

生物の知覚・行動を支える脳神経の仕組みを知り、 情報・医療の新技术へ展開する

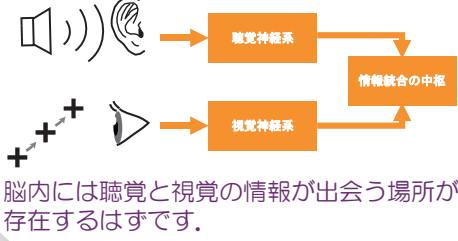
同志社大学 生命医科学部 医情報学科 脳神経行動工学研究室
 飛龍志津子 (shiryu@mail.doshisha.ac.jp), 小林耕太 (kkobayas@mail.doshisha.ac.jp)
 〒610-0321 京都府京田辺市多々羅都谷 1-3 同志社 京田辺キャンパス 医心館



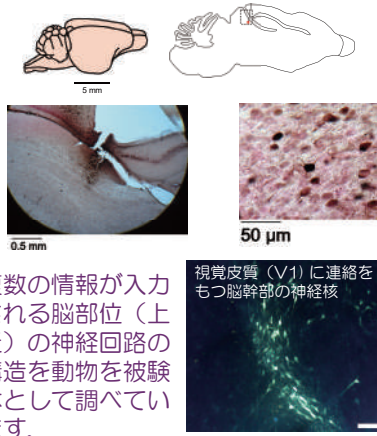
問い合わせ

複数の情報（耳と目）を正しく統合する仕組みは？

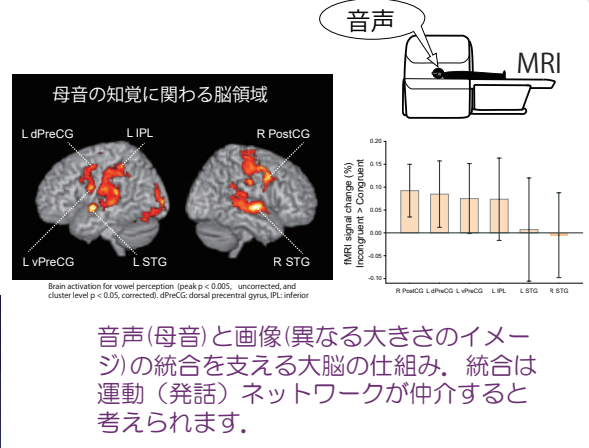
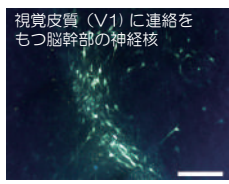
海岸に立って耳をすましてみましょう。潮騒、犬の鳴く声、車の騒音、友達の声。「ワン」と言っているのは誰か分かるのは何故？ 複数の情報を賢く統合する仕組みを生き物から学びます。ヒトと動物（ネズミ）の両方を実験対象としています。



脳内には聴覚と視覚の情報が会合する場所が存在するはずです。



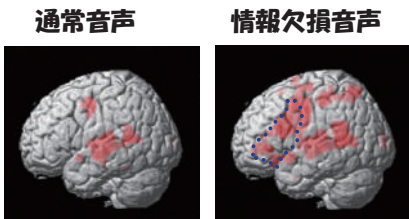
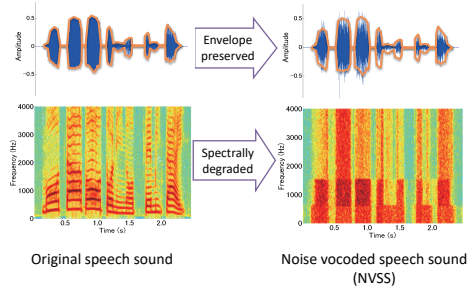
複数の情報が入力される脳部位（上丘）の神経回路の構造を動物を被験体として調べています。



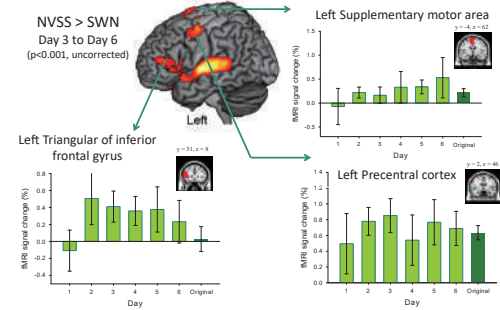
音声(母音)と画像(異なる大きさのイメージ)の統合を支える大脳の仕組み。統合は運動(発話)ネットワークが仲介すると考えられます。

生物が知覚情報の欠損を補う仕組みは？

薄暗闇で物を見たり、雑踏の中で声を聞いたり。ノイズの中に情報が失われても正しく知覚できるのは何故？ 情報の欠損を正しく修復する仕組みを生き物から学びます。



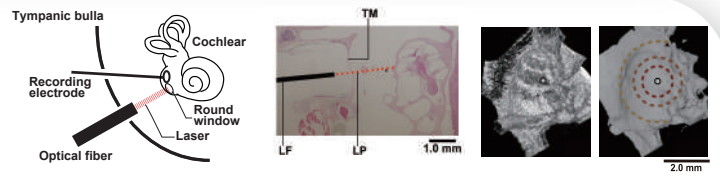
情報欠損を補うには、発話に与する脳部位（青点線）の活動が必要でした。情報を脳内で積極的に生成して聞いているのかもしれませんが。



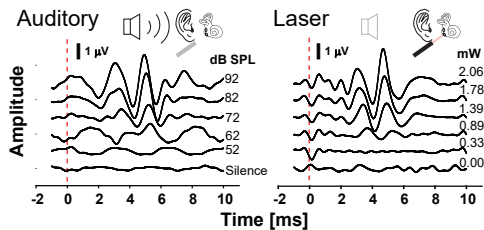
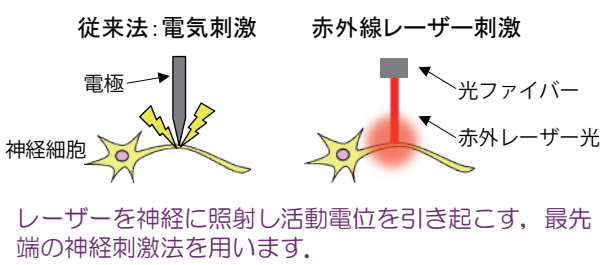
顕著に情報を欠損した場合も訓練（6日間）すれば聞き取れるようになります。脳が学習で変わっていく様子を追跡します。

知覚（聴覚）の欠損・障害を赤外レーザーで補う

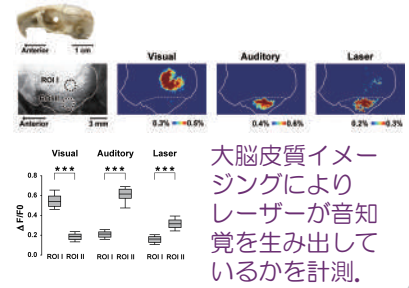
ヒトの知覚は成長や老化、病気や事故で変化していきます。生物の知覚の仕組みを知っていれば、ヒトの知覚を効率良く補助・再建することができます。赤外レーザーを利用した新型の補聴器・人工内耳を開発しています。



レーザーにより蝸牛神経を非接触で刺激可能です。



レーザー刺激は音刺激と同様の生理的な応答を聴覚末梢で引き起こします。



大脳皮質イメージングによりレーザーが音知覚を生み出しているかを計測。

生き物にエンジニアリングを学び、 社会に役立つ技術への展開を目指す

同志社大学 生命医科学部 医情報学科 脳神経行動工学研究室

飛龍志津子 (shiryu@mail.doshisha.ac.jp), 小林耕太 (kkobayas@mail.doshisha.ac.jp)

〒610-0321 京都府京田辺市多々羅都谷 1-3 同志社 京田辺キャンパス 医心館



問い合わせ

生物からエンジニアリングを学ぶ

生物が有する高度な機能やアルゴリズムには、未来のテクノロジーに繋がる要素技術が数多く秘められています。コウモリは、超音波を使って暗闇でも自由に飛び回り、小さな獲物を捕らえることができます。彼らは大変優れたソナーの能力を持つことから、イルカと並んで“生物ソナー”と呼ばれています。

そこで本研究は、コウモリの効率的な超音波センシングの仕組みに注目しました。彼らの賢いセンシングを行動実験や数理モデルなどの理論に基づいて明らかにし、未来のセンサ技術や自動操縦、またロボット技術など、生物から学ぶ、バイオメテックへの展開も目指していきます。

工学、動物行動学、神経生理学、生態学など、とても幅広い研究から、コウモリのユニークで高度なナビゲーション能力の不思議に迫ります。

コウモリの高度な
センシング行動に学ぶ

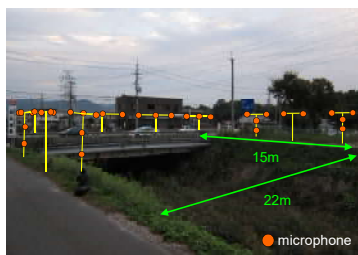
音響・動態情報の計測
動物の様々な行動情報
を計測する

行動の数理モデリング
動物の意思を読み解く

コウモリからロボットへ
生物に学ぶエンジニアリング

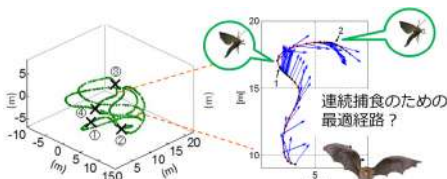
“先読み”する コウモリの音響ナビゲーション”

野生コウモリの採餌場面には、彼らの最も高度なパフォーマンスを垣間見ることができます。マイクロホンアレイを用いて高度に計測したコウモリの飛行ルートと“視線（超音波の放射方向）”からは、コウモリが先を読む効率的なナビゲーションを行っていることが分かってきました。



マイクロホンアレイを設置した
京田辺キャンパス隣の計測地

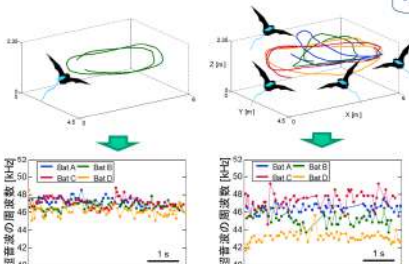
高度な計測と同時に、数理モデリングを取り入れることで、コウモリのような高等動物の意思決定のプロセスや思考の分析を進めていきます。行動機序をアルゴリズム化できれば、工学応用へのヒントにも繋がります。



(左) 複数のマイクロホンアレイを用いて計測した野生コウモリの3次元飛行軌跡。×は獲物を捕らえた地点。(右) 目先の獲物を捕らえる直前、コウモリの超音波がすでにその次の獲物に向けられている。

コウモリの超音波にある秘密とは？

コウモリは状況に応じて、超音波を様々に変化させます。彼らが行なう賢い超音波センシングの詳細を、飛行実験を通じて調べていきます。



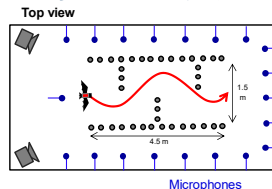
単独で飛行するコウモリの超音波はどれもよく似た周波数となっているが(左図)、同時に飛行すると、それぞれが異なる周波数へと調整している(右図)

例えばコウモリが集団で飛行する際には、周囲の仲間の超音波によって混信状況が生じます。コウモリは、どのような工夫で混信を回避しているのでしょうか。

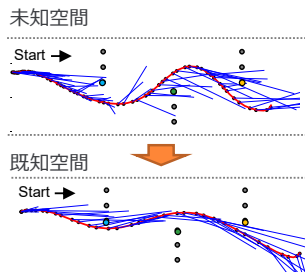
コウモリに小型のテレメトリマイクロホンを搭載し実験室内での実験からは、お互いのコウモリが発する超音波の周波数を調整合うことで、混信を効率よく回避していることを発見しました。

実践から学ぶ コウモリのすごさ

コウモリも記憶や学習によって、より効率的なナビゲーションへとセンシングを上達させるようです。例えば未知空間、既知空間での障害物回避飛行からみられるコウモリの超音波運用の違いは、空間マップの有無によるロボットの自動運転アルゴリズムにも通じるものがあるかもしれません。



(上) 実験室内に設置した障害物空間。(右) 繰り返し飛行することで、空間を学習し、滑らかな軌跡や放射方向へと変化している。



コウモリアルゴリズム搭載した
自律走行車

また、実験で得られた様々な“コウモリアルゴリズム”を、簡単な自律走行車に搭載し、コウモリの賢さの実践的検証も進めています。生物から新たなエンジニアリングの発見を期待しています。