点)イメージング
- 体験内容と脳活動の関係をすることで、脳の“言葉”を理解する(定量的な予測モデルを構築する)



自然な体験を司る脳内情報を理解する

体験

脳活動（脳の“言葉”）

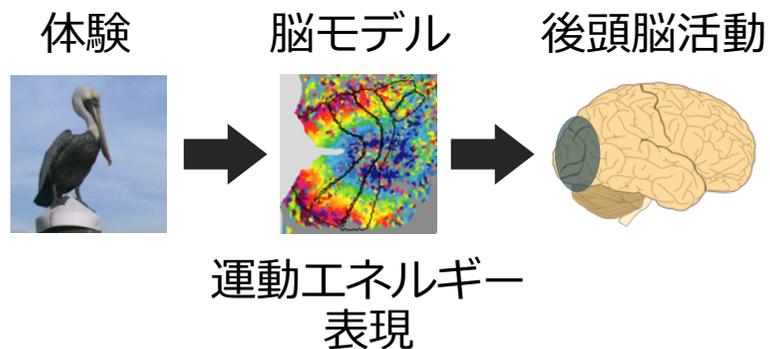


(Artbeats HD)

- 体験内容から脳活動への関係を理解する（人工脳）
→脳型人工知能開発のための数理基盤
- 脳活動から体験内容への関係を理解する（脳活動解読器）
→何を感じて/考えて/意図しているかを解読するための数理基盤

初期視覚野脳活動のモデル化と解読

(1) 人工脳訓練フェーズ



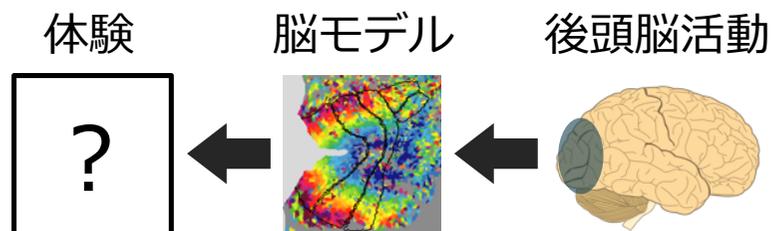
実際の知覚体験



初期視覚野脳活動から
推定した知覚体験



(2) 脳活動解読フェーズ

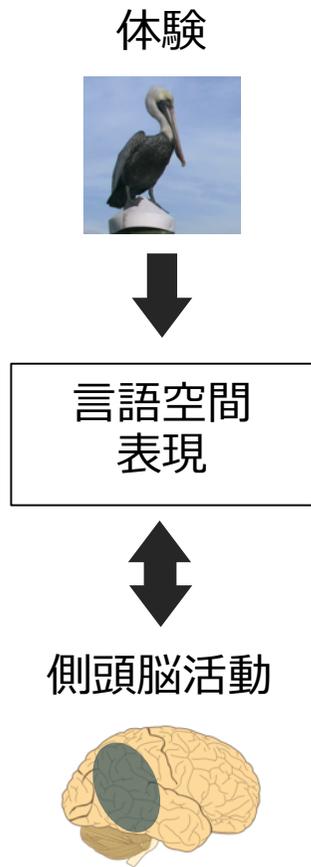


Nishimoto et al., 2011 *Current Biology*

- 自然知覚下脳活動を機械学習を用いてモデル化
- モデルを介して脳活動を解読することで知覚体験の映像化に（一定精度で）成功
- 応用例：画像を空想している時の脳活動から空想内容を推定

e.g., **想起脳活動に基づくGoogle画像検索** (Naselaris et al., 2015 *NeuroImage*)

ヒト脳活動から知覚意味内容を解読する



NeM sweets DONUTs

視聴中コンテンツ



脳活動解読による知覚推定

名詞	動詞	形容詞
サービス 0.5614	取り扱う 0.484	安い 0.3473
業務 0.5611	支払う 0.702	詳しい 0.7323
従業 0.5567	営む 0.3751	厳しい 0.1986
運営 0.54	引き受ける 0.3507	数少ない 0.1943
業者 0.5397	携わる 0.3472	望ましい 0.1664
窓口 0.531	行う 0.3435	欲しい 0.1665
顧客 0.5293	限る 0.3276	親しい 0.1583
物流 0.5217	勤める 0.3257	少ない 0.1559
飲食 0.5207	取り組む 0.3202	難しい 0.15292
事業 0.5182	見込む 0.3131	楽しい 0.1473

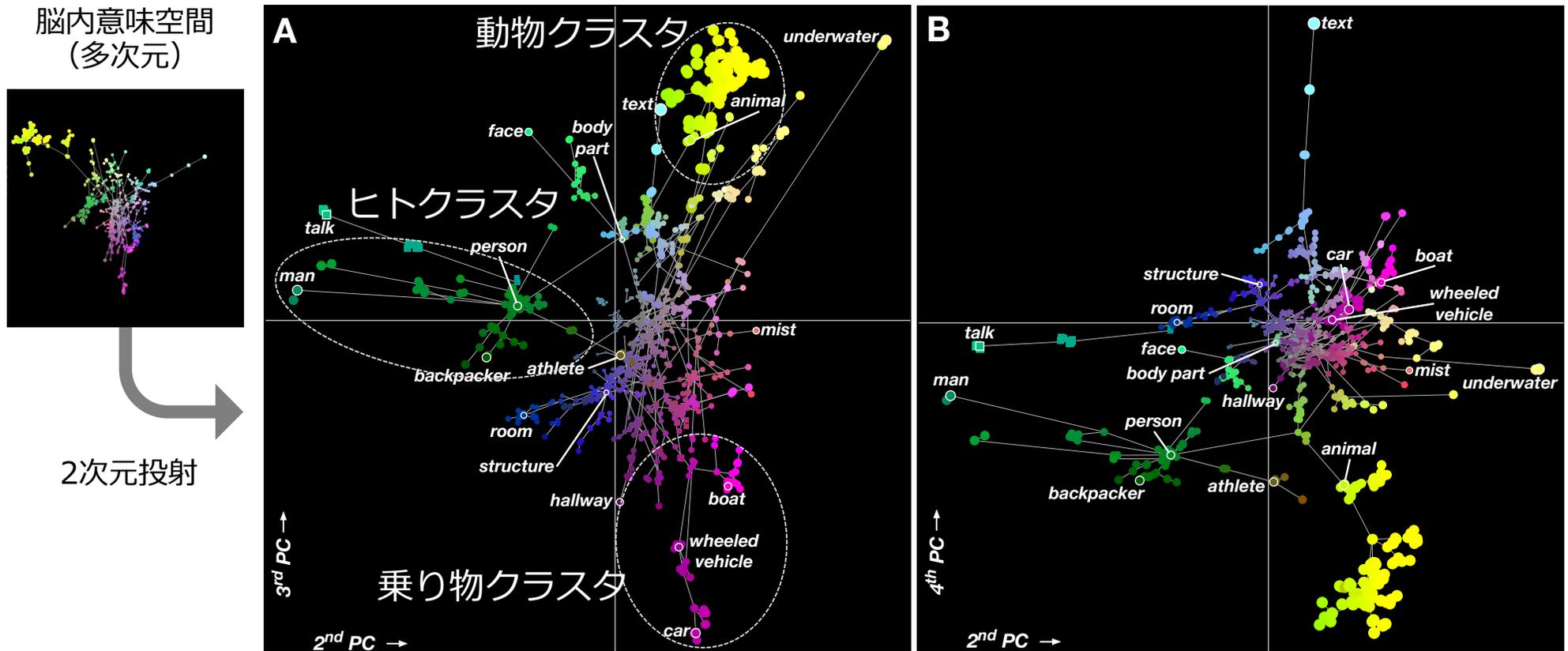
NTTデータCM
「多通貨決済サービス篇」



Huth et al., 2016 *Front. Syst. Neurosci.*
Nishimoto et al., 2015, 2016a/b *patent pending*

- 体験内容とヒト側頭葉脳活動の関係を言語空間表現でモデル化
- 客観的/主観的な知覚意味内容を脳活動から（一定精度で）解読
- 応用例：印象評定サービスとして商用化（株式会社NTTデータ様に技術移転）

脳が持つ世界観（意味空間）を定量する



Huth, Nishimoto, Vu, Gallant, 2012 *Neuron*

Çukur, Nishimoto, Huth, Gallant, 2013 *Nature Neuroscience*

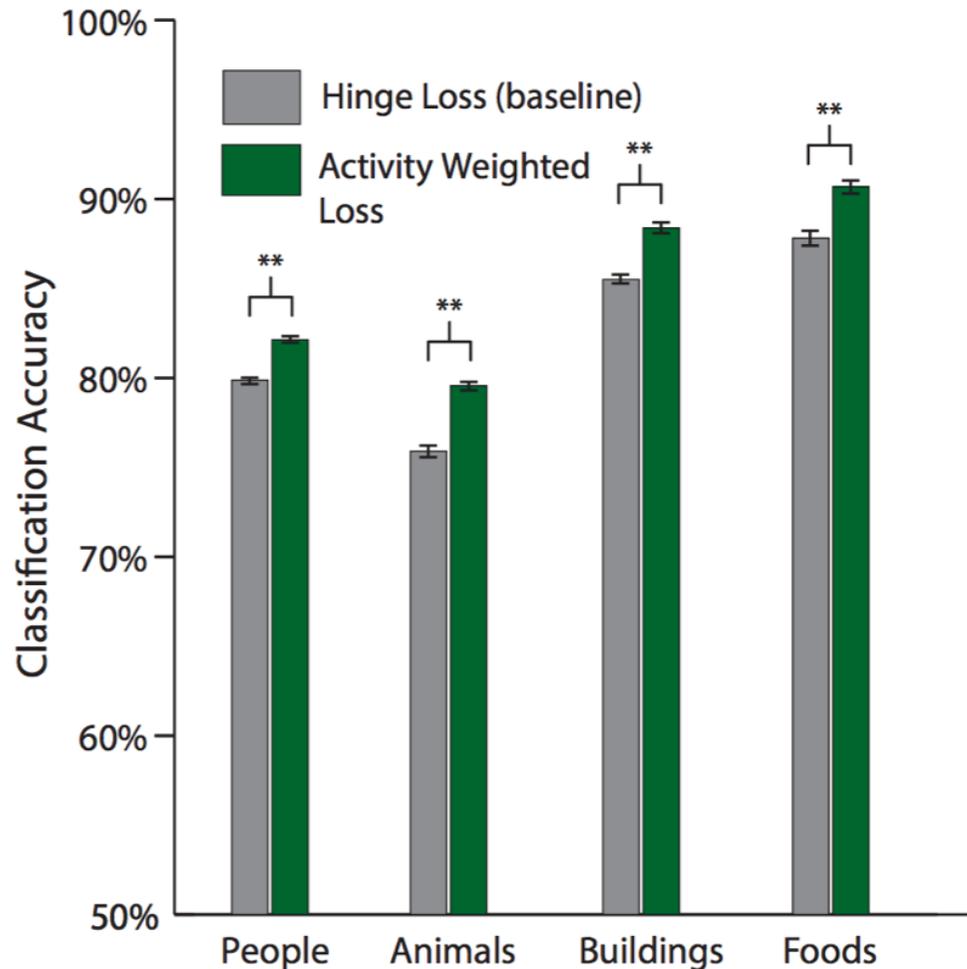
Çukur, Huth, Nishimoto, Gallant, 2016 *J. Neuroscience*

- 脳内における事物（男、ボート、霧...）間の表現類似度を定量化
- 将来的には：ヒトと接する人工知能が持つべき世界観/常識の”答え”

e.g. 脳情報利用による識別性能の向上 (Ruan et al. 2016; Fong et al. 2017)

脳活動の援用による人工知能技術の性能向上

Convolutional Neural Network (CNN) Features

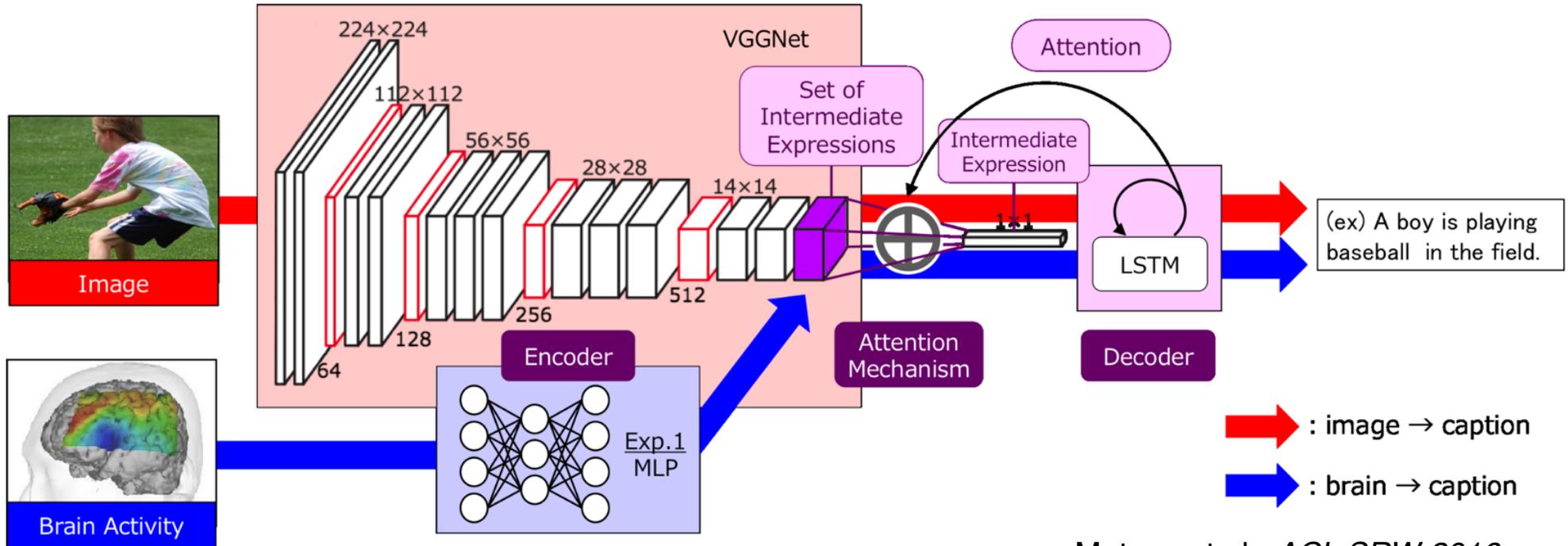


- 機械学習（画像認識、自然言語処理）に脳活動データ由来の摂動を加えることで、一部のタスクにおいてはstate-of-the-artを超える成績が得られる。
- 脳活動データがもっとあればより高精度な（ヒトに近い）判断を実装することが可能？
- 課題：データが足りない

Fong et al., 2017 *arXiv*

Ruan et al., 2016 *EMNLP*

人工知能技術と脳モデルの融合例：ヒト脳活動の文章解読



Matsuo et al., *ACL SRW 2016*

体験 脳活動から文章化した体験内容



A group of people standing on the beach.



A man is in the back of an umbrella.

- ヒト脳活動から知覚内容を文章として取り出すことに成功
- 広帯域な想起型BMIの数理基盤へ
- 課題：データが足りない

研究室とビジネス応用とのギャップ：データが足りない

平均的な脳情報解析からヒト個性を踏まえた解析へ

サンプル平均による
普遍的な評定



ヒト個性タキシソミー



- 20代女性の支持を得たい
- 50代男性をときめかせたい
- 年収2000万円層を動かしたい
- 年収300万円層の琴線に触れたい
- プロドライバーの判断を模倣したい
- 芸術家の見る世界が見たい
- ...
- 課題：データが足りない

脳活動データの有効活用を目指して：もっとデータを！

- ほぼ全てのヒト脳神経活動データ
個体あたりサンプル数（画像/刺激条件数）が10～数100程度
特定の仮説検証が目的 → 汎化が難しい
- Nishimotoヒト自然動画視聴下脳活動データ（2014）
個体あたりサンプル数7740（ヒトオープンデータとして世界一？）
深層学習機のチューニング程度には使える（Güçlü and van Gerven 2017）
- 米国Human Connectome Project (HCP, 2010-2015)
約45億円(\$40M)かけて1000人以上について10～数100サンプル
“広い”ビッグデータ → 汎化が難しい/方向性が異なる
- **（提案）日本版脳ビッグデータプロジェクト**
個体あたり数万～数十万サンプルのヒト自然認知/脳活動対応データ
汎化/深層学習に耐える“深い”ビッグデータ → **これから必要なデータ**

多様な認知機能を対象としたデータ取得とモデル化

視聴覚認知



会話



ゲーム



個体脳から数10～数100時間（数万～数十万サンプル）

- 多様な自然認知条件下における脳活動と行動メタデータを従来より1-数桁多く集める（視聴覚認知、ゲーム、学習、購買、会話、創造、SNS、倫理、…）
- 多くの実験系と人員が必要
（例：MRI装置群/実験運用/アノテーション処理 → HCP（\$40M）相当？）
- 国研で大規模データ取得を主導、大学で個別の仮説検証、企業が利活用
- 究極的には：高次認知 → 判断 → … → 人格のモデル化/再現

海外の動向：巨大資本はAI+神経科学の社会実装を促進するか？



Elon Musk
SpaceX CEO
Tesla, Inc. CEO
PayPal創業者

(写真: CC-BY2.0, Heisenberg Media)

2017年3月 Elon Musk氏が侵襲型BMIを目指すNeuralink社を発表。
→ 4年で臨床利用、8-10年で一般ユーザ向け埋込み型BMI実現を目指す。



Regina Dugan
Facebook “Building 8”所長
元Google ATAP副所長
元DARPA所長

(写真: 左 TechCrunch/Josh Constine
右 Public Domain, DARPA)

2017年4月 Facebook社が非侵襲型BMIの開発を発表。
→ 2年で100words/minの情報伝達実現を目指す。

- このタイムラインでの実現性を疑問視する専門家は多い。
- ただ大資本を集中投資することで何らかの技術革新が出来るのかも？
- 例えば先の我々の例（2秒間の脳活動データから8単語生成, Matsuo et al., 2016）のような人工知能にガイドされたBMIの成績をカウントするなら可能？

最先端の学術的研究から社会実装へ



企業向け研究会の企画/
コンサルティング (2015-)

視聴中コンテンツ
「NTTデータCM: 多通貨決済サービス編」

脳活動解読による知覚推定

名詞	動詞	形容詞
自宅	手伝う	親しい
食事	辞める	厳しい
同僚	営む	上手い
アルバイト	駆けつける	欲しい
実家	連れる	幼い
従業	勤める	優しい

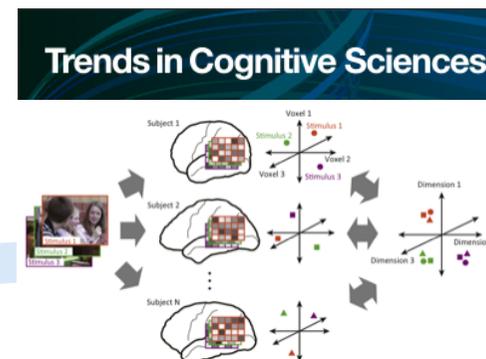
NTTデータ社に技術移転/
商用サービス開始 (2016-)



Google米国本社で講演
(2015)



Nature誌の特集等で分野の
代表例として度々紹介 (2012-)



Cell系列最高峰の学術解説誌
にて招待論文執筆 (2016)

- 日本の脳神経科学研究の一部は世界をリードする水準にある
- データ駆動型学術研究から社会実装へ