

西野 浩史（人間数理研究分野）

記事全文はこちらをご参照下さい

https://www.hokudai.ac.jp/news/180209_pr.pdf

PRESS RELEASE 2018/2/9



匂いのかたちを捉える神経を発見

～ゴキブリは闇の中で見るよう匂いを嗅ぐ～

ポイント

- ・匂い情報が集まる糸球体の内部に、触角での感覚細胞の位置を反映した層状の「地図」を発見。
- ・この地図は、触角の特定領域の刺激に興奮性応答を示す複数の介在神経によって利用される。
- ・昆虫の記憶中枢であるキノコ体が、匂いがどのように空間に分布しているかの把握に重要。

概要

北海道大学電子科学研究所の西野浩史助教、岩崎正純博士、ドイツ・コンスタンツ大学の Marco Paoli 博士らの研究グループは、ゴキブリが、長い触角のどこにどれくらいの大きさの匂いが当たったか瞬時に識別できるしくみを持つことを明らかにしました。

匂いには「かたち」がないと思われがちですが、実際には匂いは様々な大きさの塊（フィラメント）からできています。フィラメントは空気中に不連続に分布しており、その大きさや分布パターンは絶え間なく変化します。我々ヒトが視覚的な手がかりなしに匂い源を探し当てるのは至難の業ですが、夜行性の昆虫はこれをたやすくやってのけます。

本研究は、嗅覚システムが視覚情報処理とよく似たしくみをもつことを示した初めての包括的な研究であり、動物の匂いナビゲーション（=匂い源を探し出すこと）のメカニズムに新たな解釈を与えるものです。

本研究成果は、米国東部時間 2018 年 2 月 8 日（木）公開のカレントバイオロジー誌に掲載されました。

【背景】

外界の匂い分子を受けとる嗅覚受容体が 1991 年に発見されて以来、匂い情報処理についての研究は目覚ましい進展をとげています（同発見は 2004 年ノーベル賞受賞）。嗅質（匂いの種類）・強度・時間を電気パルスに変換するしくみも解明されつつありますが、匂いの空間分布を動物がどう利用するのかは今も謎のままです。

匂いには、「ブルーム」「フィラメント」という大小二つの構造があります。ブルームとは、風上から風下に向かってできる匂いのたなびきのことです。匂いを含むブルームときれいな空気の間には境界ができます。ブルームの中は、グラデーションのように少しづつ違う濃度の匂いで充たされているのではなく（図 1A），匂い分子が凝集してできたいろいろな形のフィラメント（大きさ：数ミリ～）が不連続に分布しています（図 1B）。フィラメントの大きさや密度は匂い源の近くと遠くで異なるため、これらの情報が匂い源への方向や距離について手がかりを与える可能性があります。

西野助教らは、動物界有数の長い鼻（触角）をもち、障害物の多い環境でも匂い源の位置を特定する優れた能力をもつゴキブリに注目しました。ワモンゴキブリは沖縄や九州で見られる体長 4 センチほどの屋内性のゴキブリで、台所の陰で触角をゆらゆらさせている様子がよく見られます。ワモンゴキブリのオスは、性フェロモンを出すメスの位置を視覚的手がかりなしに特定できます（Willis et al., 2011）。

青沼 仁志（人間数理研究分野）

記事全文はこちらをご参照下さい

https://www.hokudai.ac.jp/news/171214_pr.pdf



東北大学
TOHOKU UNIVERSITY



北海道大学
HOKKAIDO UNIVERSITY

Press Release

平成 29 年 12 月 14 日

報道機関 各位

東北大学 電気通信研究所
科学技術振興機構(JST)

北海道大学
東北大学 大学院医学系研究科

クモヒトデに学んだ、想定外の故障に 「即座に」適応可能な移動ロボット シンプルな数式でクモヒトデの複雑な動きを表現

【概要】

東北大学電気通信研究所の石黒章夫(いしぎろあきお)教授、加納剛史(かのうたけし)准教授、佐藤英毅(さとうえいき)氏(大学院修士課程、当時)、小野達也(おのたつや)氏(大学院修士課程、当時)、北海道大学電子科学研究所の青沼仁志(あおぬまひとし)准教授、東北大学大学院医学系研究科の松坂義哉(まつざかよしや)講師(現 東北医科薬科大学教授)の研究グループは、想定外の故障に対して即座に適応できる移動ロボットの開発に世界で初めて成功しました。

移動ロボットが未知の実世界環境下で動き回るために、ロボットの一部が故障してもリアルタイムに適応し、移動能力を維持することが不可欠です。しかしながら、従来のロボットは想定外の故障に適応するのに数十秒～数分もの時間を要していました。この問題解決のため本研究では、原初的な棘皮(きょくひ)動物^{注1}であるクモヒトデに着目しました。クモヒトデには「脳」のような高度な情報処理を担う中枢神経系ではなく、放射神経と呼ばれる単純な神経系しかないにもかかわらず、5 本の柔軟な腕を適切に協調させて推進することができます。さらには、外敵に襲われるなどして腕を失った際(自ら腕を切断することもあります)、残った腕が何本であろうともそれらを即座に協調させて推進し続けることができます。このようにクモヒトデは、驚異的な耐故障性を有しています。

本研究では、腕を除去あるいは短くしたクモヒトデの観察結果をもとに、「各腕が環境から進行方向側に反力を受けたときにのみ地面を蹴る」という、極めてシンプルな数式で記述される自律分散制御則を設計しました。そして、この制御則をクモヒトデ型ロボットに実装したところ、腕をいかように破壊しても数秒以内に適応して動き続けることができました。

秋山 正和（人間数理研究分野）

記事全文はこちらをご参照下さい

https://www.hokudai.ac.jp/news/170313_pr2.pdf



筑波大学
University of Tsukuba



北海道大学
HOKKAIDO UNIVERSITY



九州大学

平成29年3月13日

国立大学法人 筑波大学

国立大学法人 北海道大学

国立大学法人 九州大学

頭の中で想像する内容を脳波リズムの位相差が切り替える ～振動子モデルによる脳型コンピュータへの応用に期待～

研究成果のポイント

- 想像する内容が視覚か聴覚かによって前頭の脳波⁽¹⁾の中のシータ波とアルファ波⁽²⁾の位相差⁽³⁾が異なる現象、およびそれを実現する振動子モデル⁽⁴⁾を発見しました。
- 異なる脳波リズムの同期⁽⁵⁾を用いた数理モデル⁽⁶⁾に関する新たな知見を得ました。
- この振動子モデルを使うことで柔軟に思考を切り替える脳型コンピュータの開発が期待されます。

国立大学法人筑波大学システム情報系の川崎真弘助教、北海道大学の秋山正和助教、九州大学の手老篤史准教授、東北大の西浦廉政教授、理化学研究所の山口陽子チームリーダーらの研究グループは、ヒトが脳内でイメージ操作するときに、シータ波とアルファ波という異なる周波数の脳波リズムの位相差が情報の振り分けを行っていることを、脳波データ解析及び数値シミュレーションを用いて発見しました。

今回発見された結果によって、ヒトの複雑な認知機能は様々な脳波リズムの協調によって実現されている可能性が明らかになりました。この発見から、ヒトの脳活動から検証された振動子モデルによる、柔軟な思考を実現する脳型コンピュータの開発が期待されます。

本研究の成果は、2017年3月7日付で「Scientific Reports」で公開されました。

* 本研究は、文部科学省が助成する新学術領域研究「伝達創成機構」(研究期間:平成21~25年度)およびテニュアトラック普及・定着事業・個人選抜型(研究期間:平成25~29年度)によって実施されました。

研究の背景

ヒトは様々な状況下で多様な情報の中から必要な情報を柔軟に選択し、思考できます。これを作業記憶と呼び、この脳メカニズムを理解することは脳型コンピュータを実現するうえで必要不可欠です。そこで、その基礎研究として、視覚と聴覚作業記憶に関わる脳メカニズムを明らかにすることにしました。従来の脳神経科学では、作業記憶時に活動する脳部位間に様々な周波数の脳波リズムで同期するネットワークが存在するという報告はありましたが、これらの脳波リズム間のメカニズムは不明でした。本研究では、視覚と聴覚作業記憶時に脳波測定を行い、脳波リズム間の関係を特定することと、この関係の妥当性を数理モデルの作成およびその数値シミュレーションによって検証しました。

研究内容と成果

視覚作業記憶課題と聴覚作業記憶課題時の脳波測定実験を行い、両課題時の脳波解析結果を比較検