

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第	号
------	-------	---

氏 名 林 拓也

論 文 題 目

マルチフィジックスにおける振動現象を対象とした
形状最適化問題

論文審査担当者

主 査 名古屋大学教授 畔上 秀幸

委 員 名古屋大学教授 大岡 昌博

委 員 名古屋大学教授 渡邊 崇

論文審査の結果の要旨

林拓也氏提出の論文「マルチフィジックスにおける振動現象を対象とした形状最適化問題」は、流体の中で弾性体が振動する2種類の現象を取り上げて、それらの現象が理想的な現象に近づくような弾性体の形状を決定する最適化問題を定式化し、その解法を明らかにする研究の成果をまとめたものであり、5章からなる。

第1章は序論であり、本研究の背景と目的について述べている。最初に、数値解析が製品開発において果たしている役割と課題について概観し、複数の物理が連成した系においても計算機を用いた数値解析と最適化計算が必要であり、それらの開発への期待が高まっていることを述べている。そのうえで、本研究では、具体的な連成系の形状最適化問題として、音響現象を対象にした「楽器の形状最適化」と魚の泳ぎ運動を対象にした「魚型ロボットの形状最適化」に注目して、領域変動型の形状最適化理論に基づくそれらの問題の定式化と解法を示すことが本研究の目的であることを述べている。

第2章では、領域変動型の形状最適化問題を構成する上での基本的な定義とその解法に関する理論をまとめ、第3章と第4章において具体的な連成系の問題を解く際の指導原理として使うことを宣言している。

第3章では、「楽器の形状最適化」に関する研究成果をまとめている。この研究では、空気を媒体とする音場の中にギターをモデル化した線形弾性体がおかれた状態を想定し、弦の取り付け部を一定の大きさで加振したときのギターの振動とそれに誘発される音場を求める問題を定義して、放射音が最大化するようなギターの形状を求める問題を定式化している。目的関数には有界な音場の外側境界における音圧パワーの周波数領域積分のデシベル表現の負値を選び、制約関数には楽器の体積を選んでいいる。目的関数に対する形状微分の評価式を第2章の理論を用いて導出し、それに基づく形状最適化プログラムを開発し、放射音が最大化したギター形状が得られることを数値例によって確認している。

第4章では、「魚型ロボットの形状最適化」に対して取り組んだ成果をまとめている。この研究では、水中におかれた魚型超弾性体の内部で励振力が発生したとき、魚型超弾性体の振動が魚の泳ぎ運動として知られた数式に近づくように魚型超弾性体の形状を最適化することを目的としている。目的関数には、魚型超弾性体の変位と泳ぎ運動の数式との時間と空間における2乗誤差積分を選んでいいる。この形状微分の理論式をNavier-Stokes方程式と有限変形の運動方程式を満たしたもとで得ている。また、この問題に対する形状最適化プログラムを開発し、魚型超弾性体が泳ぎ運動の数式に近づくことを数値例で確認している。

第5章は、本研究の成果を総括し、今後の課題と展望について言及している。本論文では、流体中におかれた弾性体の2種類の振動現象を取り上げたが、これら以外の複数の物理が連成した系の様々な現象に対しても本研究の理論を応用すれば形状最適化が可能になることを考察している。

以上のように、本論文は、製品開発における数値解析の役割を複雑な系を対象とした動的な現象に対する形状最適化まで拡張できることを示した先導的な内容になっている。その内容は数値解析と形状最適化理論に関する深い理解と知識がなければ達成されない成果を含んでおり、学術ならびに産業の発展に寄与するところがおおきく、学位論文として相応しい内容であることを認め、本審査委員会は、論文提出者である林拓也氏は博士（情報学）の学位を受けるに十分な資格があるものと判断した。