

遺伝的アルゴリズムを用いたディーゼルエンジンの燃料噴射スケジュールの最適化に関する研究  
上浦 二郎

## 1 はじめに

本研究では、生物の進化を工学的に模倣した確率的な最適化アルゴリズムである遺伝的アルゴリズム ( GA ) を用いてディーゼルエンジンの燃料噴射スケジュールの最適化を行うことを目的として、以下を行う<sup>1</sup>。

- より性能の高い手法の設計に関する研究
- GA のパラメータに関する研究

## 2 ディーゼルエンジンの燃料噴射スケジュールの最適化問題

### 2.1 概要

ディーゼル機関はその耐久性、燃費の良さのために幅広く利用されているが、排ガス対策のためのさらなる研究開発が望まれている。しかしながら、それらの研究を実験的に行うのは膨大なコストがかかる。このため、計算機上のシミュレーションによる最適化はきわめて有用である。

### 2.2 燃焼モデル

ディーゼル燃焼は複雑な過程を経て行われ、そのすべての過程を数学的に記述することは現在不可能である。これまで提案されているディーゼル燃焼のモデリングは、1) 熱力学的モデル<sup>2</sup>、2) 現象論的モデル<sup>3</sup>、3) 詳細多次元モデル<sup>4</sup>、の 3 つに分類することが出来る。本研究では、2) 現象論的モデルの 1 つである HIDECS モデル<sup>1)</sup> を使用し、このモデルにおける噴射率<sup>5</sup>の最適化を行う。

### 2.3 目的

1) 燃費の最小化、2) 窒素酸化物 ( NO<sub>x</sub> ) 排出量の最小化、3) すず ( SMOKE ) 排出量の最小化、の 3 つであり、本問題の最適化には、多目的最適化のアルゴリズムが必要となる。

<sup>1</sup>本研究は、近畿大学、エンジニアス・ジャパン株式会社、エイヴィエル・ジャパン株式会社との共同研究である。

<sup>2</sup>熱力学的モデル：熱発生率のみを予測するもので、燃焼室内で行っている事象を全体として把握し、それを時間的に追っていくモデル。排気特性を求めることは出来ない。

<sup>3</sup>現象論的モデル：ディーゼル燃焼現象の基本構成要素について、実験的に求めた実験式を主として計算に用いる方法。比較的短時間で計算でき、全体の傾向を見たり、エンジン全体のパラメトリック研究が行いやすい。

<sup>4</sup>詳細多次元モデル：化学的過程を支配するすべての基本的な微分方程式を解くもの。計算コストは極めて大きい。

<sup>5</sup>噴射率：ディーゼルエンジンの燃焼室の中にどのような時間的割合で燃料を噴射するかを表す値。

## 3 より性能の高い手法の設計に関する研究

### 3.1 分散遺伝的アルゴリズム

GA は、最適解を得るまでに多くの反復計算を必要とするため、計算コストが高いという問題がある。この問題を解消するために、これまでに GA の並列化に関する研究が多く行われている。分散 GA は、そうした GA の並列化モデルの 1 つであり、個体集団を複数のサブ母集団 ( 島 ) に分割する。分散 GA は、性能の面でも単一母集団の GA と比較して優れた計算モデルである。また、各島に異なったパラメータを与える<sup>6</sup>ことで、島ごとに異なった解探索を行うことが可能であるという特徴がある。

### 3.2 多目的環境分散遺伝的アルゴリズム

本手法は、分散 GA の島ごとに異なった重みパラメータを割り当てることにより、多目的最適化を行うものである。この他に、1) 重み変化、2) 近傍移住、3) 超エリート主義、などの特徴を持つ。本手法は、複数の多目的最適化問題に関して高い性能を示すことがすでに明らかになっている。

## 4 GA のパラメータに関する研究

GA の解探索性能は、設定したパラメータの値によって大きく変化する。特に分散 GA は、設定すべきパラメータが多く、パラメータ設定を誤ると、単一母集団の GA よりも解探索性能が劣ることもあるため、パラメータに関する研究は非常に重要である。分散 GA の 13 種類のパラメータに関して網羅的な実験を行った結果、対象問題に対する依存性の強いパラメータとそうでないパラメータに分類できることが分かった。また、対象問題に対する依存性の強いパラメータについても、実験計画法を用いることによって少ない実験回数で良好なパラメータを得られることが分かった。

## 5 今後の予定

より良い結果を得るために、提案手法の改良、対象問題のコーディングの再検討などを行う。

## 参考文献

- 1) 廣安博之. ディーゼル燃焼の現象論モデル. 日本機械学会 2001 年熱力学講演会, 2001.

<sup>6</sup>各島に異なったパラメータを与える分散 GA を特に環境分散 GA と呼ぶ。