

平成29年度「新学術領域研究（研究領域提案型）」事後評価結果（所見）

領域番号	2405	領域略称名	計算限界解明
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		
研究期間	平成24年度～平成28年度		
領域代表者名 (所属等)	渡辺 治(東京工業大学・情報理工学院・教授)		
領域代表者 からの報告	<p>(1) 研究領域の目的及び意義</p> <p>「計算」すなわち、コンピュータ上で実現される処理は、現代の人類にとって欠かせない。一方、計算は未開拓な段階であり、未発掘の革新的な計算活用技術が、多数存在する可能性が高い。こうした技術の発見には、計算の深い理解が必須であり、それには、$P \neq NP$ 予想に代表される計算限界の解明が鍵となる。古くから、不可能性の研究が、数学各分野の発展の原動力となってきた。計算分野でも同様である。計算活用の、ほとんどすべての場面で登場する NP 問題と呼ばれる問題群に対して、「それらを統一的に効率よく計算する強力な計算法は存在しない」というのが $P \neq NP$ 予想である。この予想の解決へ向けての研究は、計算の理解深化への重要な道筋であり、画期的な計算活用技術を生み出す基礎となる。$P \neq NP$ 予想が数理学における今世紀の七大未解決問題といわれるのは、その深淵さや数理科学的困難さだけでなく、このような意義が数理科学者の共通認識となっているからである。本領域では、$P \neq NP$ 予想に代表される計算限界の重要未解決問題の解決へ向けての礎となる限界の発見や研究手法の提案を目標に掲げた。さらに、計算の理解を深める基礎理論を導き出し、計算活用の基盤的計算法を生み出すことを目指した。</p>		
	<p>(2) 研究成果の概要</p> <p>$P \neq NP$ 予想に代表される計算限界の典型的課題は、計算モデル間の本質的な効率差を示すことである。本領域では、その代表例である論理式型計算と回路型計算の効率の本質的差の証明に初めて成功し、さらにそれを発展させ、$P \neq NP$ 予想のメモリ効率版である $L \neq NL$ 予想の解明の第一歩となる成果を得ることができた。一方で、現在の情報科学技術の活用で生じている今日的課題として、NP 問題の困難さの変化の解明が、機械学習アルゴリズムの妥当性や情報セキュリティ技術の安全性で重要となってきている。本領域では、この NP 問題の困難性変化を議論する枠組みとして、これまでの認識を大きく変える事実を証明し、より妥当な解析の枠組みを提案することに成功した。$P \neq NP$ 予想の研究では、部分的な進展であっても、それが計算の新たな認識をもたらし、革新的な情報科学技術へとつながる場合が少なくない。本領域では、NP の特質の研究から出てきた定数回質問性質検査という考え方を複数の観点から検討し、その成果として「定数時間計算」（データ量に依存しない効率的計算）という、ビッグデータ解析の革新的技術となる計算について、その基礎理論と基本計算法を得ることができた。以上を含め、本領域では、前世紀からの未解決問題を多数解決し、計算に対する人類の理解を新たな段階に進めることができた。</p>		

<p>科学研究費補助金審査部会 における所見</p>	<p>A (研究領域の設定目的に照らして、期待どおりの成果があった)</p>
	<p>本研究領域は、研究領域の設定目的に向かい、計算限界の問題に果敢に取り組み、20世紀から引き継がれた未解決問題を9件解決し、当該学問分野最高峰の国際会議で論文賞を受賞するなど注目に値する研究成果を上げた。当該学問分野が抱える永年の課題に対して取り組み、当該学問分野の発展への大きな貢献が認められる結果が得られたことは、研究領域の設定目的に照らして、期待どおりの成果があったと認められる。また、計算科学技術の観点において、二次最小化問題の近似解を定数時間で求める計算法を発見するなど、ビッグデータ解析の基盤アルゴリズムとして活用できる成果は、関連分野への波及効果も認められる。</p> <p>採択時の評価結果の所見において指摘された設定目的の明確化については、適切に対応されており、(1) $P \neq NP$ 予想と相似な結果としての計算限界の証明、(2) 既存常識の打破と新手法の提案、(3) 計算限界の研究からの情報科学技術の開拓の3つを具体的に掲げて研究を遂行し、優れた成果を上げている。</p> <p>若手研究者の育成に関して、若手研究者を多数登用し、論文賞の成果の多くがその若手研究者によって遂行されている点も高く評価できる。今後もこの育成・連携の実績を生かし、工学的応用の観点からも積極的に研究に取り組んでいくことや、研究成果の発信に関して、研究領域としてまとまった大きなメッセージを提案することが期待される。</p>