

3.10.2 脳情報通信融合研究センター 脳情報通信融合研究室

室長(兼務) 柏岡秀紀 ほか42名

脳を理解し人に優しい情報通信技術を

【概要】

我々が普段の生活の中で取り扱う情報は、情報通信技術の進展と共にテキスト、音声、映像だけでなく、匂い、質感など様々な広がりを持ち増大している。人がこれらの情報を理解し、また伝える新たな ICT 技術の研究開発には、人が情報を処理している脳における ICT の研究開発が重要な課題となる。本研究室では、1) 人が受け取る情報を脳が処理する仕組みの解明とその応用技術の研究開発、2) 観測される脳活動から処理している情報を抽出する技術の研究開発とフィードバックを含めた応用技術の研究開発、3) 脳の仕組みを応用し情報ネットワークを制御する技術の研究開発、を大きな3つの中心課題として研究開発を進めている。

第3期中期計画では、将来のテーラーメイド情報提示技術や脳情報インターフェイス技術の実現に向けた基礎技術の構築を進めている。1) の人が受け取る情報を脳が処理する仕組みの解明においては、脳活動のモデル構築を進めている。特に「情報の理解」が成立するときの脳内処理メカニズムの解明を推し進めた。2) の脳活動から処理している情報を抽出する技術の研究開発においては、プロスポーツ選手の脳活動が、一般人の脳活動に比べ、効率的な活動をしていることを示し、また、脳活動データから感覚表現を抽出する手法を見だし、その有効性を確認した。さらに、3) の脳の仕組みを応用し情報ネットワークを制御する技術の研究開発においては、健常者と慢性腰痛患者の間で、脳活動の異なるネットワークの存在を示し、慢性疼痛患者に対する痛みの「バイオマーカー」を発見した。

【平成26年度の成果】

1) 人が受け取る情報を脳が処理する仕組みの解明とその応用技術の研究開発

「情報の理解」が成立する時の脳内処理メカニズムの代表的な事例として、劣化画像(情報が欠落していて一見何が描かれているのか分からない画像)を見ていて分かったときのメカニズムを解明した。図1のような劣化画像を見た時に、元画像(図2)が何を示しているかが分かるまでの時間は、その図の難しさと見ている人の脳の活性度のような指標(脳温度)によりおおよそ判断することができる



図1 劣化画像



図2 劣化画像の元画像

ことが分かった。これは100名近い被験者に対して劣化画像を見てもらった実験の結果である(図3)。また、認識までの時間(t)、図の難しさ(M)、被験者の能力(Z)の間には、 $t = Ce^{\frac{M}{Z}}$ の関係が成り立っていることを実験結果から示している。さらに、脳内での処理メカニズムとして、ゆらぎモデルを用いたメカニズム(図4)を提案し、実験結果をよく説明できるモデルとなっている。実際に「情報を理解」した時の脳活動を図5に示す。

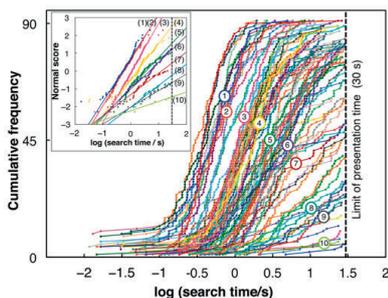


図3 認識時間の実験結果

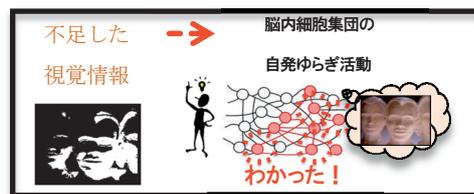


図4 ゆらぎ制御による理解のメカニズム

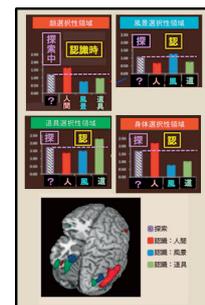


図5 理解のメカニズムにおける脳活動

2) 観測される脳活動から処理している情報を抽出する技術の研究開発とフィードバックを含めた応用技術の研究開発

優れた技能を持つ人間の脳の活動を解明し、その活動の再現や技能の獲得を支援することは重要な課題である。その一例として、プロスポーツ選手の脳活動の解明に取り組んだ。ワールドカップでも活躍するサッカー選手であるネイマールの脳活動を計測し、一般の選手の脳活動に比べ、脚の運動に利用している脳部位が小さく、効率的な活動をしていることを示した(図6)。また、様々なディフェンダーとの状況からディフェンダーを抜き去るための多数の選択肢を短時間で準備することができる(図7)ことが、脳活動からも見て取ることができた。この研究成果は、NHKスペシャル「ミラクルボディ」において、平成26年6月1日に放送された。

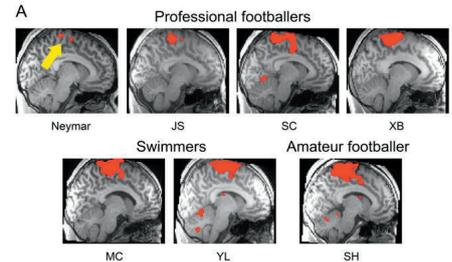


図6 脚の運動に対する脳活動領域

また、自然動画を見ている時の脳活動データから感覚内容を抽出する手法を開発し、その有効性を確認した。まず、多数の自然動画に対して、その動画に含まれるものや、それを見た時の感覚を自然な表現で記述する。次に、その動画を見ている時の脳活動と記述の関連をモデルとして学習させる。このモデルを応用することで、任意の自然動画を見ている時の脳活動から、知覚している感覚内容を抽出することに成功した。実際に抽出した例を図8に示す。従来は、名詞・動詞に代表される事物の抽出が主であったが、形容詞等による感性に関わる表現についても抽出可能となった。

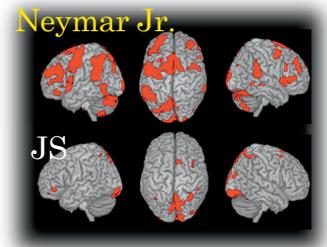


図7 状況に応じた選択肢を想起する脳活動



図8 自然動画を見ている時の脳活動から推定された知覚意味内容

3) 脳の仕組みを応用し情報ネットワークを制御する技術の研究開発

健常者の通常の脳活動と慢性疼痛患者の脳活動を記録し、脳内ネットワークの構造を推定、その差異を取り出す脳活動のネットワーク分析を行った結果、図9のオレンジ色で示した脳内ネットワークが活動していると、慢性疼痛を感じていると判断された。

このような脳内活動の差異は、慢性疼痛患者に対する痛みの、いわゆる「バイオマーカー」とみなすことができ、この分析により、世界で初めて、痛みのバイオマーカーを発見した。同様の手法で他のデータを分析することにより、様々なバイオマーカーを見いだすことが可能になる。

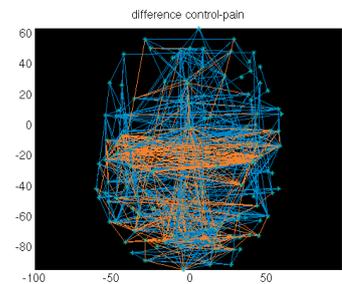


図9 慢性疼痛に対する脳内ネットワークの分析結果