



研究領域名 多面的アプローチの統合による計算限界の解明

東京工業大学・大学院情報理工学研究科・教授

わたなべ おさむ
渡辺 治

【本領域の目的】

本領域では、計算の限界を解明する強力な解析理論の構築を目指す。P≠NP 予想への新たなステップとなる理論を作り出していく。

計算限界の研究：計算の理解のために

「数学」は科学の言葉と言われてきた。さらに現代では、それが「計算」に汎化し、生活や社会に関する記述も含め、広い意味で「計算」が科学の言葉の役割を担っている。

しかし、我々は計算とは何かがよくわかってはいない。計算限界はその最も顕著な例である。たとえばアルゴリズム（計算方法）の計算効率の限界である。同じ問題を処理するにも、様々なアルゴリズムが設計可能であり、より計算効率のよい、すなわち、計算速度の速いアルゴリズム設計が望まれる。しかし、アルゴリズムの効率化にも限度があるはずだ。それが（処理したい問題に対する）計算限界である。残念ながら今のところ、ほとんどの問題に対し、このような計算限界を明らかにできていない。その顕著な例が P≠NP 予想である。こうした計算限界を部分的にでも明らかにすること、それにより、人類の計算への理解を前進させることが、本領域の目標である。

【本領域の内容】

1990年代には計算限界に関する画期的な結果がかなりの数得られた。それらは、2000年代に入って個々に非常に磨きをかけられ究極まで洗練されてきている。こうした状況は歴史的な新展開が見出される夜明け前とみなせる。その新展開を導き出すため、本領域では、個々に深められた技法を特徴付け、その関連を説明し、その先の展開を示唆するような理論を構築していく。それにより大展開への道筋を開こうという計画である。この研究のため、計算の様々な側面の研究で世界をリードする研究者たちが、緊密で組織的な連携のもと、各種の計算限界解析技法の多面的な解析と統合を目指す。つまり、(i) 様々な解析技法を各研究者の視点で分析し、背後にある仕組みや特徴を多面的に理解する研究を進め、(ii) 有力な解析技法間の複合的適法や新たな適用法を導く理論を築き、さらに (iii) 得られた強力な統合解析技法を適用し、計算限界のフロンティアを開拓する成果を数多く生み出す。それにより計算限界の研究に新たな大展開をもたらす。これが本領域の研究

戦略である。

より具体的には、(A) 計算限界を示すための最先端の解析手法を分析し関連性を見出す研究、(B) 計算効率化の技法から逆に新たな計算限界を見出す手法を開発する研究、(C) 境界領域（統計力学、量子計算、機械学習）の分野から計算限界の解析手法の新たな解釈や関連性を示す研究、の3つのアプローチを各々3つ、全体で9つの計画研究で推進する。その中で、各班の研究を深めるとともに、それらの連携の中から計算限界を明らかにするための新たな基盤となる手法を見出していく。

【期待される成果と意義】

以上の研究の中から、計算限界に対する革新的な解析手法や重要な未解決問題への足掛かりとなる結果を得られると期待している。とくに P≠NP 予想に関しては、その解決へ向けての新たなステップを踏み出すことを目指したい。こうした不可能性の解析が物事の本質を見抜く重要な研究につながり、それが新しい学術分野を切り拓いた例は少なくない。NP 問題という基本的な計算の特徴を明らかにすることで、本領域の目指すような理論的な成果からも、革新的なアルゴリズムへつながる基本的な原理や理論の創出、さらには新たな計算の枠組みや計算に関する新たな研究分野の創出も期待できる。

【キーワード】

計算量：アルゴリズムの計算効率（例：計算時間）を表わすために用いる測度。正確には問題例のサイズからアルゴリズムの（最悪入力時の）計算コスト（例：計算時間）への関数として表現される。
NP 問題：解の検証が比較的容易に可能な計算問題のこと。答えを言われれば「そうか」と比較的簡単に納得できるような問題である。こうした問題は非常に多くの分野に現れる。

P ≠ NP 予想：「NP 問題の中には解を得る計算を比較的短時間で行うのが不可能なものが存在する」という予想。

【研究期間と研究経費】

平成 24 年度－28 年度
536,500 千円