

1. 研究領域名：新世代の計算限界—その解明と打破—
2. 研究期間：平成16年度～平成19年度
3. 領域代表者：岩間 一雄（京都大学・情報学研究科・教授）

4. 領域代表者からの報告

(1) 研究領域の目的及び意義

近年の IT 社会の大規模化と多様化によって様々な分野に計算機が使われ、アルゴリズムが様々な形を変えて社会の隅々にまで進出するとともに、その問題点もクローズアップされるようになった。多くの離散問題が、問題のサイズと共に計算量が爆発的に上昇する、本質的な計算困難問題（いわゆる NP 困難問題）であることは数十年前から既に指摘されていたが、それに留まらず、例えば、株式投資の様な経済活動では、将来の入力情報を予測することの不完全性により、正確な計算が原理的に不可能になる。また、ゲノム情報やインターネット全体をモデル化したウェブグラフ等、巨大な全体構造を見渡すことが困難なものを対象とする問題。さらに、最適解を一つ見つけるだけに留まらず条件を満たすものを全て列挙したいといった、出力が本質的に指数爆発を内包するもの等、様々な計算困難問題が現れてきた。

本研究領域では、このような現状を鑑み下記の目標を置いた。(1) ややもすると発散してしまいがちな評価基準を見直し、単なる理論的興味ではない「社会に役立つ」評価尺度に基づいたアルゴリズムの開発と評価を行う。(2) 但し、評価そのものにおいては数学的厳密さを死守し、そのためには新たな数学的モデルやパラダイムの構築も視野に置く。これによって、実用性の高いアルゴリズムの品質・性能保証技術に関する新しい体系を作り上げることができ、我が国がそれをリードする環境へと導くことが期待される。

(2) 研究成果の概要

上記目的の①,②に対し、特徴的な成果は以下の通りである。

- ① 計算時間や入力情報の不完全性によって最適解を求めることが困難な問題に対する近似解の追求と近似度の解析の例として、病院のインターン配属等に対し「不公平感」を無くする組合せを求める問題や、モバイル機器の「バッテリー駆動時間」を最小にする問題に対し、それぞれ理想値に近い近似解を保証するアルゴリズムを得た。条件に合う解全てを列挙するアルゴリズムについては、単なる高速性だけでなく「列挙の間隔」等の尺度が重要となる。これに関しては、建築構造物をモデル化したグラフの列挙や、ウェブ検索等で重要な技術である密な部分グラフの列挙問題に対する「孤立度」の提案等重要な成果を出した。状態が刻々と変化する対象を扱う問題として、枝長が時間依存で変化する最短路問題や、緊急時の施設からの「退避完了時間」を最小化する問題に対し高速アルゴリズムを開発した。
- ② 数学的モデルの構築としては、デジタル画像を2値化する「ハーフトニング問題」や、垂直二等分線の自然な拡張である「距離3等分線」を定式化し、アルゴリズムとその理論保証を行った。新たなパラダイムの構築という視点では、計算可能なクラスを大幅に拡大する原理である「アルゴリズム的グラフマイナー理論」、統計的な推定問題をアルゴリズムの立場から平均的に議論する枠組み「Most Likely Solution Problem」、データ量を極限まで削減した「超簡潔データ構造」などは世界的に高い評価を得ている。

5. 審査部会における所見

B (研究領域の設定目的に照らして、十分ではなかったが一応の成果があった)

「社会に役立つ」評価尺度に基づいたアルゴリズムの開発と評価を行うといった本研究領域の設定目的はある程度達成されたと思われるが、新たな視点から計算困難問題について研究を行い、新しいアルゴリズム設計・解析の体系を作るといった高い目標は、必ずしも明確に成果が示されていない印象がある。研究成果は、報告書で示されているように数値的には十分と思われるが、プレゼンテーションでの説明で何が具体的な成果が見えなかった。また、個々の研究項目での成果は上がっていると思われるものの、特定領域研究としてどういう成果が得られたかが説明からは明確でなかった。成果の分野外へのインパクトがわかりにくいとの意見もあった。啓発活動、若手育成には非常に力を注いでおり、国際ワークショップ、研究集会、出版活動など、積極的な組織運営がなされ、また AAAC というアジアに立脚した組織を立ち上げていることも評価する。