

21世紀新技術の展望 ～コンピューテーション～

西関 隆夫
東北大学

コンピューテーション研究会は約 15 年前にオートマトンと形式言語研究会から現在の名称に変更された。2 月と 8 月以外の毎月、合計年 10 回開催され、毎年約 100 編の研究発表が行われている。本研究会はコンピュータサイエンスの基礎理論に関する研究を対象としている。具体的には、アルゴリズム、計算理論、学習理論、暗号、数理論理学、オートマトンと形式言語、セマンティックス、プログラム理論などが研究テーマとして取り上げられてきた。基礎理論という性格上、熱狂的ブームに乗るようなことはないが、地道な研究発表を続けている。

前世紀までに完成したコンピュータサイエンスの重要な基礎理論として、チューリングの計算可能性の理論、チョムスキーの文法理論、クックの NP 完全性の理論、近年の離散アルゴリズムの理論がある。さて、21 世紀にはどのような新理論が発展するであろうか。

計算理論の分野では、今でも $P=NP$? が最も有名な未解決問題である。この問題を $P \neq NP$ の方向で解決すべく多数の研究者が計算量、特に計算階層や回路計算量の分野で成果を出しているが、いまだ手づまりの状態であるように思われる。また $P=NP$ の方向で解決すべく、特定の NP 完全問題を多項式時間で解くアルゴリズムを見つけたと主張するプレプリントはしばしば発表されるが、正しいと認定されたものはない。しかし、21 世紀中には必ずこの未解決問題が何らかの形で解決され、そのプロセスの間に新理論が打ち立てられるものと確信している。

アルゴリズムの分野では、比較取り扱いが容

易な、計算時間のオーダー解析、しかも最悪値時間解析が行われてきた。一方、実用的にはヒューリスティックアルゴリズムがよく利用され、そこそこの解をそれなりの計算時間で求めることが多いことが経験的に知られていた。しかし、その理論的な裏付けはない。ヒューリスティックアルゴリズムの性能の理論的な解明がなされるであろう。最適解とは限らないが最適に近い解を求める近似アルゴリズム、いつでも最適解を見つけるとは限らないが高い確率で最適解を見つけるランダムイズドアルゴリズム、その他ダイナミックアルゴリズム、オンラインアルゴリズムなどの研究が引き続き行われるであろう。インターネットがこれだけ普及したので、1 つのサイトでだけ計算するのではなく、多数のサイトで分散して、しかも自己発展的に計算するようなしくみや、そのためのアルゴリズムの研究も行われるであろう。これらの成果が「アルゴリズム工学」として確立するのはもうすぐであろう。

量子コンピュータは本当に実現できるのであろうか。シミュレーテッドアニーリング、ファジィ、ニューロなどが一時的に熱狂的ブームになったが、今はそのブームも落ちついたようである。ともかくこれらは小さな問題例に対しては実現できる。量子コンピュータも一時的ブームに終わってしまうのか、それとも 21 世紀中に実現し、NP 完全問題も効率よく解けるようになるのであろうか。量子コンピュータを実現するためには、そのためのアルゴリズムの設計理論や計算理論が必要である。