



Title	回転系における電磁界境界値問題に関する研究
Author(s)	後藤, 英夫
Citation	大阪大学, 1979, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/32210">https://hdl.handle.net/11094/32210</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、<a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏名・(本籍) 後藤英夫  
 学位の種類 工学博士  
 学位記番号 第4611号  
 学位授与の日付 昭和54年3月24日  
 学位授与の要件 工学研究科 通信工学専攻  
     学位規則第5条第1項該当  
 学位論文題目 回転系における電磁界境界値問題に関する研究

論文審査委員 (主査) 教授 熊谷信昭  
 教授 滑川敏彦 教授 中西義郎 教授 手塚慶一

### 論文内容の要旨

本論文は、回転系における相対論的な電磁界境界値問題に関する理論的研究の成果をまとめたもので、5章からなっている。

第1章は序論であって、本研究に関連する従来の研究の概要を述べるとともに、著者が行なった研究の目的と意義とを示して、本論文がこの分野において占める地位を明らかにしたものである。

第2章は、中心軸のまわりに任意の一定角速度で回転運動を行う誘電体円柱に沿う電磁波の伝搬について論じたものである。すなわち、誘電体円柱は均質、等方でかつ非分散性であるとし、また回転運動に伴う慣性力による媒質の巨視的性質の変化は無視できるものとして、まずMaxwellの方程式および運動媒質に対するMinkowski型の相対論的な構成関係式から、円柱表面の速度が真空中の光速度にくらべて無視できない場合も含めて、一般に任意の一定角速度で回転運動を行う媒質中における電磁界の一般表示ならびに波動方程式を導いている。ついで、回転運動を行う媒質中では波動方程式は電界および磁界に関する結合方程式となり、しかも媒質中の各点の速度が真空中の光速度に比べて十分小さいような特別の場合を除くと、一般にその解は既知の関数によって表わすことができないことから、結合方程式の解を無限級数の形で求めている。また、このようにして求めた波動方程式の級数解を用いて、回転運動を行う誘電体円柱に沿って伝搬する電磁波モードの分散関係式ならびに電磁界成分を求めている。さらに、数値計算例を示して回転運動が伝搬特性に及ぼす影響を具体的に検討し、伝搬モードはすべて伝送方向に電界および磁界の両方の成分を有するハイブリッドモードとなること、伝搬定数および遮断周波数に現われる回転運動の影響は一般に回転対称でないモードに対して著しいこと、しかもその影響は周方向のモード次数の正負によって異なるためファラデー回転と同

様の効果が得られること、等を明らかにしている。

第3章は、中心軸のまわりに任意の一定角速度で回転運動を行う誘電体円柱による平面電磁波の散乱問題を取り扱ったものである。すなわち、第2章の場合と全く同様の仮定のもとに、任意の一定角速度で回転運動を行う誘電体円柱に平面電磁波が一般に任意の入射角で斜入射した場合の散乱電磁界を、第2章で求めた誘電体円柱内部の電磁界の級数解と円柱表面における境界条件とを用いて導出し、後方散乱断面積および散乱パターンを与える理論式を導いている。さらに、数値計算例を示して回転運動が散乱特性に及ぼす影響を詳細に検討し、回転運動によって円柱が静止している場合の散乱パターンが有する対称性が失われ、その模様は回転速度によって複雑に変化すること、後方散乱断面積に及ぼす回転運動の効果は特に垂直入射の場合に顕著であること、等を明らかにしている。

第4章は、周方向に一定の角速度で回転しながら、軸方向に一定の相対論的速度でドリフトしている電子ビームに沿って伝搬する空間電荷波について考察したものである。すなわち、電子ビームは均質で、かつ電子ビームの表面における周方向の速度は軸方向の速度に比べて十分小さいものとして、まず回転運動を行う相対論的電子ビームに対する構成関係式ならびに小信号電磁界基本方程式を導出し、このような電子ビームは場所的に不均一な速度で運動する分散性媒質として取り扱うことができることを示している。ついで、これらの結果を用いて、一定の角速度で回転しながら軸方向に一定の相対論的速度でドリフトしている電子ビーム中における電磁界の一般表示ならびに波動方程式を導き、その解を用いてこのような電子ビームに沿って伝搬する空間電荷波の電磁界成分ならびに分散関係式を求めている。さらに、多くの数値計算例を示して、このような電子ビームに沿う空間電荷波の伝搬特性について詳細な考察を加え、軸方向に有限の静磁界が加えられている場合には電子ビーム内部の電界および磁界の軸方向成分の結合によって一般に二対の空間電荷波のモードが伝搬可能であること、各モード対の一方は正エネルギー波で他方は負エネルギー波であること、本章で得られた結果は、特別の場合として、周方向にLarmor角周波数に等しい回転速度で回転し、かつ軸方向のドリフト速度が光速度に比べて十分小さいようないわゆるBrillouinビームの場合には、これまでに知られている結果とよく一致すること、軸方向に有限の静磁界が加えられているBrillouinビーム以外の非相対論的な場合についてこれまでに報告されている結果は不完全であること、等を明らかにしている。

第5章は結論であって、本研究の成果を総括して述べたものである。

### 論文の審査結果の要旨

本論文は、回転系における相対論的な電磁界境界値問題に関する理論的研究の成果をまとめたもので、その主要な成果を要約すると次のとおりである。

すなわち、まず中心軸のまわりに任意の一定角速度で回転運動を行う誘電体円柱に沿う電磁波の伝搬について相対論的な考察を加え、回転運動が伝搬特性に及ぼす種々の影響を明らかにして、たとえばファラデー回転と同様の効果が得られること等の興味ある結果を見出している。ついで、同じく中

心軸のまわりに任意の一定角速度で回転運動を行う誘電体円柱による平面電磁波の散乱問題を解析し、たとえば後方散乱断面積に及ぼす回転運動の影響は特に垂直入射の場合に顕著であること等、円柱の回転運動が散乱特性に及ぼす諸効果を明らかにしている。さらに、周方向に一定の角速度で回転しながら、軸方向に一定の相対論的速度でドリフトしている電子ビームに沿って伝搬する空間電荷波について詳細に論じ、たとえば軸方向に有限の静磁界が加えられている場合には一般に二対の空間電荷波のモードが存在し、各モード対の一方は正エネルギー波で他方は負エネルギー波であること等を示すとともに、本解析がその特別の場合として含む非相対論的な場合について従来報告されている結果の不完全な点を明らかにしている。

以上のように、本論文は最近注目を集めている相対論的電磁界理論に関する重要な基礎的问题について詳細な考察を加え、学術上ならびに実用上興味ある多くの新しい知見を得たものであって、広く電磁波工学の発展に寄与するところが多い。

よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。