

「シミュレーション技術の革新と実用化基盤の構築」

平成15年度採択研究代表者

穴井 宏和

(富士通株式会社 計算科学技術センター 研究員)

「数値/数式ハイブリッド計算に基づく  
ロバスト最適化プラットフォームの構築」

1. 研究実施の概要

【研究のねらい】 様々なものづくりにおいて、シミュレーション技術は設計・製造の効率化、高品質化、高付加価値化実現に不可欠な技術です。本研究では、計算機パワーを活用した記号・代数計算技術を基盤とし、今まで行われてきた数値的計算技術を融合したハイブリッド計算技術の構築を目指します。本研究により、非線形・非凸問題などの制約・最適化問題を正確に解くことができ、新しい実用的な計算技術パラダイムの創設のための革新的な第一歩になると期待されます。

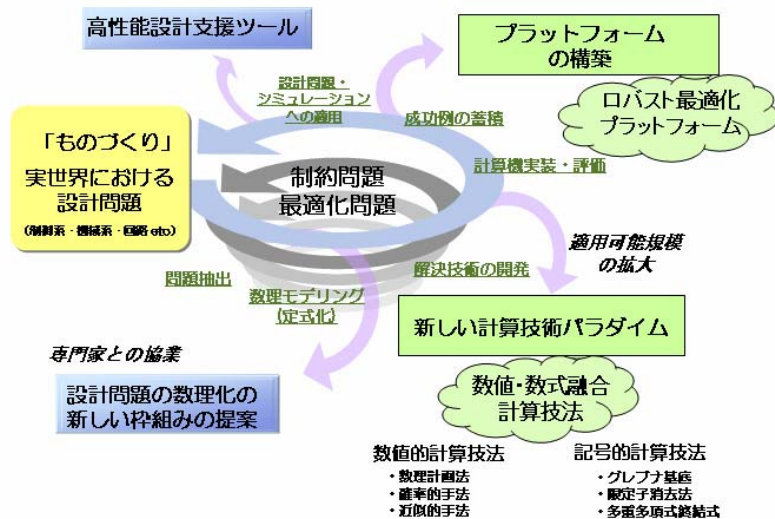


図1：研究目標と研究・開発サイクル

【構想】 記号・代数的計算に基づく技法・理論は、制約・最適化問題において従来の手法では困難と考えられている工学・産業上の問題解決へのブレークスルーをもたらすものと期待されていますが、実用化に向けて以下の問題点があります。

- (a) 非専門家が使えるような適用に向けての一般的方法論（問題の定式化（＝モデリング）と計算技法の適用の仕方）・ツールが確立していない,
- (b) 基本的理論・アルゴリズムが実用規模の問題に対応できていない.

そこで、本提案では記号・代数的計算に基づく技法・理論が次世代統合シミュレーション技術の確立に向けて実際に貢献できる基盤技術となる為

- ・ 計算理論・技術研究と実際の解くべき問題を抱える領域の研究が一体となって問題解決技法の開発・有効性検証を行い
- ・ 数値/数式ハイブリッド計算によるアルゴリズムの効率化を行う

ことで、上記の2点(a), (b)を解決していくことを目指します。これらの成果に基づき、数値/数式ハイブリッド計算に基づくロバスト最適化プラットフォームの構築をし、その上で新たな設計・シミュレーションを実現することを目標とします。

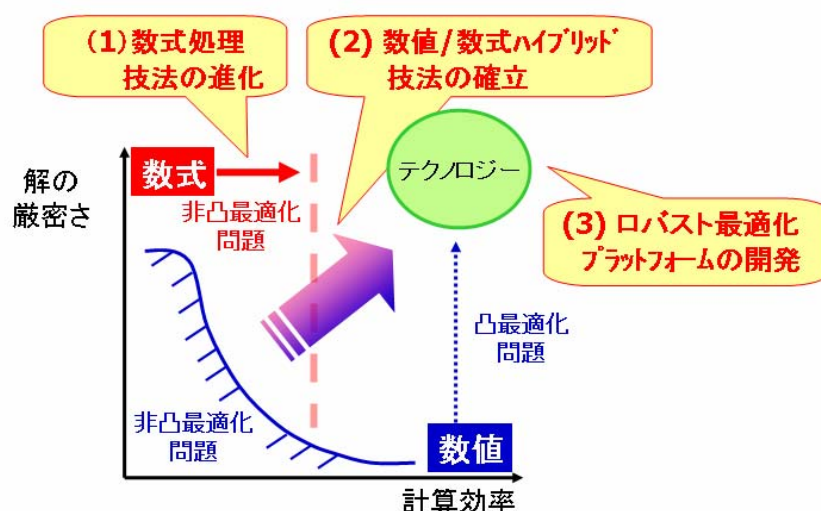


図 2：本研究のアプローチと研究課題

【見通し】本年度は研究の最初の半年であり、(1)ベースとなる代数的技法（グレブナ基底や限定記号消去法等）の基礎検討・計算実験による検証、(2)数値/数式ハイブリッド解法の基礎検討、さらに(3)ロバスト制御系設計の新しい手法とツールの開発を行いました。

計算技法としては、パラメータを含む等式制約の効率的な新解法の開発とその効率化、及び、効率の良い数値/数式ハイブリッド計算の検討が課題です。制御系設計法では、ロバスト設計、多入出力系への展開と非凸最適化問題への対応の検討が今後の課題です。ツールとしては、数値・数式ハイブリッド計算による実代数制約問題解決用ツールボックス SyNRAC の機能向上と新機能追加を行い、SyNRACを用いたロバスト制御系設計ツールボックスのプロトタイプを完成させ、また、有限周波数KYP補題に基づいた新しい動的シス

テム設計法について開ループ設計法を確立しそのツール化を行いました。今後、SyNRACの計算効率の向上と新しい数値・数式ハイブリッド計算手法の実装、各制御系設計ツールの高速化を目指します。また、来年度以降、ロバスト最適化プラットフォーム構築へ向けた基礎検討も開始します。

## 2. 研究実施体制

### 富士通グループ

①研究分担グループ長： 穴井宏和（富士通株式会社 計算科学技術センター 研究員）

②研究項目：数値/数式ハイブリッド手法の開発とロバスト最適化プラットフォームの構築

**概要：**産業上のさまざまな分野より抽出される制約・最適化問題に対し、有効な記号・代数計算に基づく技法と数値/数式ハイブリッド技法の開発・効率化を行います。それらのアルゴリズムについて実装・検証をし、ロバスト最適化プラットフォームの構築を行います。また、研究グループ(原教授(東大)・横山教授(九大))をはじめとした計算技法と応用分野の国内外の最先端研究機関との交流と、新規技術の情報発信を中心となって行います。

### 東京大学グループ

①研究分担グループ長：原 辰次（東京大学 大学院情報理工学系研究科 教授）

②研究項目：数値的最適化手法と記号・代数計算に基づく計算技法の一般的適用方法論の確立

**概要：**従来の数値計算に基づく技法では解決が困難である実際の工学・産業上の重要な問題（特に、システム・制御理論）の抽出と、抽出された制約問題・最適化問題に対する有効な数値/数式ハイブリッド解法の開発、適用に当たっての一般的方法論の確立を行います。

### 九州大学グループ

①研究分担グループ長：横山和弘（九州大学 大学院数理学研究院 教授）

②研究項目：記号・代数計算に基づく計算技法の一般的適用方法論の確立と適用規模の拡大

**概要：**本研究においてベースとなる代数的技法（グレブナ基底や限定記号消去法等）の適用可能規模の拡大を目指し、代数的計算に基づく手法の基礎理論をより深く掘下げる精密化、および、アルゴリズムの開発・効率化を行います。