

# The Application of Evolutionary Programming-based Optimization Method to Power System Generation before and after Deregulation

(規制緩和前後の発電システムへの進化的プロクセラミングに基づく  
最適化方法の適用に関する研究)

## 学位論文内容の要旨

発電システムにおける最適化は電力システムの運用計画にとって最も重要な業務の1つである。本論文は、発電システムの最適化問題に対する進化的プログラミング手法の適用について総合的に検討を行ったものである。特に、規制緩和による環境の変化をも考慮した上で、経済配分問題及び発電機起動停止計画問題への適用を検討している。

経済負荷配分(ELD)とは、ある考察期間において、全体の燃料コストを最も安くするためには、各発電機にどのように電力出力を配分すればよいかを決定する問題である。また、ELD の計算においては、発電機の台数が不変であると仮定するが、実際には、重負荷時に必要な発電機のすべてを、軽負荷時にも並列運用しておく必要はない。負荷の変化に応じてどの発電機を起動し、どの発電機を停止させるのが経済的かを決定する問題は、発電機起動停止計画問題(UC)と呼ばれている。UC 問題を考える時には、様々な制約条件を考えなければならない。例えば、いったん停止(起動)すると、すぐには起動(停止)できないという、時間に関する制約条件が存在する。これによって起動停止は時間ごとに独立には決定され得ず、システムの経済運用と同様、考察期間全体として考慮しなければならない。

ELD 及び UC 問題の考慮期間は様々であり、例えば 24 時間や 1 週間などである。これまでこれら問題に対して様々な手法が適用されてきたが、しかし、いずれも高精度の解を得ることができない。特に燃料費関数が非凸のときには、極めて難しい問題となる。

近年、遺伝的アルゴリズムや進化的プログラミング(EP)などいわゆる進化的計算を電力システムへ適用する研究が数多く報告されている。進化的計算の大きな利点の一つは、「答えの解き方が分からない」あるいは「構造が明確でない」という問題に対して大きな威力を発揮するということである。しかも、これらの方法は複数の初期値からスタートすることと、相互に情報交換することによって更により解を得ることができる。しかしながら、進化的計算は最適解を見出すために多くの計算時間が必要となるという欠点を持っている。

合理的な計算時間で、高精度な解を得るために、進化的計算と従来の最適化方法とを適切に組合せる方法が考えられる。本論文では、まず、EP と逐次二次計画法を組み合わせた手法を、ELD へ適用する手法を開発する。次に、EP とラグランジュ緩和法を組み合わせた手法を開発し、UC 問題への適用を検討する。

以上の研究は、従来から行われてきている一般的な発電の最適化問題に適用することが可能である。しかし、近年、電気事業の規制緩和が世界的な傾向となってきており、各方面でこの種の研究が行われてきている。電気事業の規制緩和により、電気事業者は、大きく発電事業者、送電事業者及び配電事業者の3つの部門に分けられる。また、従来と

は異なり、競争的な観点に基づいて電力系統を最適化することが必要となる。すなわち、規制緩和後における発電システムの最適化問題においては、目的関数や計算方法などを従来とは異なる形式に変更する必要がある。これまでの発電システムは全体としてのコストを安くするために、どのように運用すればよいかということを考えてきたが、今後は、利益最大化のためにどのように運用すればよいかという目的に変わってくる。

本論文でも、上記の最適化手法を規制緩和後における利益最大化に基づく運用計画へ適用する手法について論じている。考慮する問題は利益最大化に基づく UC 問題及び入札戦略問題である。

# 学位論文審査の要旨

主査	教授	長谷川	淳
副査	教授	大西	利只
副査	教授	本間	利久
副査	教授	大内	東
副査	教授	田中	讓
副査	助教授	北	裕幸

## 学位論文題名

# The Application of Evolutionary Programming-based Optimization Method to Power System Generation before and after Deregulation

(規制緩和前後の発電システムへの進化的プロクセラミングに基づく最適化方法の適用に関する研究)

発電システムにおける最適化は電力システムの運用計画にとって最も重要な業務の1つである。本論文は、発電システムの最適化問題に対する進化的プログラミング手法の適用について総合的に検討を行ったものである。特に、規制緩和による環境の変化をも考慮した上で、経済配分問題および発電機起動停止計画問題への適用について検討している。

経済負荷配分(ELD)問題は、ある考察期間において全体の燃料コストを最も安くするために各発電機にどのように電力出力を配分すればよいかを決定する問題である。また、負荷の変化に応じ、どの発電機を起動または停止させるのが経済的かを決定する問題は、発電機起動停止計画問題(UC)と呼ばれている。ELDおよびUC問題に対しこれまで様々な手法が適用されてきたが、いずれも高精度の解を得ることができないという課題があった。特に燃料費関数が非凸のときには、極めて難しい問題となる。

近年、遺伝的アルゴリズムや進化的プログラミング(EP)などいわゆる進化的計算を電力システムへ適用する研究が数多く報告されている。進化的計算の大きな利点の一つは「答えの解き方が分からない」あるいは「構造が明確でない」という問題に対して大きな威力を発揮するということである。しかも、これらの方法は、複数の初期値からスタートすることと、相互に情報交換することによって、さらにより解を得ることができる。しかし進化的計算は、最適解を見出すために多くの計算時間が必要となるという欠点を持っている。合理的な計算時間で高精度な解を得るためには、進化的計算と従来の最適化方法とを適切に組合せる方法が考えられる。本論文は、EPと逐次二次計画法を組み合わせた手法により、ELD問題を解く方法を開発し、その有効性を明らかにしている。また、EPとラグランジュ緩和法を組み合わせた手法を開発し、これをUC問題に適用して、その有効性を明らかにしている。

以上の研究は、従来から行われている一般的な発電の最適化問題にも適用することが可能であるが、近年世界的な傾向となってきた電気事業の規制緩和の枠組みに対してより効果的に適用できる。電気事業の規制緩和により、電気事業者は、大きく発電事業者、送電事業者及び配電事業者の3つの部門に分けられる。また、従来とは異なって、競争的な観点に基づいて電力システムを最適化することが必要となる。すなわち、規制緩和後における発電システムの最適化問題においては、目的関数や計算方法などを従来とは異なる形式に変更する必要がある。これまでの発電システムは全体としてのコストを安くするために、どのように運用すればよいかということを考えてきたが、今後は、利益最大化のためにどのように運用すればよいかを目的となる。

本論文では、上記の最適化手法を規制緩和後における利益最大化に基づく運用計画へ適用する手法についても論じ、特に、利益最大化に基づくUC問題および入札戦略問題について明らかにしている。

これを要するに、著者は、ELD問題、UC問題に対して、規制緩和・競争環境化に入った電気事業に対しても適用可能な手法を開発し、またその有効性を明らかにするとともに、関連する多くの新知見を得たものであり、電力システム工学に対して貢献するところ大なるものがある。

よって著者は、北海道大学博士(工学)の学位を授与される資格あるものと認める。