

# A Methodology of Collaborative Synthesis by Artificial Intelligence

## 人工知能による協調的シンセシスの方法論



プロジェクトリーダー 溝口 理一郎  
大阪大学 産業科学研究所 教授



図1. プロジェクト研究室における研究打ち合わせ風景

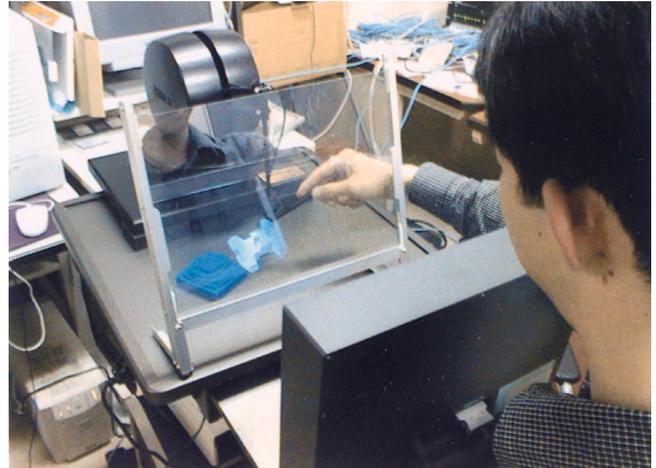


図2: Virtual Design Workbench

### 1. 研究の目的

これまで人類は、大量生産によるコストの低減という単一の観点から見た最適性を追求する立場に立って「もの」を生産してきた。しかしながら20世紀を終える今日にいたって、資源、環境、廃棄物処理などの深刻な問題が顕在化し、従来の考え方に基づく生産の方法論は本質的な行き詰まりに直面しており、新しいパラダイムとそれを支えるシンセシスの方法論が望まれている。

その様な認識の下に、本プロジェクトでは人工知能を応用した、創造的設計と柔軟な生産方式とを統合した次世代のシンセシスを実現するために不可欠な基礎理論と核技術の確立を目指す。人間の多様な価値観と人工物の全ライフサイクルを考慮に入れて、人工物の価値を質的に向上させることは21世紀における創造的産業活動を支える基礎的な課題である。本研究ではこの根本的な問題に取り組むことによって、21世紀における工業社会の更なる発展に科学の立場から貢献することを目的とする。

人工物のライフサイクルを考慮し、協調的にシンセシスを行うためのシステムフレームワークのイメージを図3に示す。左右の軸は製品ライフサイクルにおけるフェーズを表し、上下に物理レベル、振舞いレベル、機能レベルという3つの抽象レベルを設定している。協調的設計に参加する各エージェントは、それぞれ固有の抽象レベルやライフサイクルステージを担当しており、他のエージェントと協調プロトコルを用いてネゴシエーションを行うことで、全体として適切な設計(シンセシス)を行うフレームワークとなっている。

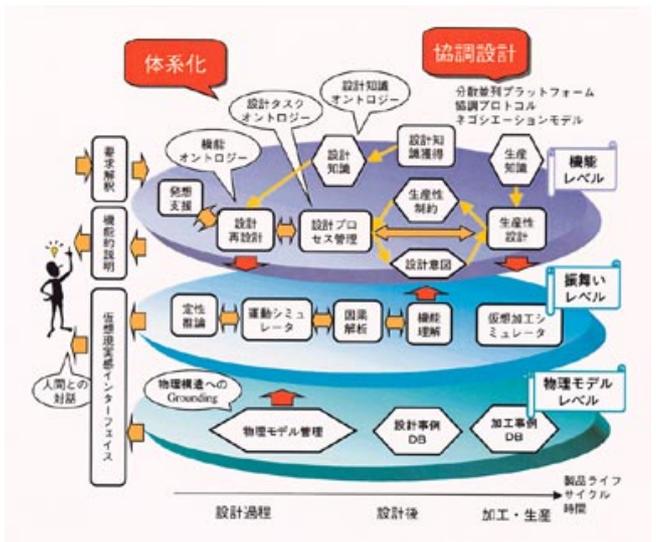


図3: 協調的シンセシスのシステムフレームワーク

## 2. 研究の内容

本プロジェクトでは、設計と生産の知能化、そしてその融合を目指して、次の4つの課題を設定する。(1)知識の獲得：設計者が設計プロセスにおいて活用したシンセシスに関する知識を顕在化する設計物解析手法の開発、(2)知識の体系化：創造的価値融合設計のために必要な、目的(価値)・手段階層、そして設計知識の体系化(価値と技術、設計タスクのオントロジー)(3)知識の総合化：人工物のシンセシスにおいてライフサイクルとしての設計、生産、使用、保守、廃棄といった各フェーズに関わる知識のシンセシスへの埋め込みを可能とする知識プラットフォームの仮想生産システムなどの技術を援用した実現、(4)知識の活用法：様々な環境の変化に柔軟に対処できるような知的な生産方式の実現に必要な、協調設計・生産のための共通製品モデル構築、及び知的生産エージェントの協調による生産ソフトウェア開発の基礎理論の確立と、多面的視点からの設計者とのインタラクションに基づいて統合型問題解決を支援する枠組。以上の4つの課題に関して緊密な連携の下に研究を遂行することによって、人工知能における知識処理を応用した新しいシンセシスの科学を追求する。

図3のシステムフレームワークに基づき、各抽象レベルやライフサイクルごとに担当するエージェントを開発し、協調の枠組みを構築する。

物理モデルレベルのエージェントとして、物理構造へGroundingさせる物理レベルモデリングシステム、設計事例や加工事例を集積するデータベースの開発を行う。モデリングシステムは状態モデリングの手法を核とした総合的対象モデリングシステムであり、図4に示すように設計に関わるエージェントは本モデリングシステムを介して設計対象に対する物理的内容のデータを共有し、交換することができる。

振舞いレベルでは、定性推論技術の充実や、機構系の運動シミュレータの実現、仮想加工シミュレータを開発する。図5に機構系の定性運動シミュレータの実行例を示す。また、人間との対話システムとして、仮想現実感インターフェイスの実現を目指す。そのひとつであるVirtual Design Workbench(図2)は、設計者が設計している対象の構造や挙動を、高いリアリティをもって理解しデータ入力を行うユーザインタフェースであり、裸眼での立体視と設計している対象に即した操作に対する力覚フィードバックの機能を持つ。また、振舞いレベルから機能レベルへの橋渡しをするエージェントとして、振舞いから機能構造を同定する機能理解システムの実現を目指す。

機能レベルでは、機能理解によって得られた機能構造に基づき、機能・物理因果関係レベルでの事例記述を用いるエージェントと連携することによって、既存の対象物の機能レベルでの再設計を行う再設計システム(図6)の実現を目指す。図7は、乾電池を代替する仕掛けを持つ既存事例の検索と圧電素子での代替法を推論した例である。また、設計意図の具体例を製品の概念設計・組立設計等を通して検証し、提案した意図モデリング手法を評価し、知識表現手法を開発する。また、設計・生産を実行する人間の高性能性に着目した設計・生産管理システムを開発する。さらに、既存設計物を解析し、理解する過程を通して設計者が設計プロセスにおいて活用したシンセシスに関する知識を顕在化する方式を検討すると同時に、その方式を実現するために必要な知識の抽出と整理を行う。

## 3. 研究の体制

期 間：1997年7月～2002年3月

構 成：プロジェクトリーダー：溝口理一郎(大阪大学・産業科学研究所・教授)、コアメンバー：3名、研究協力者10名(内ポスドク1名)

サブプロジェクト構成：設計・生産の協調機構4名、プラットフォーム：2名、知識獲得：4名、知識体系化：4名

実施場所：大阪大学産業科学研究所 大阪府茨木市美穂ヶ丘8 1

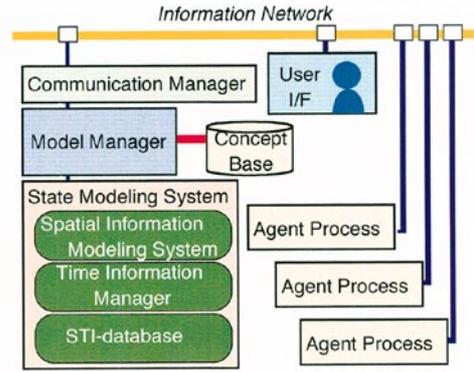


図4：物理レベルモデリングシステム

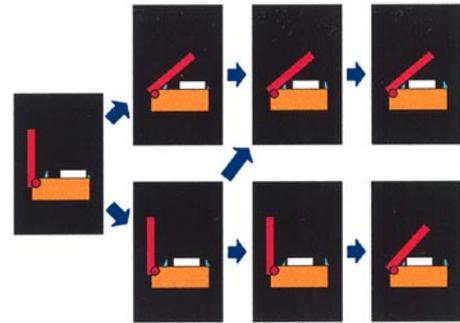


図5：定性運動シミュレータ：実行例

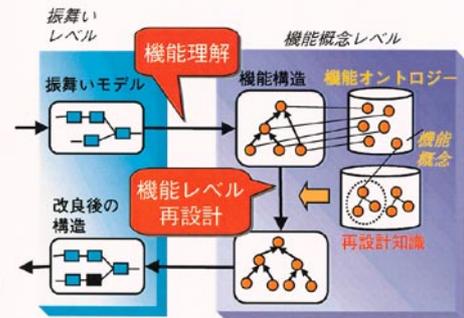


図6：機能レベル再設計システム

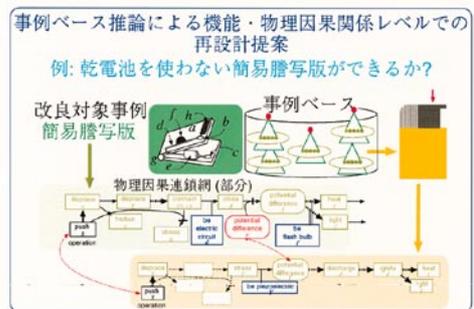


図7：事例ベース推論による再設計例提案エージェント