

氏 名	かわにし てつ や 川 西 哲 也
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学位記番号	工 博 第 1653 号
学位授与の日付	平成 9 年 7 月 23 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
研究科・専攻	工学研究科電子通信工学専攻
学位論文題目	不規則表面による電磁波散乱理論

論文調査委員 (主査) 教授 吉田 進 教授 松本 紘 教授 橋本弘藏

論 文 内 容 の 要 旨

海面・地面などの不規則表面による電磁波散乱は電波伝搬・リモートセンシングに重要な問題であるだけでなく、光の乱反射としても知られる身近な現象であるが、その散乱特性の解析は困難で、多くの方法が導入されて研究がなされている。本論文は 2 次元不規則表面による電磁波の種々の散乱問題に対し、取扱いを見通しよくするベクトル定式化を導入し、確率汎関数法を用いて解析を行い、他の方法で得ることが困難であった問題に対し、数多くの結果を求めてその散乱特性を明らかにしたもので、以下の 6 章からなっている。

第 1 章は序論で、本論文の研究の背景、特に不規則散乱問題の研究の発展と現状、研究目的と最近の話題を概説し、本論文で用いる Wiener-Ito 理論を応用した確率汎関数法の特徴、ならびに本論文の構成について述べている。

第 2 章では不規則な導体表面による電磁波の散乱問題を取り扱っている。偏波成分をもつ電磁波の多重散乱の解析は従来は容易ではなかったが、本論文では統一的なベクトル定式化を導入してその取り扱いを見通しよくし、それに Wiener-Ito による確率汎関数法を具体的に適用して、相反定理・光学定理を導き、更に近似解法によって確率波動解を記述する Wiener 核を求め、それにより種々の散乱統計量を与えている。また、散乱因子表現を導入して多重散乱過程の物理的メカニズムの解釈を容易にすると同時に、TE 偏波・TM 偏波入射に対して数値計算を行っている。その結果、共偏波散乱・交差偏波散乱を解析してその特性を明らかにし、散乱過程の位相記憶干渉効果に基づく、電磁波の後方強調散乱を初めて求めることに成功している。

第 3 章では、不規則表面をもつ 2 次元誘電体導波路の外部散乱問題を取り扱っている。導波路内部の導波モードの存在に基づく電磁波の外部散乱を、上記のベクトル定式化と確率汎関数法を有効に用いて TE および TM 偏波入射に対する種々の散乱特性を解析している。その結果、特に 1 次元誘電体導波路の場合には、複数の導波モードの関与する散乱過程の位相記憶干渉効果に基づく随伴強調散乱モードが現れるが、2 次元誘電体導波路の場合には、散乱方向による位相記憶が打ち消されるために、後方強調散乱以外に随伴強調散乱は現れないことを、一般的に初めて示している。

第 4 章では 2 種の誘電体媒質の不規則境界面による電磁波の散乱・透過の問題の定式化を与え、その一般的な解析を行っている。その結果、特に屈折率の大きい媒質側からの電磁波入射に対しては、臨界角方向のインコヒーレント散乱に異常散乱が生じること、それが媒質境界面に沿うラテラル波に関することを示し、X 線散乱で実験的に発見されていた Yoneda ピークが普遍的な現象であることを説明すると同時に、散乱 Brewster 角とよぶインコヒーレント散乱の消滅する散乱角の存在を発見し、平坦な誘電体面の反射に伴う Brewster 角との関連を明らかにしている。また入射角によっては散乱 Brewster 角と Yoneda ピークとの重なり合いにより、ピークが著しい偏波特性をもつことを明らかにした。

第 5 章では傾斜偏波をもつ入射平面波の不規則導体表面による散乱を取り扱っている。ここでは 45° 偏波の場合の散乱特性を解析し、不規則表面が統計的に一様等方であっても、入射面に対して対称な散乱分布を与える第 2 章の TE・TM 偏波入射の場合とは異なり、非対称な散乱分布が得られることを示している。

第6章では結論であって、本研究を通して得られた各章の成果を要約している。

論文審査の結果の要旨

本論文は、電波伝搬・リモートセンシング・光学などの問題において、重要ながら理論的に解析の困難な2次元不規則表面による電磁波の種々の散乱問題を、Wiener-Itoによる確率汎関数の理論を応用して解析を行い、他の方法で得ることが困難であった問題に対し数多くの知見を与えたもので、得られた成果の主なもの次は次の通りである。

1. 偏波成分をもつ電磁波の不規則表面による多重散乱の問題の解析に対して、統一的なベクトル定式化を導入し、確率汎関数法の適用を見通しよく容易にして、具体的な電磁波散乱の解法を可能にした。
2. 電磁波散乱に対する確率波動関数のWiener核の相反定理を導き、散乱統計量に散乱因子表現を導入して散乱過程を物理的に見通しよく表し、電磁波の共偏波・交差偏波散乱、後方強調散乱などの特性を初めて求めた。
3. 誘電体導波路の2次元不規則表面による電磁波散乱においては、1次元導波路の場合にみられる随伴強調散乱とは異なり、複数の導波モードの存在に基づく随伴強調散乱は打ち消されて現れないことを示した。
4. 2種の誘電体媒質の不規則境界面による散乱を一般的に解析し、屈折率差の非常に小さい媒質境界面によるYonedaピークとよぶX線の異常散乱が、実際は普遍的な現象であることを示し、更に散乱Brewster角などの新しい現象を発見した。
5. 傾斜偏波入射に対する非対称特性の解析を行った。

以上要するに本論文は、不規則表面による電磁波散乱に対し有効な定式化を導入して理論的解析を行い、散乱特性を明らかにすると同時に新しい発見を行ったもので、学術上、実際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士(工学)の学位論文として価値あるものと認める。また平成9年6月19日論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。