

氏 名 (本籍)	いし い せいしろう 石 井 誠四郎 (東 京 都)
学 位 の 種 類	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	博 甲 第 6087 号
学位授与年月日	平成 24 年 3 月 23 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	レーダシステムにおける大気による減衰と目標周辺からの散乱の解析に関する研究

主	査	筑波大学教授	工学博士	水 谷 孝 一
副	査	筑波大学教授	Ph. D. (工学)	堀 憲 之
副	査	筑波大学教授	工学博士	安 信 誠 二
副	査	筑波大学准教授	博士 (工学)	若 槻 尚 斗
副	査	筑波大学講師	博士 (工学)	川 村 洋 平
副	査	筑波大学助教	博士 (工学)	海老原 格

論 文 の 内 容 の 要 旨

大規模地震などの被災地における危険ガスの検知など、安全・安心社会の実現に重要な役割を果たすリモートセンシングへの期待の増大と、この期待に応えることができるテラヘルツ波利用技術の進展とが相まって、テラヘルツ波レーダ実現への期待が益々大きくなっている。本論文は、テラヘルツ波レーダ観測における目標を正確に検出することを目的とし、これまで解析されていなかった、テラヘルツレーダにおける大気による減衰と目標周辺からの散乱を解析し、システムの動作に与える影響とその対策を見出すことを研究目的としている。本論文の構成と概要は以下のとおりである。

第 2 章では、テラヘルツ波帯の電波が大気中を伝搬する際に伝搬特性が劣化する要因を述べ、電波の散乱とレーダの基本動作を明らかにし、テラヘルツ波レーダ観測において波長と目標の大きさに依存する不要な散乱波（クラッタ）の解析手法を明らかにしてその抑圧方法を示している。

第 3 章では、大気による減衰とりわけ影響が大きい、降雨減衰の算出の基となる雨滴粒径分布について理論的実験的に解析し、テラヘルツ波帯における降雨減衰の解析手法を示している。テラヘルツ波帯における降雨減衰の解明を行い、理論計算と世界初の 355 GHz の降雨減衰測定レーダによる測定実験結果を解析することにより、降雨減衰の予測計算方法を確立している。また、大気による吸収減衰の解析を行い、テラヘルツ波レーダシステムの実現可能な最高周波数は 400 GHz 程度であることを示している。

第 4 章では、レーダ観測において海面状態の変化がシークラッタの統計的性質に与える影響を解析と陸地や海などが混在する複雑な地形を背景とした場所でのクラッタの抑圧方法の検討を行い、その効果を示している。これらの結果から、海面からのクラッタの抑圧方法として現在広く用いられている一定誤警報率（CFAR）処理の問題点を指摘し、その解決方法として、波の高さを表す有義波高に比例して信号処理する有義波高 CFAR 処理方式を提案している。また、被災地などの複雑に入り組んだ地形からのクラッタの抑圧にはワイブル CFAR 処理の有効性を理論および実験的に示している。

第 5 章では、以上を総括するとともに、テラヘルツ波レーダ観測における大気による減衰とテラヘルツ波

レーダ信号処理の問題点と解決策を示し、テラヘルツ波レーダ実現可能性と展望を示した。

審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は、災害の被災地などにおけるテラヘルツ波レーダへの期待の大きさを踏まえて、テラヘルツ波レーダにおいて目標を正確に検出するために解決を要する問題点に着目し、観測性能劣化の要因となる大気による減衰と目標周辺からの散乱を解析し問題点を示して、その解決策を提案していた。大気による減衰では、理論解析と独自開発したテラヘルツ波降雨減衰測定レーダによる実験結果を用いて検証し、その予測計算方法を確立していた。目標周辺からの散乱の解析では、観測データを用いて不要な散乱波（クラッタ）の統計的性質を明らかにし、不要な散乱波の抑圧方法として現在のレーダ信号処理の欠点を改善した新しい有義波高 CFAR 方式を提案し、災害により複雑な地形となった背景でのクラッタの抑圧にはワイブル CFAR 方式を提案してその効果を示していた。これらは、テラヘルツ波レーダ実現の道筋を示したものであり、安全・安心な社会の実現に寄与できる成果として高く評価できる。

平成 24 年 1 月 24 日、システム情報工学研究科において、学位論文審査委員の全員出席のもと、著者に論文について説明を求め、関連事項につき質疑応答を行った。その結果、学位論文審査委員全員によって、合格と判定された。

上記の学位論文審査ならびに最終試験の結果に基づき、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。