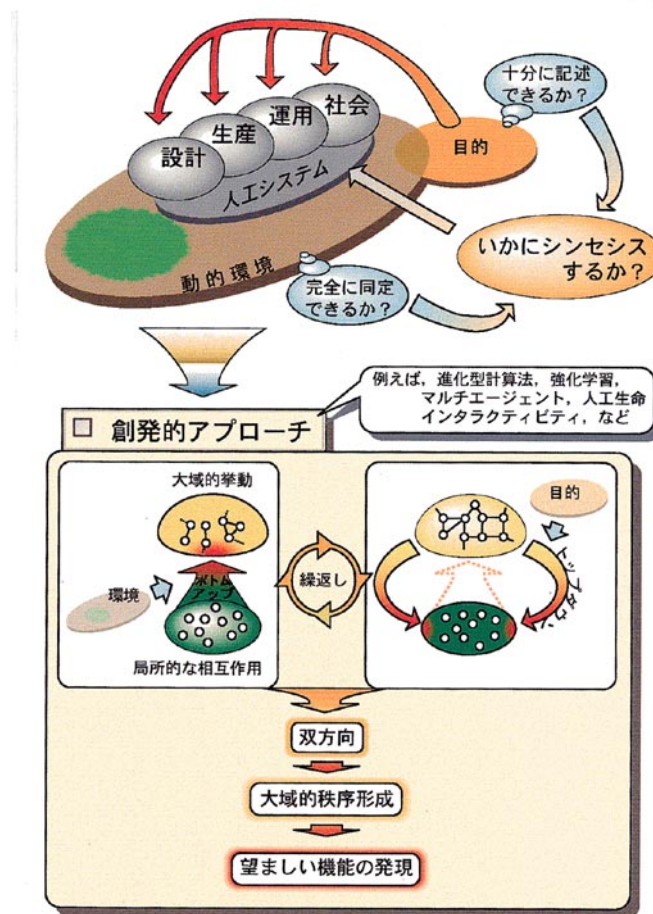


Methodology of Emergent Synthesis 創発的シンセシスの方法論



プロジェクトリーダー 上 田 完 次
神戸大学 工学部 教授



1. 研究プロジェクトの概念図・・・シンセシスの難しさへの創発的アプローチ

1. 研究の目的

既に存在する自然物を解明する物理学のような分野ではアナリシスが極めて有効であるのに対して、人間に役立つ人工物を創り出すためには、アナリシスだけでは十分でなく、シンセシスが不可欠なものとなります。本プロジェクトでは、まずシンセシスにおける困難さの所在はどこかということから出発し、それを解決するための創発的アプローチの枠組みを整理しようとしています。

ここで、対象とする人工物は目的と環境をもつシステムであって、使用される環境でシステムの機能が目的を満たすようにその構造を決定することがシンセシスであると捉えます。そして、人工物の設計段階に限定せず、その生産と運用、さらには人間との相互作用を考慮した人工物環境の諸段階において、シンセシス問題の困難さの階層を分析するとともに、それぞれの階層において創発プロセスの役割を明らかにしようとしています。

これらの検討を踏まえて、プロジェクトではシンセシスの各段階に創発的方法論を効果的に導入し、最終的には創発的シンセシスの方法論を体系的に構築することを目指します。そして、この創発的シンセシスの方法論が、人工物を適切に設計・生産することや、人間社会で役立つように運用することに有効となることを示したいと考えます。

2. 研究の内容

システムの目的と環境に関する情報の完全さという点から、シンセシスの困難さを大きく次の三つの階層：(1) 環境および目的に関する情報が十分であって問題を完全に記述できるが、解くのが困難な問題、(2) 目的に関する情報は仕様として十分に与えられているが、環境に関する情報が不十分で問題を完全には記述できないために困難な問題、(3) 目的に関する情報も不十分で、問題を完全には記述できないために困難な問題に分類し、階層 (1) から (2)、(3) へと順次より困難な問題へと研究を進めつつあります。

このような問題に対し、トップダウンのアプローチだけでは限界があり、ボトムアップのアプローチを加えた創発的方法論が必要であると考えます。すなわち、進化、適応、学習、協調、インタラクティブなどを問題解決メカニズムとし、シンセシスのいずれの階層の問題に対しても有効性を示すような創発的シンセシスの方法論構築を目指しています。研究内容は以下の通りです。

(a) 人工物設計システムの創発的シンセシス

様々な人工物はシステムとしての規模が大きくなり、益々複雑となってきました。そのような人工システムを合理的に設計するためには、コンピュータを高度に利用した方法論、なかでも創発的な方法論の確立が必要となります。そのようなシステム設計における課題を、多様なシステム構造に柔軟に対応するための状況依存性・システム複雑性に対応するためのボトムアップによる計算手法・システム規模に対応するための分散協調処理の導入の各視点からとらえた上で、メカニズムシステムの概念設計・遺伝的アルゴリズムによる機械システムの最適設計・創発的手法による配置設計法・大規模システムにおける分散並行設計、などの内容についての研究を進めています。

(b) 人工物生産システムの創発的シンセシス

現代社会における複雑性とダイナミクスは増大する一方ですが、これらは製品の質的量的変化など人工物生産をとりまく環境の予測できない変動を招きます。このような状況では不十分な事前情報のもとでも実行解を見つけなければなりません。そこで、変動環境に適応する次世代生産システムの一つとして、生物の高度な環境適応能力を導入した生物指向型生産システムが提案されていますが、その具現化のために、製品の種類が多様化しても適切にスケジューリングができる新しい遺伝的アルゴリズムの開発や、設備が故障したり更新しても製造ラインが自己組織的に再編されるための方法論、未知環境で学習しながら目的を達成するロボット、生産システムが作動中に人間が参入できるインタラクティブ生産などについて研究を進めています。

(c) 人工システム運用における創発的計算論

人工システム最適化を系統的に行うための創発的アプローチの構築・実現を目的としています。単に問題を解く過程だけを対象とするのではなく、システムのモデリング過程、求解過程、およびヒューマン・マシン対話過程を総合的・体系的に扱い、最適な解を求めるだけでなく、その計算過程において解くべき問題を適応的に引き出せるような計算アルゴリズムを構成するとともに、最意思決定支援を創発的に実現する方法論の構築を目指しています。

(d) 人工物環境における関係創発のシンセシス

マルチエージェント・システムをベースとしたシミュレーションに基づいて消費社会における創発のモデル化をテーマとしています。生産者・消費者・人工物で構成される人工的社会システムで、自律的に振る舞う生産者と消費者がフィールドネットワークを介して相互作用し、それによって進化する人工物の創発的振る舞いを調べています。

(e) 創発的シンセシスの基礎論

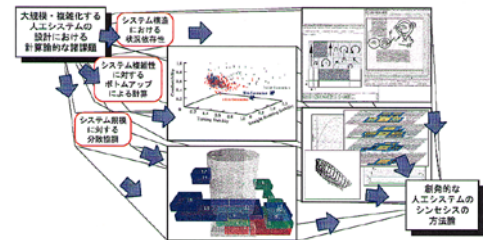
創発的シンセシスについて数学、理論生物学、哲学の立場から基礎付けを行うために、創発と自己言及システムの集合論的考察、生物における創発モデルとその工学での可能性、知の創発についての考察などを進めています。

3. 研究の体制

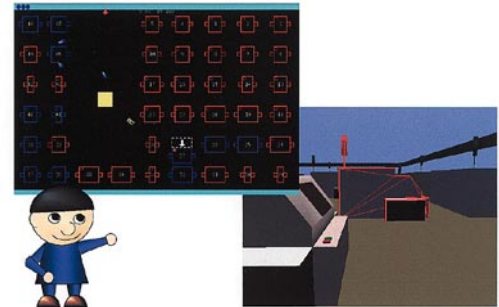
期 間：1996年10月～2001年3月

構 成：プロジェクトリーダー1名、コアメンバー3名、研究協力者11名で構成されています。その他、大学院学生が多数このプロジェクトに参加しています。

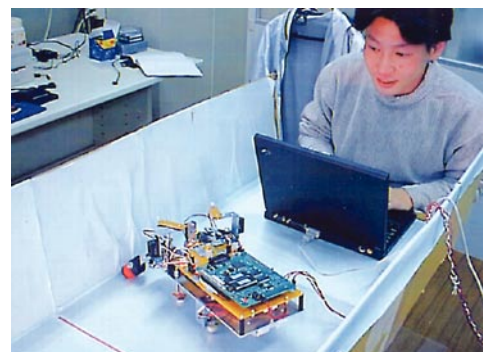
実施場所：神戸大学（主拠点）、大阪大学（赤木研究室・副拠点）を中心に、他大学・他研究機関との協力方式でプロジェクトを進めています。



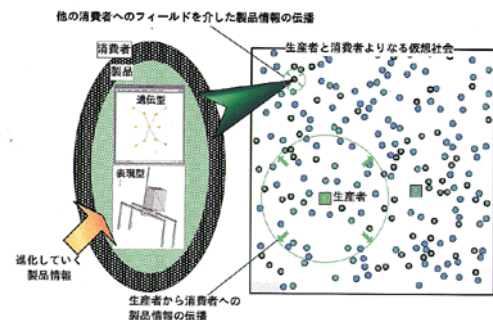
2. 人工物設計システムにおける創発的シンセシスの説明



3. 環境変動に適応する生物指向型生産システム・・・バーチャルリアリティを通して人間が参入するインタラクティブ生産



4. 未知環境で歩行方法を学習するロボット



5. フィールドネットワークを介した生産者と消費者の相互作用による人工物の進化