小特集

計算限界の解明への多面的アプローチ
――P vs NP に向けた最前線――

小特集編集にあたって

編集チームリーダー　今井桂子

20 世紀の最大の未解決問題の一つに「P≠NP 問題」がある．この問題は，クレイ数学研究所の選んだミレニアム懸賞問題の一つであり，100 万ドルの懸賞金がかけられていることでも有名である．ここで，P や NP は，離散的な入力が与えられて，yes か no で答えられる問題（決定問題という）の集合の部分集合を表している．yes という答えを得るまでのステップ数が入力数の多項式で抑えられるとき，その問題は P に属していると考える．一方，yes となるような解を一つ与えられたとき，それが解であることを多項式回のステップで確かめられるような問題の集合を NP とする．P ⊂ NP であることは分かるが，これらの二つの集合の間に隙間があるかどうかが分かっていない．この問題は未解決のまま 21 世紀を迎え，世界中で，この大問題を解決するための研究が盛んに行われている．日本でも，渡辺治氏をリーダーとする新学術領域「多面的アプローチによる計算限界の解明」が 2012 年にスタートし，広い分野から多くの知見を結集し，この計算限界の解明のために，研究を進めている．

本小特集では，まず，徳山豪氏に「計算限界解明の意義―現代の鳥瞰―」として，概観を述べて頂き，3 名の若手の研究者の方に，「P≠NP 問題」への取組みにおいて近年注目されている論理回路，しきい値，パリティ計算というキーワードを中心に，研究の最前線の三つの話題を解説して頂いた．

論理回路，しきい値というキーワードからは，れい明期の日本においてコンピュータ科学に大きな貢献をされ，長年イリノイ大学で教べんをとられた，室賀三郎先生が思い起こされる．室賀先生は，東京大学の後藤英一先生とともにパラメトロンを用いたパラメトロンコンピュータを設計，開発された．パラメトロンは 0 と 1 という 2 値入力に対し，1 と 0 のどちらが多いかによって出力が 1 か 0 になるという多数決原理に基づいて動作する．室賀先生は，しきい値論理という入力の多数決による論理回路設計の理論を構築し，パラメトロンコンピュータの実現に多大な貢献をされた．ここでのキーワードが，現在の「P≠NP 問題」でもキーワードとして現れるのも，非常に興味がある点であろう．

上野賢哉氏による「線形計画法と計算限界」では，論理関数が与えられたとき，それを論理式として表現した場合のサイズがどこまで小さくできるかという下界を求めるために，線形計画法を利用することができることを解説して頂いた．多くの組合せ最適化問題が線形計画問題として定式化できることが知られている．線形計画問題やその解法については長い研究の歴史があり，有用な結果が数多く知られている．

しきい値素子は，n 個の入力と重みの内積が，あるしきい値以上の場合 1 を，しきい値未満の場合 0 を出力する素子であり，重みの設定によって様々な動作を実現でき，脳の神経細胞の基本的な理論モデルになっている．したがって，しきい値素子を組み合わせた論理回路である，しきい値回路は神経回路網のモデルと言える．内澤啓氏には「しきい値回路がひらく計算限界解明への道」という題名で，このようなしきい値を基本演算に持つ計算機が将来作られたとすると，その計算機の能力はどのくらいになるかを解説して頂いている．パリティ計算は難しそうなことが分かってくる．

そうすると，パリティまで基本演算に入れてしまったらどうなるのか，ということに興味が出てくる．それを玉置卓氏に「メタアルゴリズムと計算限界証明の不思議な関係」で解説して頂いている．

理論計算機の分野における最大の未解決問題を解決するためには，幅広い知見が必要となる．そのためには，多くの研究者に最新の研究成果を理解して頂く必要があると考え，コンピュテーション研究専門委員会では年に数回，研究会の際にチュートリアル講演を行い，知識の共有を図っている．興味のある方には是非御参加頂きたい．

今回の小特集にあたって，執筆を快諾して頂いた著者の皆様，多くの貴重な御助言を頂いた編集チームの方々には，深く御礼を申し上げます．

