The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Studies on Successive Approximation Methods for Global Optimization Problems
Author(s)	山田, 修司
Citation	大阪大学, 2000, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/42069
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

氏　　名	山　田　修　司（やま だ しゅう じ）
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学　位　記　番　号	第　15448　号
学位授与年月日	平成12年3月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科電子情報エネルギー工学専攻
学　位　論　文　名	Studies on Successive Approximation Methods for Global Optimization Problems （大域的最適化問題に対する逐次近似解法の研究）
論　文　審　査　委　員	（主査） 教　授　谷野　哲三 （副査） 教　授　辻　毅一郎　　教　授　熊谷　貞俊　　教　授　谷口　研二 教　授　北山　研一　　教　授　岸野　文郎

論　文　内　容　の　要　旨

本論文は、大域的最適化が対象とする問題の中でも代表的なものである凹計画問題、逆凸計画問題、及び多目的計画問題の弱有効解集合上での凸関数最小化問題の3つに対して、大域的収束性をもつ逐次近似解法を提案することを目的としたものであり、以下の6章により構成されている。

第1章では、数理計画における大域的最適解、および局所的最適解の概念について述べている。また、大域的最適化で対象とする代表的な問題である凹計画問題、逆凸計画問題、多目的計画問題の弱有効解集合上での凸関数最小化問題について議論している。さらに、本論文の構成を述べている。

第2章では、凹計画問題に対して従来提案されている外部近似法のアルゴリズムについて、その実行上で生じるいくつかの問題点を指摘し、これらの問題点を克服する新しいアルゴリズムを提案している。

第3章では、制約集合が閉凸集合Xの内部集合の補集合と閉凸集合Yの共通部分で表される逆凸計画問題に対して、分枝限定法に基づいた逐次解法を提案している。提案する解法では、集合X、Yのコンパクト性を必要としないため、従来の解法では解くことができなかった逆凸計画問題に対しても最適解を求めることが可能である。

第4章では、集合Xがコンパクトである場合の逆凸計画問題に対して、内部近似法に基づく逐次解法を提案している。提案するアルゴリズムの大域的収束性は集合Xを凸多面体で逐次的に内部近似することで保証されることを示している。また、各反復で解くべき部分問題を集合Yに対するペナルティ関数を用いて制約なし凸計画問題に変換しても、提案するアルゴリズムが大域的収束性をもつことを示している。さらに、提案するアルゴリズムにおいて、制約なし問題に変換された部分問題を正確に解くことなく逆凸計画問題の最適解を求めるための一方法を提案している。

第5章では、多目的計画問題の弱有効解集合上での凸関数最小化問題に対して、内部近似法に基づくアルゴリズムを提案している。従来提案されていた解法は多目的計画問題の制約集合が凸多面体である場合にのみ有効であったのに対し、本論文で提案するアルゴリズムは多目的計画問題の制約集合がコンパクトな凸集合であるならば有効であることを示している。また、多目的計画問題の弱有効性を妥協することで、提案するアルゴリズムは有限回の反復で停止し、対象とする問題の近似解が得られることを示している。

第6章では、本論文の総括を行い、その成果と意義をまとめている。

論文審査の結果の要旨

非線形最適化問題においては一般に複数の局所的最適解が存在するが、既存の解法には局所的最適解への収束しか保証されていないものも多く、最終的な目的である大域的最適解を求めるための手法を開発することの必要性・重要性が強く認識されている。本論文は、非線形最適化問題の大域的最適解を求めるための有効な手法に関する研究成果をまとめたもので、3つの重要なクラスの問題に対する新しい逐次近似解法が提案されている。得られた結果を要約すると以下の通りである。

(1) 凸集合体で凹関数を最小化する凹計画問題に対する1つの有効な解法として外部近似法がある。しかしながらそのアルゴリズムの実行に際しては、得られた解の実行可能性が保証されないことや、得られた解の目的関数値と最適目的関数値の差の評価がなされていないことなどの問題点が存在することを指摘し、それらの問題点を克服するより有用なアルゴリズムを提案している。

(2) 制約集合が閉凸集合と開凸集合の差集合で与えられる逆凸計画問題に対し、分枝限定法に基づく逐次解法を研究し、新しいアルゴリズムを提案するとともにその収束性を理論的に証明している。これまでの方法では両方の集合の有界性が仮定されていたためその適用範囲が限られていたが、新手法ではこの仮定を必要とせず、より広いクラスの問題の大域的最適化が可能となった。

(3) 逆凸計画問題において排除される方の開凸集合のみに有界性を仮定した場合について考察し、この集合を凸多面体によって逐次的に内部近似する方法が提案されている。さらにペナルテ゛ィ関数の導入やアルゴリズム上での工夫によって、この手法をさらに改善する提案を行い、かつアルゴリズムの収束性も理論的に示している。その結果、実用性の高いアルゴリズムが構築されている。

(4) 多目的計画問題の弱有効解集合上で別の凸関数を最小化することが必要となる問題が現存するが、このような問題に対しては、元の多目的計画問題の制約集合が凸多面体である場合についてのみ解法が発表されていた。本研究では、この制約集合が一般のコンパクト凸集合の場合でも適用可能な逐次近似解法が提案され、その収束性が論じられている。

以上のように、本論文は数理計画の究極の目的である大域的最適化を実現する新しい手法を、いずれも重要なクラスの問題である凹計画問題、逆凸計画問題、多目的計画問題の弱有効解集合上での凸関数最小化問題の3つに対して与えている。大域的最適化は、これを題目とする学術雑誌が発行されているように、近年の極めて重要な研究課題であり、本研究はこの分野の今後の発展に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。