

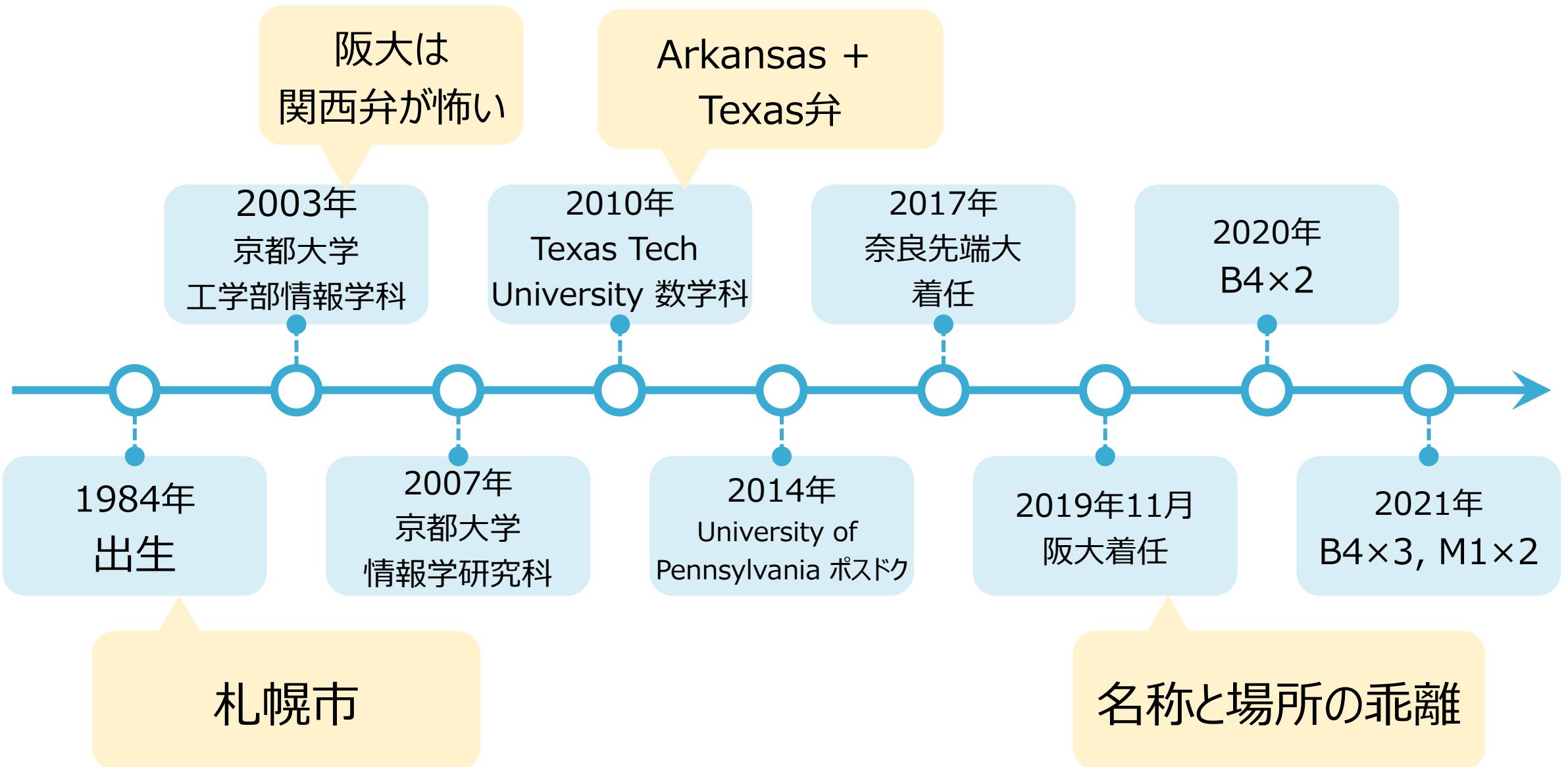
小蔵チーム

小蔵チーム@若宮研究室 説明資料

2022年4月更新

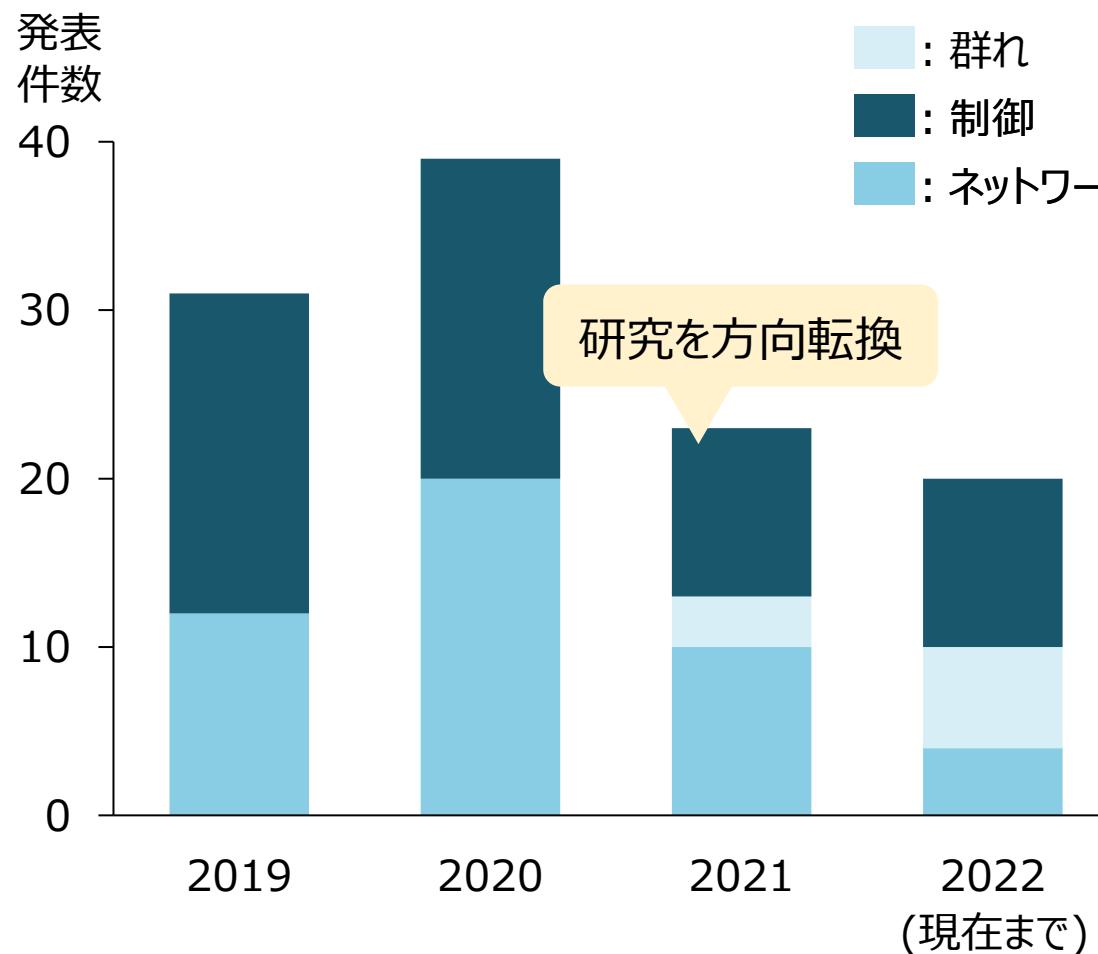
- 1 チーム概要** : 小蔵チームはどんなところなのか？
- 2 研究概要・見通し** : 主な研究は何か/何を目指しているのか？
- 3 ビジョン・ミッション** : なんのために研究を実施しているのか？
- 4 組織** : ビジョンのためどんな組織であるのか？
- 5 研究環境** : 研究推進のため、どのような仕組みがあるのか？
- 6 メンバー募集** : 将来のため、どんなメンバーを募集しているのか？

1. チーム概要



群れ・制御・ネットワークの3区分で構成

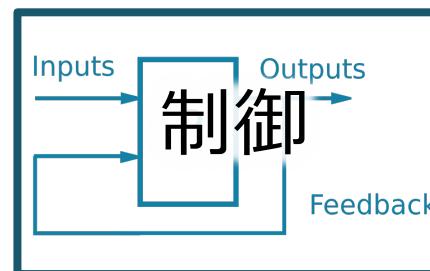
発表件数の推移（論文や口頭発表など）



研究内容



阪大で立ち上げた研究。群れ行動やそのモデルの解析と制御。



古典的制御理論 + 機械学習を用いた次世代の制御理論



ネットワーク科学。主に感染症伝播のモデリング、解析、制御。

メンバーの活躍と研究費の獲得

メンバーの活躍（一部）

H君の卒業論文
Mathematical Biosciences and Engineering 採録

Fさんの卒業論文
SICE制御部門マルチシンポ
→ *Advanced Robotics* 投稿

L君の研究
自律分散システムシンポジウム
→ *IEEE Systems Journal* 投稿

研究費獲得

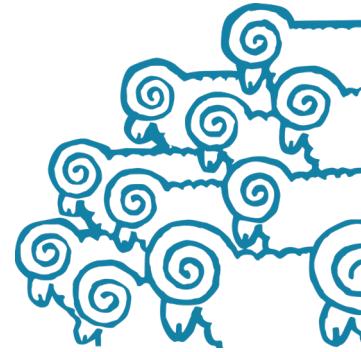
科学研究費補助金
基盤研究B（代表）

科学研究費補助金
基盤研究A（分担）

科学技術振興機構
ムーンショット目標8（分担）

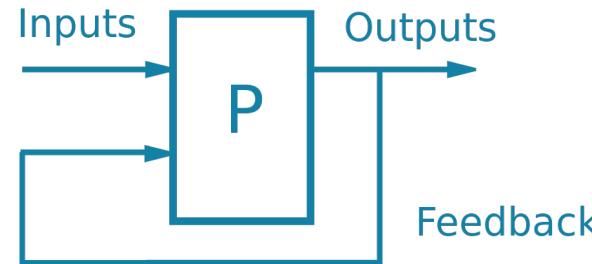
2. 研究概要・見通し

群れ



阪大で2020年から立ち上げ中。生物やロボットから成る群れを自由自在に操るための方法論の確立が目標。制御理論とシミュレーションを両輪として推進。Shepherding制御、魚群の制御、フェロモンロボティクス、ドローン群など。

制御



古典的な制御理論：切り替えシステムの解析、幾何計画による非負システムの設計など。
次世代の制御理論：学習技術（深層展開）を用いた制御系設計技術の開発。岸田先生、香港大学、立命館大学と協働。

ネットワーク

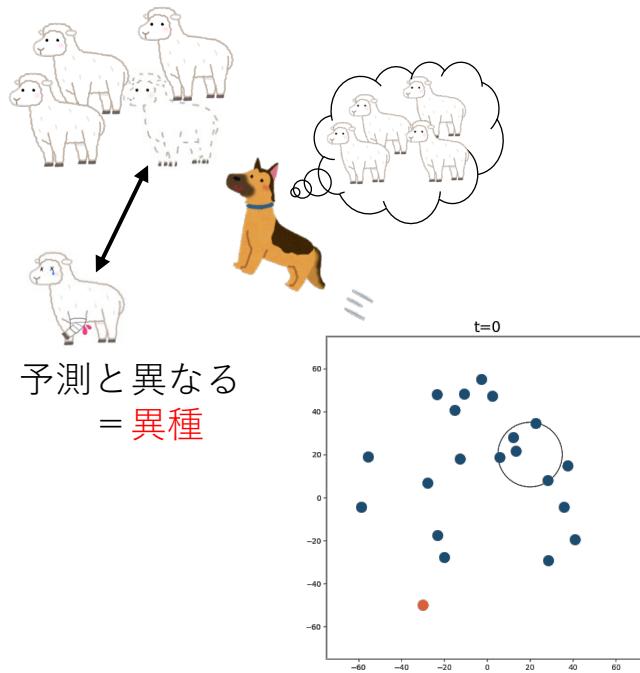


複雑ネットワークの解析と制御。特に感染症伝播や製品開発プロセスのスケーラブルな最適化および制御。著書「ネットワーク制御」（コロナ社）、解説記事「中心性を使った感染症の制御」（経済セミナー誌）など。ニューヨーク州立大学と協働。

研究概要・見通し：研究の三本柱（最近の主な成果）

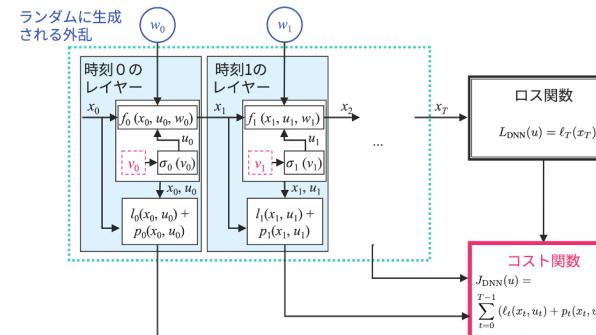
群れ

エージェントの種類を見分けながら誘導するモデルベース shepherdingアルゴリズム

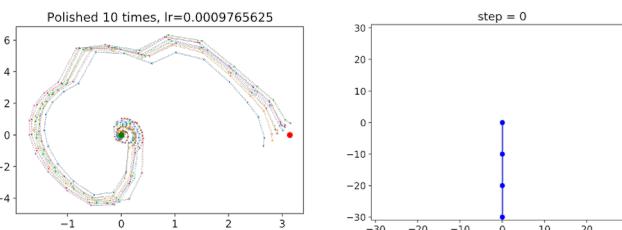


制御

深層展開によるマルチリンクの振り上げ制御



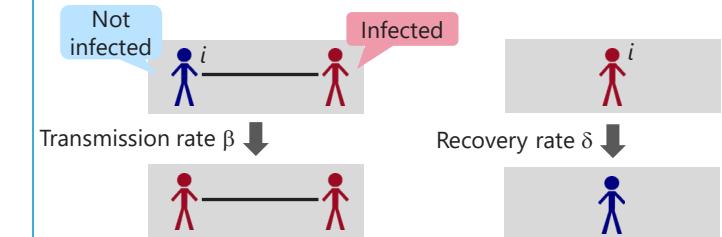
$f_t(x_t, u_t, w_t)$: 動的システムのモデル v_i : 学習パラメータ $\sigma_i(v_i)$: 全写像
 $l_t(x_t, u_t)$: 時刻 t でのコスト $p_t(x_t, u_t)$: 状態制約によるペナルティ関数



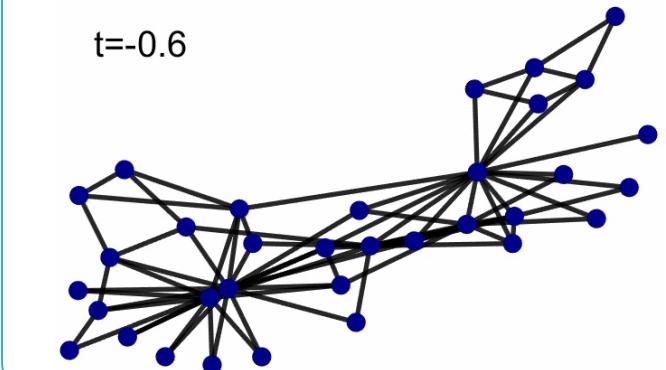
藤岡, 小蔵, 若宮, "異種エージェントの混在した群れに対するモデルベースshepherding制御アルゴリズムの提案と評価," 第9回計測自動制御学会制御部門マルチシンポジウム, pp. 1D1-3, 2022

ネットワーク

複雑ネットワーク上の感染症伝播の抑え込み方策

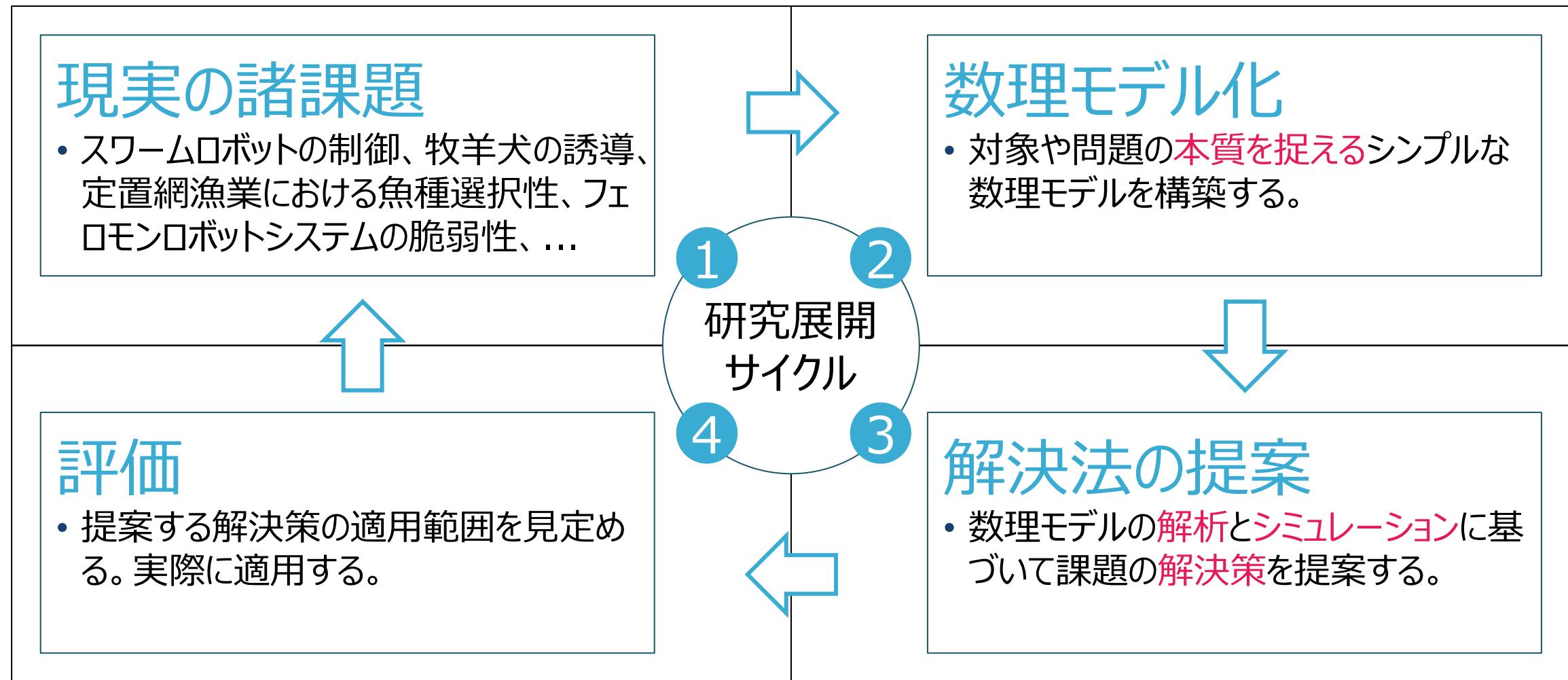


$t = -0.6$



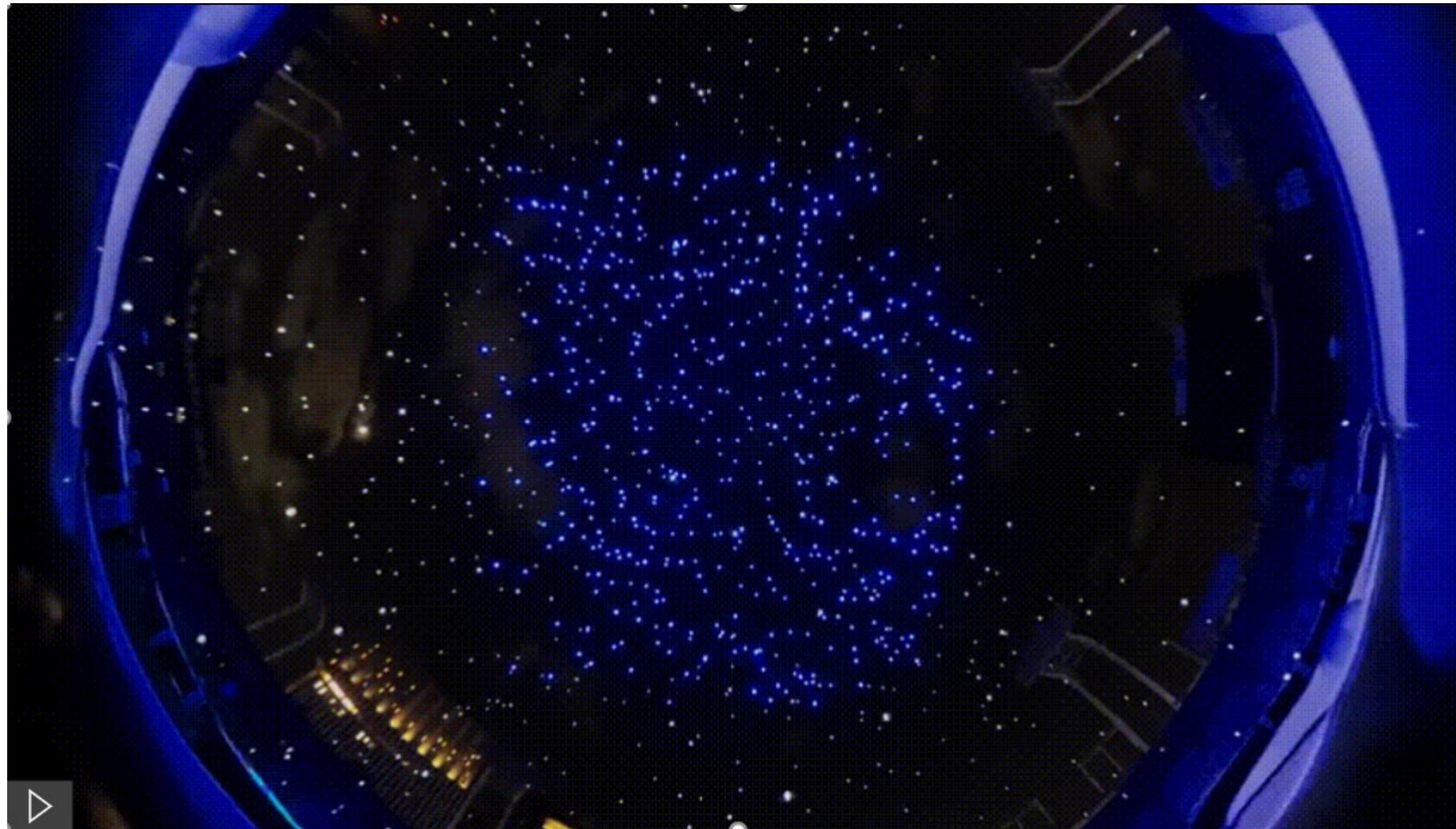
小蔵, "社会的距離戦略の数理: ネットワーク科学の観点から," 第1回SICEポストコロナ未来社会ワークショップ, 2020.

数理モデルを用いた問題解決



3. ビジョン・ミッション

群れを自由自在に動かせる世界



[YouTube 東京2020オリンピック 夜空を彩ったドローンたち 170,939回視聴 2021/07/25](#)

1

大規模系の

: スワームロボット、生物群、群衆、SNS

2

制御を

: 望ましくない挙動を回避、望みの挙動を実現

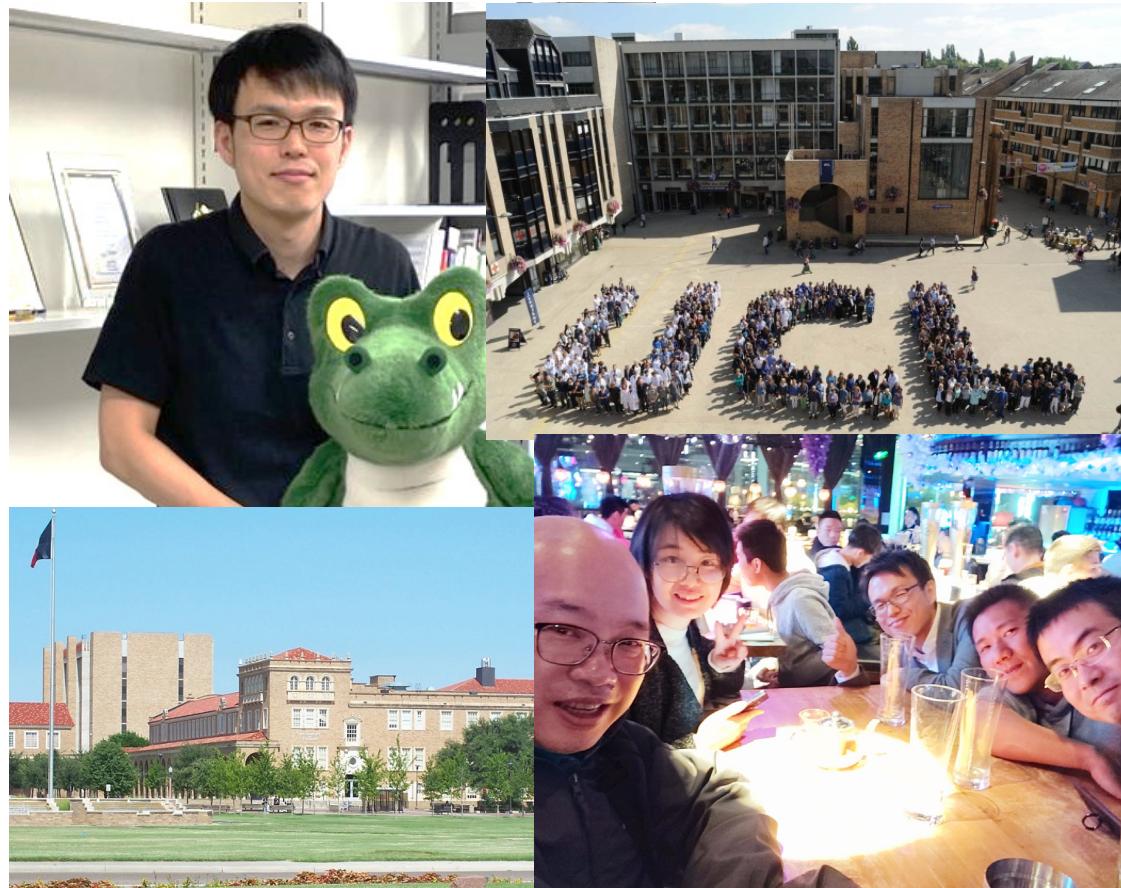
3

情報と数理で実現

: シミュレーションと理論の両側面からアプローチ

制御からバイオに働きかける。生物から学んで制御する。

“未来を創る制御を実現する”



■ 大規模な複雑系を自由自在に操る

群れに代表される大規模な複雑系を自由自在に操るための
方法論は、様々な分野で盛んに研究が行われていますが、
発展途上の部分が大きいです。この研究課題に対して小蔵
チームでは**情報科学と制御理論**を両輪として取り組んでいき
ます。

■ 社会に対して貢献する

スワームロボット、フェロモンロボット、ドローン群によるエンター
テインメント、農林水産業、群衆管理など、多くの**社会課題**
が群れの自由自在な操作を必要としています。これら課題の
解決の手がかりとなるような方法論の開拓をめざします。

4. 組織

6名のメンバーがチームを牽引



Junpei AIZAWA

相澤 純平
制御/M1

時相深層展開を用いた
モデル予測制御のマルチ
リンク系や脳ダイナミクス
への適用。アルバイトに
深いこだわり。



Yaosheng DENG

邓 尧声
群れ/M1

Shepherding型制御
による群れの分離。中華
人民共和国在住。近い
うちにZoom大学を卒業
予定。



Taisei HAYASHI

林 大誠
群れ/M1

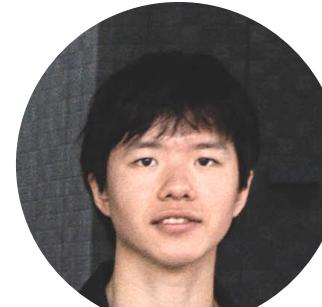
アリの採餌行動に着想を
得たマルチエージェントシ
ステムの外乱に対するロ
バスト性の解析。でもアリ
は嫌い。



Anna FUJIOKA

藤岡 杏奈
群れ/M1

混入エージェントを検出
する shepherding アルゴリズム。琴、ジェラ
トーニ、ケーキ屋、学長
対談など多彩な活動。



Li AIYI

李 艾義
群れ/M2

複数の牧羊犬エージェン
トによる自立分散型の
shepherding 誘導。
ロータリー米山記念奨学
生。バドミントン。

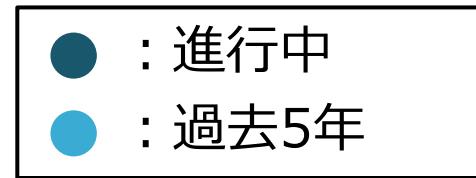


Hirotada WADA

和田 弘匡
制御/M2

深層展開を用いたモデル
ベース制御系設計。すべ
てを受け入れる高い包
容力。

さまざまな機関との共同研究を実施



5. 研究環境

自主的な研究の推進とメンバーの成長を実現

■ : 研究時間 ■ : 研究環境 ■ : 成長機会



毎週のミーティング



完全週休 2 日制



9時5時勤務



フラットな関係性



学会後の打ち上げ



備品の購入



発表原稿の添削



ゼミナール補助



学会での発表

6. メンバー募集

チームの考え方と共感してくれる方を募集しています

チームでパフォーマンスが発揮できる人材

チームではパフォーマンスの発揮が難しい人材

真面目さ+不真面目さ

- ・経験にとらわれずに取り組むことができる
- ・新しいことに興味がある
- ・地道な努力を続けることができる
- ・短期・中期・長期の目標を持っている
- ・謙虚である

不真面目は苦手な人

- ・指摘は単刀直入にしてほしい → 若宮チーム
- ・話の途中で脱線してほしくない → 若宮チーム
- ・朝にメールを送ってほしくない
- ・午後5時以降も対応してほしい → 平井チーム
- ・エネルギー的に指導をしてほしい → 平井チーム

研究の発展に向け、あらゆるポジションを募集しています

群れ

漁業

- 定置網漁業に対する情報科学・制御工学的なアプローチ

Shepherding

- モデルベースのshepherding制御
- モデルフリーの適応的shepherding制御

制御

方向微分×深層展開×制御

- 方向微分を用いた省計算量型の深層展開を用いたモデル予測制御

NeuralODE×制御

- NeuralODEを用いたむだ時間システムのフィードバック安定化制御

ネットワーク

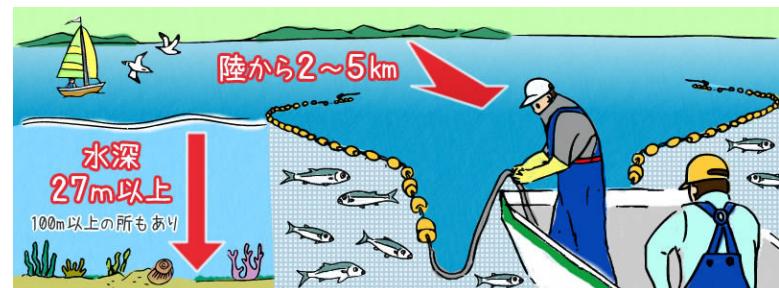
群れ×multiplex network

- Multiplex networkを用いた群れの数理モデリング

深層展開×合意制御

- 木構造ネットワークにおける深層展開を用いた合意制御

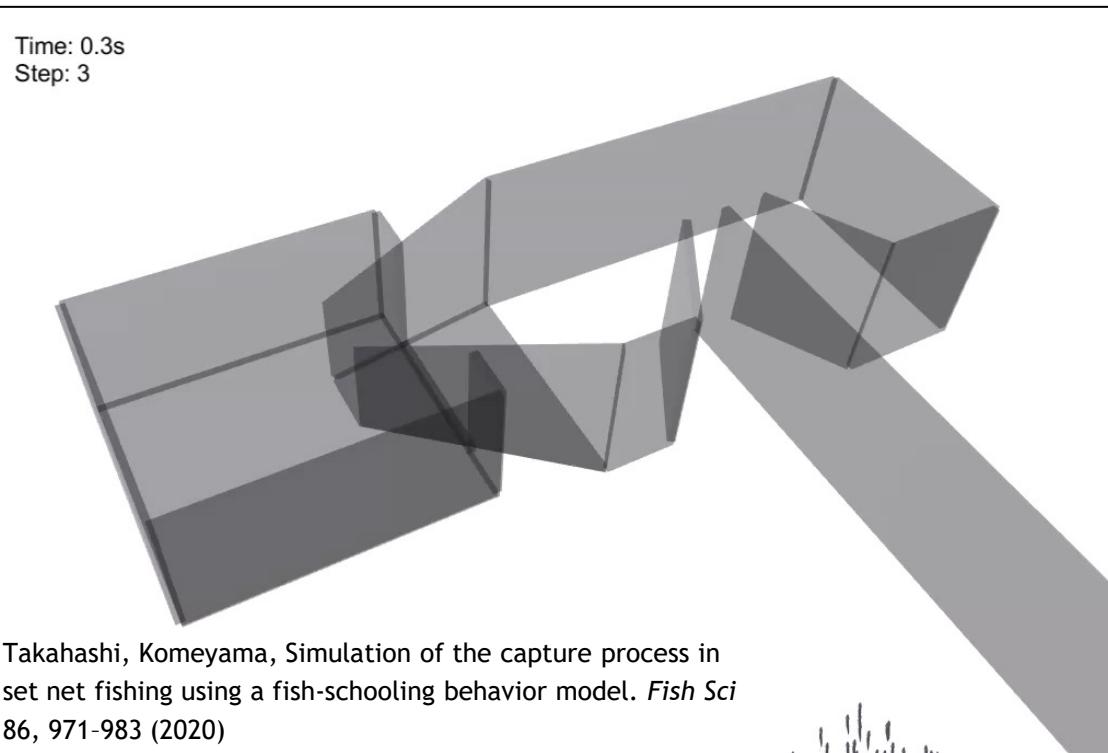
“持続可能な ~~回転寿司~~ 定置網漁業をめざす”



<https://www.chick-fun.jp/fixed-net-fishing/>



<http://www.ellaboratoriogastronomico.com/2009/03/06/ristorante-ginza/>



Takahashi, Komeyama, Simulation of the capture process in set net fishing using a fish-schooling behavior model. *Fish Sci* 86, 971-983 (2020)

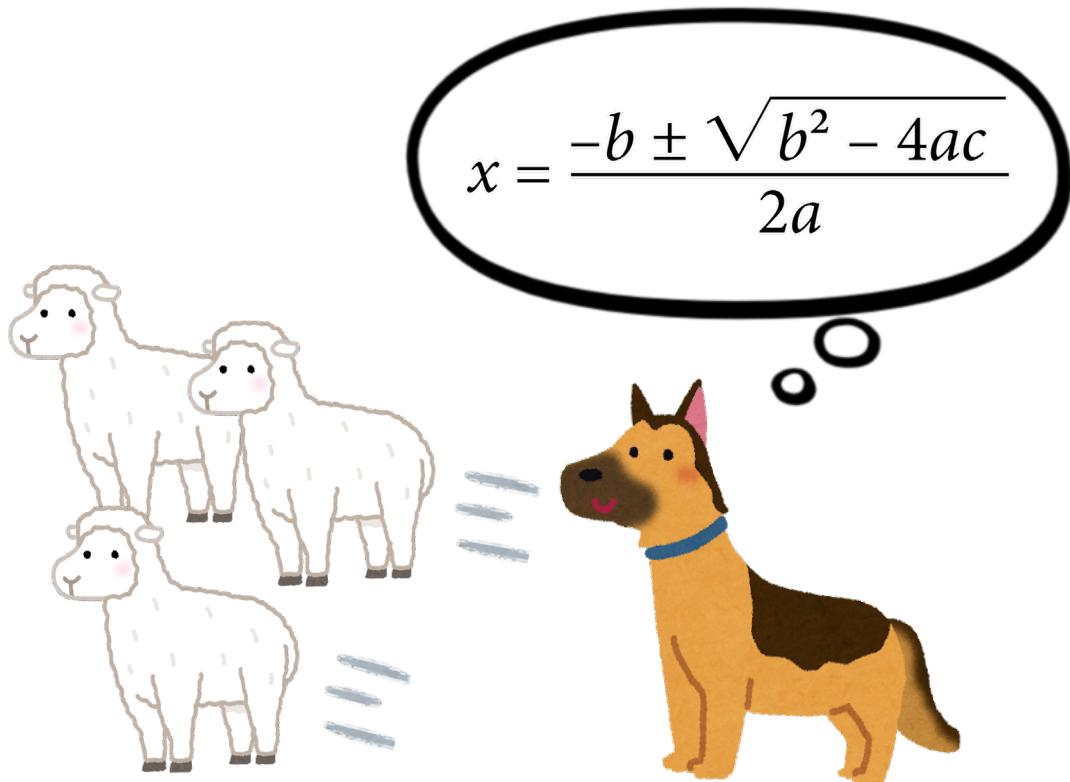
課題：定置網漁業の危機

定置網漁業は日本の沿岸漁業における水揚量の4割をしめる。改正漁業法においては、数量管理を基本とする新たな資源管理に関する事項が定められている。しかし現在の定置網漁業では魚種を選択して漁獲することが困難である。そのため、小型魚などを極力漁獲しない技術や魚種選択性を向上させる技術開発が求められている。現在主流の試行錯誤的なアプローチはコストが大きく、必ずしも効率的ではない。

目的：情報科学と制御のコラボレーションで魚種選択のコツをみいだす

網羅的なシミュレーションにより現行の定置網における魚群の振る舞いに対する理解を深める。この理解と制御の知見に基づいて、定置網から不要な魚種を追い出すためのシンプルなしくみを提案する。しくみの有効性をシミュレーションにより評価する。

“群れ制御で数理モデルを活用するには？”



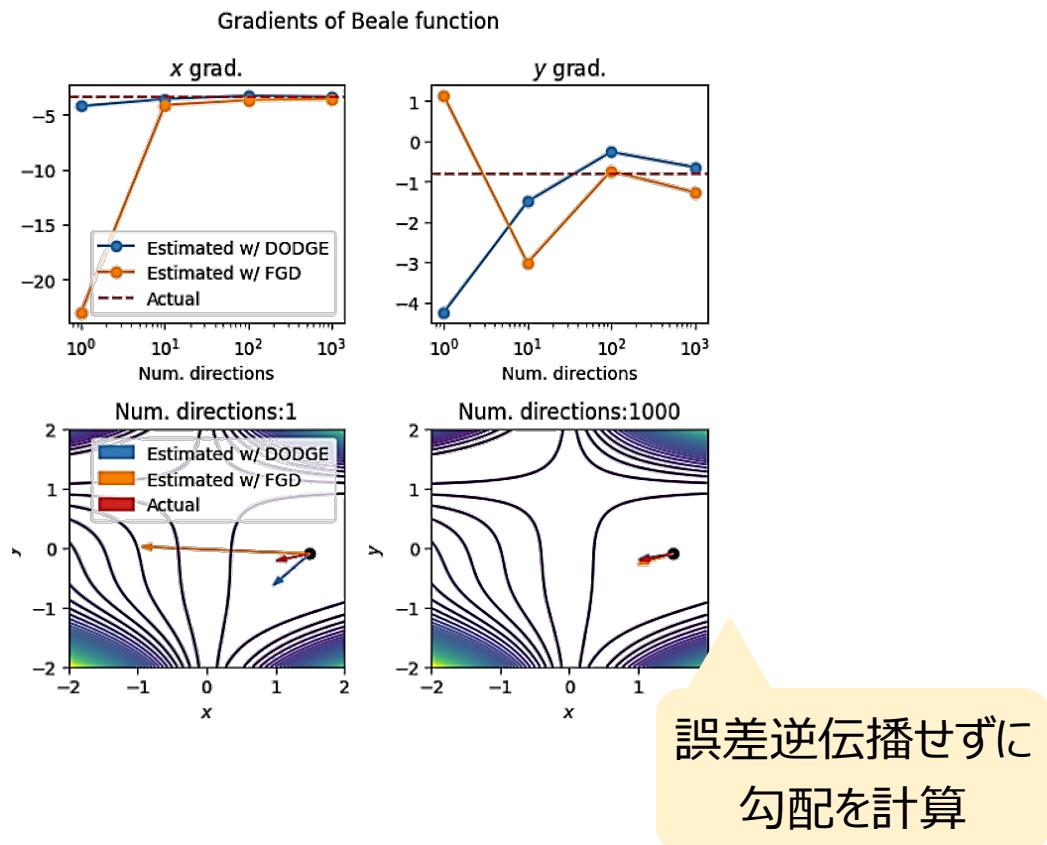
課題：数理モデルの活用法が不明

牧羊犬－羊型の誘導はスマートロボットやマイクロロボットの誘導制御における活用が期待される。この型の誘導を数理モデル化した問題にshepherding問題がある。牧羊犬エージェントの機動法則が多く提案されているが、**羊エージェントの定量的な特徴**の利用方法が不明である。うまく利用できれば**従来の機動法則を性能面で大きく上回る機動法則**が可能となる。

目的：モデルの定量的特徴を活用した shepherding則の提案と評価

羊エージェントの**定量的な特徴**を活用した牧羊犬エージェントの機動法則を提案し、評価する。提案においては制御理論におけるモデルベース制御設計の理論を応用する。既存のモデルフリー機動法則との比較を通じて優位性を確認する。

“リアルタイムの学習ベースモデル予測制御をめざす”



Silver et al., "Learning by Directional Gradient Descent" ICLR2021
山本, [方向微分によるニューラルネットワークの勾配近似](#), 2022

課題：深層展開の高計算量

深層展開を用いた制御系設計手法は、そのシンプルさと有効性から実アプリケーションへの広がりが期待される。しかしながら、制御対象が大規模である場合には、誤差逆伝播における計算負荷のために制御がリアルタイム性を失うことがわかつている（A君卒論）。手法の有効性を保ちながら計算量を削減したい。

目的：深層展開を用いたモデル予測制御のリアルタイム化

近年、深層学習の分野において方向微分を用いた学習方法が提案されている。誤差逆伝播を行うより低計算量で済み、学習の加速が報告されている。この方向微分を深層展開を用いた制御系設計に組み込むことで、上述の課題を解決する。

絶賛メンバー募集中です

共感いただいた方は、
以下の情報も参照してみてください。
メンバー一同お待ちしております。

小蔵ウェブサイト

https://masakiogura.com/index_j.html

解説記事：フェイルセーフな
海外研究生活

http://dx.doi.org/10.11509/isciesci.62.11_449

小蔵チーム