



研究領域名 サイバー・フィジカル空間を融合した  
階層的生物ナビゲーション

東北大学・大学院情報科学研究科・教授

はしもと こういち  
橋本 浩一

領域番号 : 21A401 研究者番号 : 80228410

【本研究領域の目的】

私達の世界は、ヒトを含む生物や人工物の活動で溢れています。本研究領域では、移動を中心とした個体レベルの活動を「ナビゲーション」（目的地にどのように到達するか）、ナビゲーションの上位にあたる他の個体や環境と影響しあう活動を「インタラクション」、そして個と集団が階層性をもって目的地へとたどり着く行為を「階層ナビゲーション」と呼びます（図1）。階層ナビゲーションはヒトを含む生物の行動の本質であり、生物社会と人間社会を支える基本的な仕組みです。

本研究領域では、階層ナビゲーションの本質的な構成要素とその因果関係を解明するために、計測技術と情報科学的手法の開発を行います。そして、「階層的生物ナビゲーション」と名付けた新しい学問分野の創設を通じて、ヒトを含む生物の行動に関わる諸問題を解く方法論と技術の学術変革を目指します。

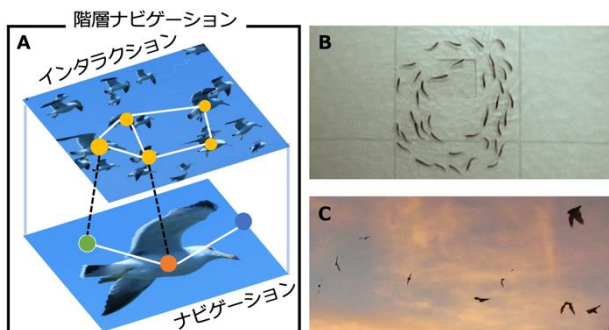


図1 様々な階層ナビゲーションと行動ダイアグラムのイメージ。Aにある●は移動に影響を与える様々な要素（エサ、目的地、他個体など）を示す。Bは魚の群れ、Cは空を舞うコウモリ。本研究領域ではこれらの種以外にも、線虫やマウスをはじめ多様な生物の移動現象を扱う。

【本研究領域の内容】

本研究領域では、階層ナビゲーションの本質的な構成要素の間の因果関係を「行動ダイアグラム」と名付けました（図1A）。例えばエサを探す鳥は、仲間の後を追従したり、天敵が待ち構える場所を回避したりしながら、太陽や匂いなどの手掛かりを使って移動していると考えられます。しかし、どの要素が重要で、各要素がどのようにインタラクションし、行動に影響しているのか答えるのは容易ではありません。そこで本研究領域では、最新の計測技術と情報科学的手法をシームレスに結合した研究プラットフォーム「 $\chi$  (カイ) ログロボット」の開発に取り組みます。 $\chi$  ログロボットとは、人工知能 (AI) を用いて行動の計測と介入（対象への実験的な働きかけ）を自

律的に制御し、階層ナビゲーションを解明するための実験を自動化する、AI 駆動型実験ロボット (Logbot: Logging Robot) です。 $\chi$  ログロボットを動物に装着したり、環境に設置したりすることで、フィジカル空間（実世界）で行われる計測から、サイバー空間（コンピュータ上）で行われる分析・介入方策決定までのサイクルを自動化します。本研究領域では、この新たな実験方法論を「シームレス CPS」 (Cyber Physical System) と呼び、数理モデルや機械学習モデルの構築と検証を繰り返して行動ダイアグラムを精練する枠組みを実現します。

【期待される成果と意義】

本研究領域の進展により期待できる中心的な成果は以下の3点です。(1) 革新的デバイス「 $\chi$  ログロボット」等の先端的行動計測を通して、これまでに得られなかった生物の階層ナビゲーション情報を高精度に取得できるようになります。なぜ渡り鳥は道に迷わないのか、魚はなぜ大集団で移動できるのかなど、生物の移動にまつわる謎の解明が期待できます。(2) 「シームレス CPS」という新しい方法論により、多様な階層ナビゲーションモデルの提案やその検証が可能になるとともに、そのプロセスを通して、生物・ヒト・モノの移動情報を分析するための情報学的基盤が整備されます。生物・ヒト・モノの移動について、意外な共通性や多様性を見付けることができるかもしれません。(3)  $\chi$  ログロボット上で計測・分析・介入方策決定・介入のサイクルを繰り返すことで、生物学、工学、情報科学のそれぞれの分野を相乗的に発展させます。将来的には、本研究領域で得られる成果を様々な社会的・工学的課題へ応用することも期待できる他、我々の「移動観」を革新する可能性も秘めています。

【キーワード】

階層ナビゲーション：個と集団がインタラクションし、階層性をもって目的地へとたどり着く行為  
 $\chi$  ログロボット： $\chi$  (Chi) は Curiosity/Causality-driven Highly Intelligent の略。「好奇心をもつ AI」や「因果推論」により生物の新奇行動を誘引する介入を自律的に見いだすなど、計測と介入の自律制御を行うことができる実験ロボット

【領域設定期間と研究経費】

令和3年度～7年度  
1,058,300 千円

【ホームページ等】

<https://bio-navigation.jp>