

革新的コンピューティング技術の開拓
2019 年度採択研究者

2019 年度 実績報告書

坂田 綾香

統計数理研究所数理・推論研究系
助教

求解軌道のマクロ表現によるアルゴリズム制御理論の創出

§ 1. 研究成果の概要

2019 年度は、非凸最適化問題に対するアルゴリズムの研究を行った。非凸最適化問題は一般に局所解の存在が問題となり、大域解に到達することが困難である。これまでの我々の研究を通し、非凸最適化問題に対するアルゴリズムとしての確率伝搬法の有用性が示されてきた。そこで、本研究でも確率伝搬法を用いて非凸最適化問題の研究を行った。

本年度は、非凸最適化問題の中でも、SCAD, MCP と呼ばれる非凸正則化を最小化する信号復元問題を扱った。確率伝搬法が与える固定点の安定性を理論解析してアルゴリズムと比較すると、固定点が安定なパラメータ領域でもアルゴリズムの挙動が不安定化する場合が見られた。確率伝搬法は、ある理想的な条件下で「真の信号と推定された信号の二乗誤差(これを E とする)」と「推定値の分散(これを V とする)」という二変数によってアルゴリズムの典型的軌道を記述できるという特徴がある。信号復元の成功は、 V - E 平面上での原点への到達に対応する。原点へ至るまでのアルゴリズムの性質を調べた結果、以下のことが明らかとなった。

- (1) SCAD, MCP 最小化問題では、 (V, E) 平面上の原点への引き込み領域の面積が有限となっていた。一方で凸最適化問題である $L1$ 正則化最小問題では、引き込み領域は無遠くまで達していた。
- (2) SCAD, MCP の非凸度をあげると、引き込み領域は小さくなっていき、原点が安定解であっても原点に到達することが困難になる。
- (3) 非凸度の弱い、凸最適化に近い領域で得られた推定値を初期条件として非凸度を上げていくと、原点へ至る小さい引き込み領域に入ることができる場合がある。

特に(3)の現象が、本研究で目指すアルゴリズム制御理論につながると考えている。2020 年度は、非凸度をコントロールすることで推定性能がどの程度改善されるのか、定量的な理解を得ていきたいと考えている。