

## 特集「逆計算：計算の理論における逆問題」の編集にあたって

井 宮 淳†

積分方程式論<sup>1)</sup>に基づく現象の逆問題解析<sup>2)</sup>は、数理論理学の中心的テーマの一つです。また、計算機科学の応用であるコンピュータ・ビジョンあるいは、コンピュータ・ビジョンの物理学的、心理学的基礎となるヒューマン・ビジョンの研究でも、逆問題としての問題の解析が脚光を浴びています。これら、理論計算機科学の周辺領域だけではなく、理論計算機科学そのものにも、従来の問題を逆の方向で捉える立場が確立されつつあります。そこで、理論計算機科学における逆問題の系統的な解説として本特集を企画しました。本特集は、可逆計算機の基礎となる量子計算機の基本的な考え方、可逆チューリング機械、可逆セルオートマトン、逆推論、逆数学の5つの解説からなっています。

1つ目の解説では、可逆計算機の物理モデルの一つである量子計算機の数学的な構造に関することがまとめられています。量子計算機とは、入力から出力への状態変化を計算過程と考え、状態変化としての計算を量子力学の手法によって記述する体系です。この解説によって計算機科学と理論物理学との新しい関係が展望できるでしょう。

2つ目の解説、3つ目の解説では、可逆計算機の計算モデルとしての可逆チューリング機械、可逆ゲート、可逆セル構造オートマトンの基本的性質が紹介されます。また、2つ目の解説のまえがきには、理論物理学との関係から、可逆計算機研究の歴史について、まとまった解説があります。

3つ目の解説のセル構造オートマトンは物理現象の離散モデルとして近年活発に研究されています。また、可逆セル構造オートマトンは人工生命との関係からも、今後新たな展開が予想されます。

4つ目の解説は、多くの事実から一般規則を作成するための基本戦略となる逆推論に関するものです。逆推論は事実から概念を構成する計算の基礎となり、自動演繹データベースの重要な部分となります。

5つ目の解説は、逆数学の概説です。普通の数

学では、一群の公理、公準から定理を証明します。一方、ある定理を証明するのに公理がどの程度必要であるかを、その定理から調べるのが逆数学です。この解説では、計算機科学への応用としてヘラクレスとヒドラの問題が解説されます。逆数学は最近10年の間に活発に研究され始めた数学基礎論の一分野であり、まだ、理論計算機科学の立場からの検討は十分とは言えませんが、言語設計、プログラムやアルゴリズムの検証問題などで今後重要になると考え本特集で取り上げました。計算幾何学と関係の深い初等幾何学の問題に逆数学の例をとれば、コンパスだけでユークリッド幾何学の作図問題を全て解くことができることが知られています<sup>3), 4)\*</sup>。

5つの解説はどれもそれほど易しい内容ではありません。はっきり言えば、複数の分野を横断的に取り扱っているため解説としては難しいと思います。執筆者の方々には基礎から現状にいたるまで丁寧に解説していただきました。また、まえがきやあとがきに問題の歴史的背景についてかなり詳しく述べていただきました。そのため頁数の多い解説もありますがじっくり読んでいただきたいと思います。

本特集の企画段階に NTT 基礎研究所の竹内郁雄氏から適切な助言をいただきました。感謝いたします。

## 参 考 文 献

- 1) 吉田耕作：積分方程式論，第2版，岩波書店(1978)。
- 2) Sabatier, P. C. ed: *Inverse Methods in Action*, Springer-Verlag, Berlin (1990)。
- 3) Rademacher, H. and Toeplitz, O.: *Von Zahlen und Figuren*, 2nd edition, Springer-Verlag (1933) (山崎三郎, 鹿野 健訳：数と図形，日本評論社，(1989)。
- 4) Toussaint, G.: A New Look at Euclid's Second Proposition, *The Mathematical Intelligencer*, Vol. 15, No. 3, pp. 12-23 (1993)。

(平成5年11月25日)

\* ユークリッドの「原論」によれば、初等幾何学では定規とコンパス、2つの作図道具の使用だけが許されています。

† 千葉大学工学部情報工学科

