

平成 21 年 6 月 8 日現在

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2005～2008

課題番号：17510113

研究課題名（和文） 理論的確率解析によるメタヒューリスティックスの評価と特性分析

研究課題名（英文） Probabilistic Analysis of Meta-heuristics Algorithm from the Viewpoint of Theoretical Approach

研究代表者

加地 太一（KAJI TAICHI）

小樽商科大学・商学部・教授

研究者番号：60214300

研究成果の概要：

組合せ最適化問題は利用価値の高い問題であるが計算困難な問題でもある。これらの問題に対して、近似解を実用時間内で求める遺伝アルゴリズムなどのメタヒューリスティックスアプローチが有効な結果をもたらしている。しかし、これらのアルゴリズムの優劣などは数値実験などにより判別され経験的な評価の域をでていない。そこで、本研究では確率モデルを構成し理論的かつ客観的に評価、分析を可能とする手法に関して研究を行った。

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2005年度	900,000	0	900,000
2006年度	800,000	0	800,000
2007年度	800,000	240,000	1,040,000
2008年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
総計	3,300,000	480,000	3,780,000

研究分野：

科研費の分科・細目：社会・安全システム科学／社会システム工学・安全システム

キーワード：メタヒューリスティックス、組合せ最適化問題、確率的解析、AR(1)プロセス、近傍構造、Local Search

## 1. 研究開始当初の背景

メタヒューリスティックスのアルゴリズムの性能、特性などは実験的解析が主流となり分析が進められている。そこから多くの経験的な結果が得られ、かつメタヒューリスティックスの優秀性が示されているのは確かである。しかし、特定の問題に偏る評価など方法論の基準が十分に確立しておらず、体系的な評価にいたっていない部分が多々見られる。これに対して、理論的解析の研究は限定したモデルにおける確率的な解析にとどまり、汎用性に富んだ解析手法が望まれている

る状況であった。

## 2. 研究の目的

メタヒューリスティックスアルゴリズムの確率的解析の実現のため、このアルゴリズムにおける基盤である近傍構造についての特性を解析する。そこから得られる知見をもとに、最終的な求まる解の分布などの特性を確率的に解析し、精度の高いモデルを構築することへとつなげていきたい。近傍構造の解析のために、まず、解空間の特性をあらわす

基礎統計量を AR(1)モデルを構成することによって、汎用的に導出することを試みる。ここで提唱する AR(1)プロセスを用いることにより、多くの組合せ最適化問題、あるいは各種の近傍などに対応する汎用的な解析が可能となることを目指すものである。さらに、得られた解空間、近傍構造の統計量などの知見をもとに、新たなメタヒューリスティックスの開発を展開するものである。

### 3. 研究の方法

Weinberger は普遍的なランダムウォークの概念が組合せ最適化問題における解空間の様相を解析する適切な手立てとなることを示唆した。その考えをもとに解のランダムウォークにおいて、現在の解コストの値が一つ前の値の線形再帰式で示される自己回帰モデル、すなわち AR(1)モデルより得られる統計量から解の近傍の解析を試みるものである。

### 4. 研究成果

AR(1)モデルから得られた解空間の基礎統計量をもとに、近傍の構造をあらわす確率モデルを構成し近傍の特徴を明らかにした。それによる大きな特色として、メタヒューリスティックスがなぜ有効な解を導き出すかを確率モデルによる理論的な解析を行い、その優秀性を示す科学的な根拠を作り出すことがあげられる。また、この問題を解明するにあたり付随する特色がいくつかあげられるであろう。その1つとして、時系列解析の理論を組合せ最適化問題の解析に適用し新たな分野を築くことである。2つめとして各手法で求める解の値を導出するモデルを構築することにより、各手法の理論的評価法が確立するであろう。さらに、3つ目として、この各手法の解の探索のモデルを構築することにより、それぞれの手法の問題点、改善点が明らかになり、この知見をもとに新たな改良が可能となる。

### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計6件)

- ① 加地太一：「AR(1)モデルによる組合せ最適化問題の近傍に対する解析」日本オペレーションズ・リサーチ学会和文論文誌, Vol.51, pp.112-135(2008)、査読有。
- ② Kaji,T.:「Ant-TSL System Algorithm using New Ant Agents with Intensification and Diversification

Strategies」 Journal of Industrial Management Association, Vol.59, No.6, pp449-456(2008)、査読有。

- ③ 加地太一：「AR(1)モデルによる組合せ最適化問題の近傍に対する汎用的解析の応用」情報処理学会研究報告(アルゴリズム研究会)、Vol.2009, No.18, pp.9-16(2009)、査読無。
- ④ 川田泰章、加地太一：「連続最適化問題に対するコーシー分布型 SA によるアプローチ」情報処理学会研究報告(アルゴリズム研究会)、Vol.2009, No.18, pp.1-8(2009)、査読無。
- ⑤ 加地太一：「組合せ最適化問題に対する近傍集合の解析」商学討究(小樽商科大学), Vol.58, No.1, pp.41-57(2007)、査読無。
- ⑥ 加地太一：「ヒューリスティック手法における解析と評価」商学討究(小樽商科大学), Vol.57, No.1, pp.91-114(2006)、査読無。

〔学会発表〕(計4件)

- ① 加地太一：「AR(1)モデルによる近傍構造解析の汎用性に対する検証」2008年度オペレーションズ・リサーチ学会秋季研究発表会(2008年9月)。
- ② 川田泰章、加地太一：「連続最適化問題におけるコーシー分布を適用した SA」2008年度オペレーションズ・リサーチ学会秋季研究発表会(2008年9月)。
- ③ 加地太一：「擬似コーシー分布型近傍による高速化 SA への試み」2007年度オペレーションズ・リサーチ学会春季研究発表会(2007年3月)。
- ④ 加地太一：「組合せ最適化問題における近傍集合の特性」2006年度オペレーションズ・リサーチ学会秋季研究発表会(2006年9月)。

〔図書〕(計2件)

- ① 加地太一(分担)：「メタヒューリスティックスと応用」電気学会(オーム社)(2007)
- ② 加地太一：「アルゴリズムを考える」in 情報学入門, 大内、岡部、栗原編, コロナ社, pp.142-151(2006)。

〔産業財産権〕

○出願状況(計 件)

○取得状況(計 件)

[その他]  
ホームページ等  
<http://www.res.otaru-uc.ac.jp/~tkaji51/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

加地 太一 (KAJI TAICHI)  
小樽商科大学・商学部・教授  
研究者番号：60214300

(2) 研究分担者

(3) 連携研究者