

論文内容の要旨

博士論文題目

Neural Decoding of Visual Dream Contents

(視覚的夢内容の神経デコーディング)

※ 論文題目が外国語の場合はワープロ等を用いること。また、その邦文を論文題目の下に（ ）で記入すること。

氏 名 堀川友慈

(論文内容の要旨)

(1, 200字程度)

夢は睡眠中に生じる主観的経験であり、ときに非常に鮮明な視覚体験を伴う。夢を研究対象として扱った従来の研究では、主に、眼球運動や脳波など、睡眠中のヒトの生理指標と夢見との関係性を調べる試みが行われてきた。しかし、夢に現れる特定の視覚内容が、睡眠中の脳活動にどのように表現されているかについては、いまだ明らかにされていなかった。近年の機械学習の方法を用いた脳画像解析技術の発展により、被験者が視覚刺激を提示された時の脳活動や、視覚想像課題などを行っている時の脳活動から、被験者が見ている視覚内容を解読することが可能であることが示されている。そこで本研究では、この技術を睡眠中に計測された自発脳活動へと適用することで、睡眠中の脳活動から、見た夢の内容を解読することが可能であるかどうかを調べた。一般に夢が頻繁に生じると考えられているレム睡眠は、入眠からおおよそ60分経たないと現れないが、最近の研究によって、入眠時にもレム睡眠中と類似した夢見体験が生じることが指摘されてきている。この知見をもとに、本研究では、入眠時に見る夢に注目し、機能的磁気共鳴画像法(functional magnetic resonance imaging; fMRI)を用いて入眠期の脳活動計測実験を行った。実験では、被験者にMRI装置内で脳波計測用の電極キャップを装着した状態で眠ってもらい、脳波から睡眠状態をリアルタイムに判定しながらfMRI計測を行った。夢見と強い関連があると知られている睡眠脳波が生じたタイミングで被験者を覚醒させ、直前まで見ていた夢の内容を自由に報告させた。得られた報告を記録し、再び被験者に眠ってもらう、という手続きを何度も繰り返すことで、夢報告とそれに対応する脳活動データを大量に取得することに成功した。自由記述による不定形な夢報告から夢の内容を表すラベルを作成するために、夢報告中に現れた物体や風景を表す単語をウェブ上の言語データベースで定義さ

れるカテゴリにまとめ、頻出した主要なカテゴリを被験者ごとに特定した。各夢報告にこれらの主要なカテゴリが含まれているか否かを求めることで、各夢報告を主要カテゴリの有無を表す2値のラベルベクトルで表現し、睡眠中の脳活動データのラベルづけを行った。また、これらのカテゴリに対応する画像を実際に見ている時の脳活動を使って、見ている物体を脳活動から予測するモデル(デコーダ)を構築した。このデコーダを、各夢報告が得られた直前の睡眠中の脳活動に適用したところ、物体や風景の画像に対して選択的に反応することが知られている高次視覚野の脳活動から、夢に現れたカテゴリの判別や検出が高い精度で可能であることが示された。この結果は、見ている夢の内容が、実際に画像を見た時と共通の脳活動パターンによって、睡眠中の視覚野の脳活動に表現されていることを示唆している。本研究は、夢の視覚的内容に関わる脳内表現の実態を明らかにするとともに、夢をはじめ、自発脳活動上に表現される情報を解析するための有効なツールを提供することに寄与した。

氏 名	堀川 友慈
-----	-------

(論文審査結果の要旨)

夢は視覚的な内容を含む脳活動であるが、たぶん主観的な現象であり、夢内容と脳活動の関係は不明であった。

本研究では近年発達した機械学習技術にもとづく神経デコーディング手法を利用し、夢内容のデコーディングを実現したものである。

夢研究での最大の問題は、夢を見ている時の脳活動を計測するのが困難なことである。また、夢を見ているかどうかを EEG により特定できたとしても、一晩に何度も見るものではないため、デコーディング技術を用いるにはデータ数が足りないという問題が生じる。本研究ではこの問題を克服するため、入眠時には夢を見ている確率が高く、かつ短時間に多くのデータが得られる点に着目し、各被験者に対し 200 件以上の夢の報告を得ることに成功した。

さらに各カテゴリに対してデコーディングに必要なデータ数を確保するため、WordNet と呼ばれる語彙データベースを利用して 16 から 26 のシンセットを用意した。

これらの工夫により、本研究では睡眠時の脳活動から夢内容を特定することができた。さらに脳の各領域にどれだけ夢情報が含まれているかを定量的に評価した。

以上をまとめると、本論文は、夢内容のデコーディングを実現するための実験方式を開発した、夢研究の扉を開いた先駆的な研究であり、博士（理学）の学位に値するものと認められる。