

氏名(国籍)	しゅ 朱	とん 棟	(中国)
学位の種類	博士(工学)		
学位記番号	博甲第4936号		
学位授与年月日	平成21年3月25日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
審査研究科	システム情報工学研究科		
学位論文題目	<b>Modeling and simulation of <i>Morpho</i> butterfly scale using NS-FDTD method</b> (NS-FDTD法を用いたモルフォチョウ鱗粉のモデリングとシミュレーション)		
主査	筑波大学教授	博士(工学)	櫻井鉄也
副査	筑波大学教授	博士(工学)	福井幸男
副査	筑波大学教授	工学博士	北川高嗣
副査	筑波大学准教授	Ph. D.	蔡東生
副査	筑波大学准教授	Ph. D.	James B. Cole

### 論文の内容の要旨

Structural colors have aroused great attention in a variety of fields. *Morpho* butterfly living in Central and South America is the most representative insect displaying structural colors. Most species of *Morpho* butterfly emit intense blue color from their wings. The origin of this blue coloring is known to mainly come from separate multilayered structures equipped with regularly arranged ridges in their scale. The multilayered structures, in general, possess considerable irregularities, which make it difficult to treat analytically. In the present paper, we apply high-accuracy non-standard finite difference time domain (NS-FDTD) method to simulate electromagnetic field in this elaborate structure. We found peculiar mechanisms of the blue coloring concealed in the multilayered structures through electromagnetic simulation. We attained reflection spectrum in good agreement with measurement using a scale model based on a binary image from the transmission electron microgram of their scales. Finally, we reproduced the blue coloring of *Morpho* butterfly in CIE-xy color system and built a simple shader to render a 3D model of *Morpho* butterfly using BMRT.

### 審査の結果の要旨

著者は高精度 non-standard finite difference time domain (NS-FDTD) 法を用いた電磁場シミュレーションコードを開発し、奇妙な構造色をもつモルフォチョウ微細構造電磁散乱場シミュレーションを行った。このシミュレーションにおいて、従来の2次元 Mur 吸収境界条件を改善し、吸収効率の良く、計算量の少ない吸収境界条件を考案、実装した。シミュレーションの結果、モルフォチョウの構造発色を高精度に再現することに成功した。さらに、モルフォチョウ鱗粉構造が、入射光を後方散乱することを発見し、モルフォチョウなどの昆虫の構造発色の特殊性を明らかにした。これらの研究結果は、高精度電磁場シミュレーション、構造発色の原理、また、コンピュータグラフィクスへのレンダリング研究に貴重な知見を与える有用な研究である。

よって、著者は博士(工学)の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。