

キラル媒質・周期構造における電磁場の解析に関する研究

Keywords: 人工媒質、周期構造、キラル媒質、カーボンマイクロコイル、影理論

● 研究概要

螺旋構造などのキラル媒質や回折格子などの周期構造における電磁場の解析に関する研究に従事している。螺旋構造としてモデル化するカーボンマイクロコイルが医療技術と関連するが、基本的には基礎研究に属する。

● 研究テーマ

・螺旋構造及びキラル媒質における電磁場の解析

近年カーボンマイクロコイル(CMC)(図1)の医療分野や情報通信分野への応用に関する関心が高まっている。CMCは1990年に元島(現 豊田理化学研究所フェロー)らが初めて合成に成功したもので、抗癌効果などの生物活性やバイオセンサ、特徴のある電磁波吸収特性に関する研究が盛んに行われている。さらに神秘現象とのかかわりについても興味をもたれている。

我々は、CMCを金属螺旋のキラル混合(巻き方向がすべて同じ)及びラセミ混合(右巻と左巻が混在)で構成される人工電磁波媒質としてモデル化し(図2)、電磁波相互作用に関し理論的・数値的に検討している[1],[2]。

螺旋のように実像と鏡像が合同にならない形状の物体からなる媒質をキラル媒質と呼ぶ。我々は、CMCを一樣なキラル媒質とみなした場合の等価媒質定数の算定に関する検討も行っている。また、キラル媒質を含む電磁波素子の解析法に関する研究も行っている[3](図3はキラル媒質中に埋設されたストリップ格子)。

・誘電体格子における影現象の解析に関する研究

周期表面による平面電磁波散乱問題において、低入射角極限の場合に入射波を相殺する反射波のみが生じる「影」の現象に関する関心が高まっている。

我々は、誘電体格子における影現象に関し、その物理的解釈及び解法を示し、その有効性を示している。特に、その物理的解釈を線形方程式の励振項の選択問題と1階微分方程式の係数行列に対する行列固有値問題として捉え、低入射角極限がJordan標準型への行列変換に対応することを示している。また、いわゆる影理論の励振源と散乱因子による散乱電磁界表現が、単位面電流密度又は単位面磁流密度を励振源とする散乱問題に対応することを示している。なお、定式化に際しては、磁性体格子も解析対象とすることにより数式の対称性を保持している[4]-[5]。



生命情報工学科
生命・数理解析研究室
教授
浅居 正充
Masamitsu Asai

<https://researchmap.jp/read0034138/>

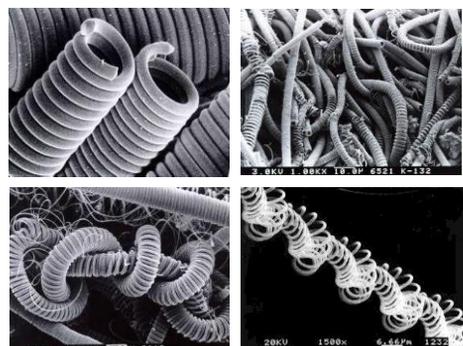


図1 カーボンマイクロコイル(写真提供: 豊田理化学研究所フェロー 元島栖二氏)

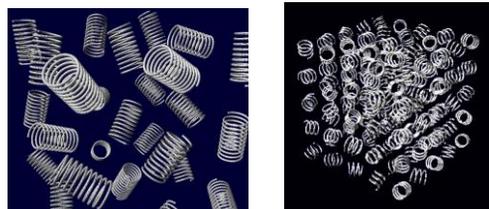


図2 金属細線螺旋モデル

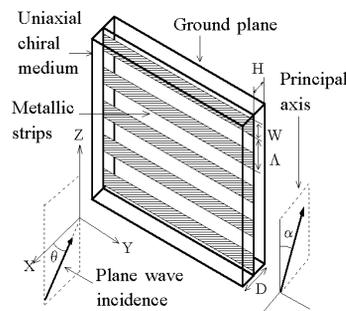


図3 キラル媒質中平板格子

● 論文等

【論文】

- [1] "Contributions of the Quadrupole Moments in the Effective Constitutive Characteristics for the Anisotropic Distributions of Metallic Thin-Wire Helices", Proc. of Int. Conf. on model. Sim. Tech.Vol. OS5, pp.179-182 (2011).
- [2] "Effective Constitutive Characteristics of Racemic Mixture of Thin-Wire Helices", Proc. of Int. Conf. on Sim. Tech.Vol. OS1 (2012).
- [3] "Analysis of Electromagnetic waves interacting with a planar-stratified bianisotropic medium with a strip grating", Telecommun. Radio Eng., Vol. 58, No. 1, pp. 154-163 (2002)
- [4] "影理論を用いた誘電体回折格子による散乱界表現", Vol. J93-C, No.3, pp. 81-90 (2010).
- [5] "Numerical methods of multilayered dielectric gratings by application of shadow theory to middle regions", IEICE Transactions on Electronics, Vol. E95-C, No. 1, pp. 44-52 (2012).