

Biologically Inspired Adaptive Systems 生物的適応システム



プロジェクトリーダー 小林 重 信

東京工業大学

大学院総合理工学研究科 教授

1. 研究の目的

生命システムは、複雑適応系（Complex Adaptive Systems）の典型例と考えられます。複雑適応系では、要素の自律的挙動および要素と環境との相互作用が重視されます。システムにとっては未知の存在である環境との動的な相互作用を通じて、環境に適応する新たな機能を有する秩序（システム構造）を生成できる能力をもつとき、そのシステムは創発的機能形成の能力を持つといえます。

複雑適応系のキーワードは、複雑ではなく、適応にあります。進化は変化する生態系の中で種を存続するための適応過程、免疫はウィルスや細菌などの攻撃から個体を守るための適応過程であります。高等動物の学習も環境への適応過程の一種と言えます。

本研究の目的は、第1に複雑適応系の科学及び工学の観点から生命システムに接近することにより、生命システムの設計および制御の基本的原理を明らかにすること、第2に生命的挙動を示す人工生命を計算機上またはロボット上に実現することにより、自然生命に触発された適応システム（Biologically Inspired Adaptive Systems）の工学的可能性を追求することにあります。

本プロジェクトでは、複雑適応系の観点から興味のある生命現象として、生物の進化過程および動物の環境への適応過程のふたつに着目します。生物の進化および適応の計算論的モデルを構築し、その挙動を数学的方法および計算機シミュレーションによって解析し、自然生命の設計と制御の原理を理解する上で有用な知見を明らかにすることを目指しています。さらに、これらの知見に基づいて、生物のように柔軟で頑健な人工システムを設計するための方法論を工学として確立することを目指しています。

2. 研究の内容

本研究では、第1に生命現象の設計原理である進化に基づく機能の創発を利用した新しい設計論を確立すること、第2に生物の生存原理である環境への適応を利用した新しい制御論を確立すること、第3にこれらの方法論をマルチエージェントシステムに適用することにより、複雑かつ大規模なネットワーク型システムの自律分散制御を実現することを目指しています。

本プロジェクトは、進化計算グループ、適応学習グループ、マルチエージェントグループの3つの研究グループから構成されています。各研究グループにおける研究例を以下に示します。

1) 生物の進化計算に関する研究

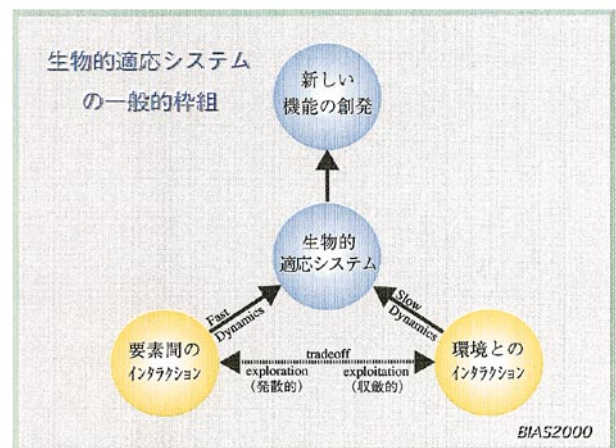
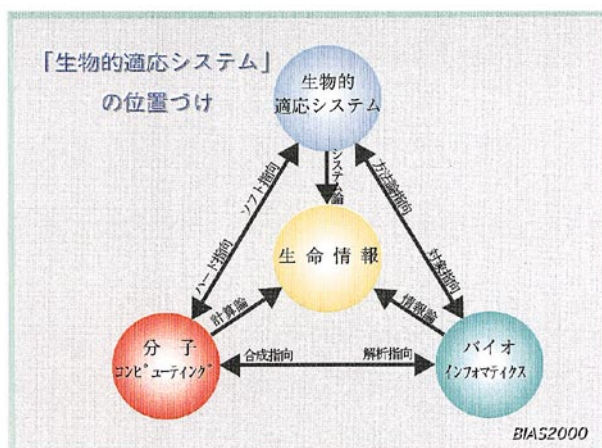
- 世代交代モデルの数理的解析。
- 多様性維持の熱統計力学的戦略。
- 形質遺伝性と多様性のトレードオフの解析。
- 形質遺伝性に優れたコード化／交叉の設計。

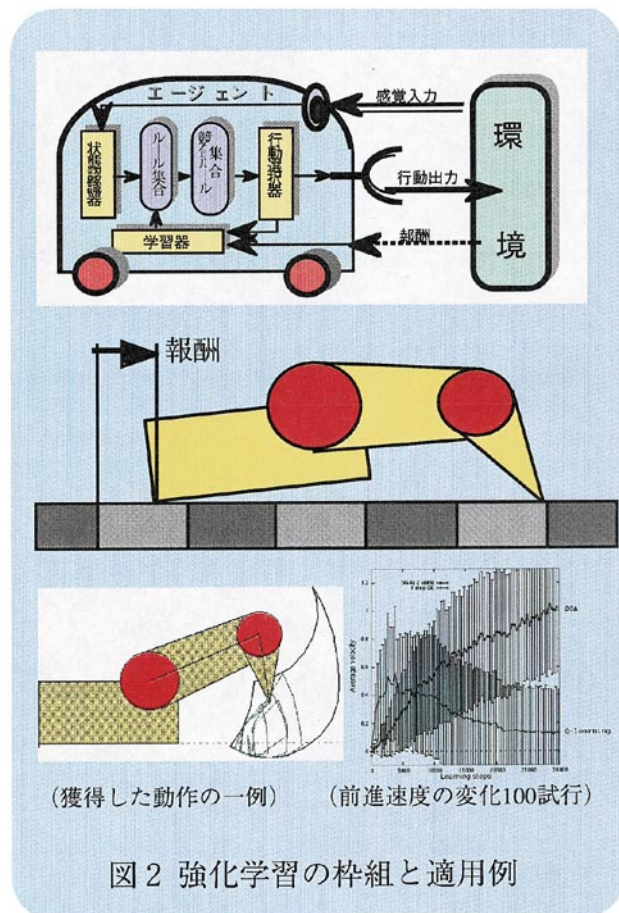
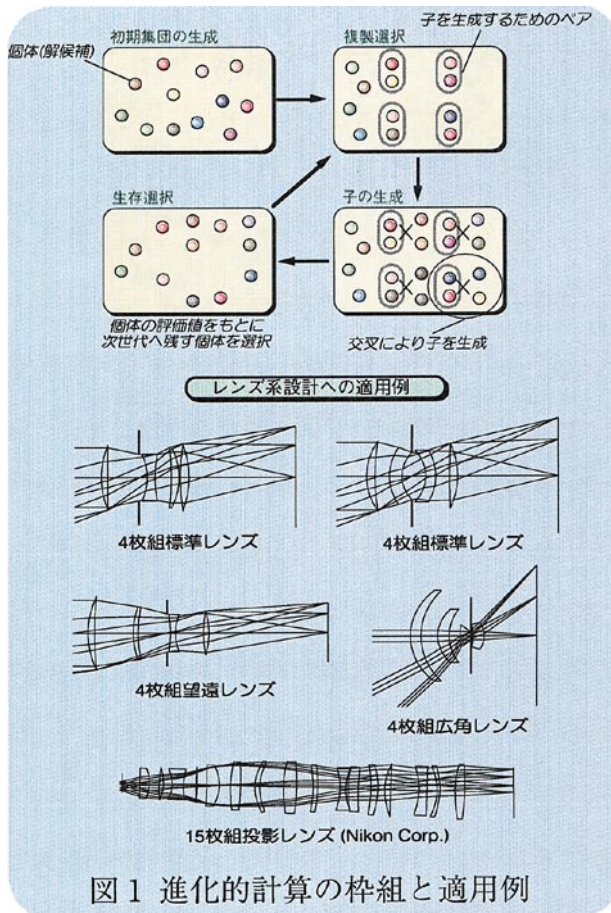
2) 生物の適応過程に関する研究

- 部分観測マルコフ決定過程下での強化学習。
- 実時間適応学習アルゴリズムの統計力学的解析
- 感覚・運動のプラン構造解析。
- 大脳皮質回路における強化学習メカニズム。

3) マルチエージェント系に関する研究

- 環境変化に対し頑健な学習エージェントの構築。
- マルチエージェント系での大域的挙動の創発。
- 群知能ロボットによる協調的行動の創発。
- エージェントの協調による臨機応変的問題解決。





3. 研究体制

期 間：1996年10月～2001年3月

構 成：プロジェクトリーダー1名、コアメンバー5名、研究協力者13名（内日本学術振興会研究員3名）。

実施場所：東京工業大学を主拠点として、同大学大学院総理工学研究科知能システム科学専攻小林重信研究室、伊藤宏司研究室、新田克己研究室、中村清彦研究室、喜多一研究室、山村雅幸研究室、三宅美博研究室、山田誠二研究室、樺島祥介研究室及び徳島大学工学部知能情報工学科小野典彦研究室が、相互に連携を取りながら、計画的に研究を推進しています。

