

氏名（本籍）	たていし りきと 立石 李希人（広島県）
学位の種類	博士（情報工学）
学位記番号	甲第 163 号
学位授与年月日	2026 年 3 月 23 日
学位授与の要件	広島市立大学大学院学則第 36 条第 2 項及び広島市立大学学位規程第 3 条第 2 項の規定による
学位論文題目	日本周辺のラジオダクト発生特性と V-Low 帯ダクト伝搬との関係性に関する研究
論文審査委員	主 査 教授 西 正博 副 査 教授 石田 賢治 副 査 教授 大田 知行 副 査 講師 小林 真

論文内容の要旨

対流圏における電波伝搬は、大気屈折率分布に強く依存しており、屈折率の鉛直勾配が上層と下層で逆転すると、ラジオダクトが形成される。ラジオダクト内では電波が屈折を繰り返しながら伝搬するため、通常の見通し距離を超える長距離伝搬（ダクト伝搬）が生じる。この現象は通信・放送分野において有効利用の可能性を有する一方で、意図しない電波干渉を引き起こす要因ともなりうる。特に日本では、西日本を中心に韓国からの FM 放送波による影響が報告されており、今後の V-Low 帯を含む通信・放送システム的设计において、ダクト伝搬の影響を定量的に把握することが重要である。本研究では、ラジオダクトおよびダクト伝搬の発生特性を多面的に解析し、その定量的評価手法を検討することを目的とした。研究は（1）長期的なラジオダクト発生傾向の把握、（2）伝搬経路付近の高層気象と韓国からのダクト伝搬との関係性評価、（3）関係性評価のための解析指標の構築、の三点から構成される。まず、全国 14 地点のラジオゾンデ観測データを用いて過去 35 年間の屈折率プロファイルを解析し、ラジオダクトの発生頻度とその長期的変動傾向を統計的に評価した。次に、韓国から九州工業大学までの伝搬経路における受信電力変動と高層気象データを対応付けることで、ラジオダクト発生高度や強度と受信電力変動との関係を明らかにした。さらに、高層気象データから算出される M プロファイルの傾斜分布に基づく新たな評価指標を導入し、ダクト伝搬との相関解析を行った結果、ダクト強度の特徴をより定量的に表現できることを示した。本研究により、ラジオダクトの発生傾向と実際のダクト伝搬現象との対応関係を統計的かつ物理的に整理することができた。これらの成果は、大気環境変化が電波伝搬に与える影響の理解を深めるとともに、将来的な通信・放送システム設計や電波利用の高度化に資する知見を提供するものである。

論文審査の結果の要旨

令和8年2月6日（金）午後1時00分から午後2時30分まで情報科学部棟 313 Loungeにて博士学位論文審査を行った。申請者が論文内容について説明を行い、その後、論文内容に関する質疑応答を行った。すべての質疑応答に対して申請者は的確に回答した。試験（諮問）においては、論文内容に関する諮問を審査委員からそれぞれ行なった。本研究成果の通信・放送システム設計への具体的な応用や、新たに得られた知見に関する質問に的確に回答するとともに、気象やラジオダクトの解析方法や物理的な考察に関する疑問に対しても適切に回答した。

本論文では、対流圏における電波伝搬における課題として、ラジオダクトと呼ばれる大気屈折率の逆転層において電波が閉じ込められて遠方まで異常伝搬するダクト伝搬に着目しており、（1）長期的なラジオダクト発生傾向の把握、（2）伝搬経路付近の高層気象と韓国からのダクト伝搬との関係性評価、（3）関係性評価のための解析指標の検討といった3テーマの研究成果がまとめられた。本研究ではまず、全国14地点のラジオゾンデ観測データを用いて過去35年間の屈折率プロファイルを解析し、新たにラジオダクトの発生頻度とその長期的変動傾向を統計的に評価した。また独自の電波観測により、韓国から九州工業大学までの伝搬経路付近のラジオダクト発生高度や強度と受信電力変動との関係を明らかにした。さらにラジオダクトの有無に依存せずに関係性評価を実現するため、高層気象から得られる屈折率プロファイルの傾きの統計分布に基づく評価指標を新たに導入し、ダクト強度の特徴を定量的に表現できることを示した。本研究により、ラジオダクトの発生傾向と実際のダクト伝搬現象との対応関係が統計的かつ物理的な考察をもとに信頼性および了解性高く整理されており、将来的な通信・放送システム設計や電波利用の高度化に資する有効な知見が得られていると評価した。

本論文の主な成果は、IEEE Transactions on Antennas and Propagation (IF: 5.8) と電子情報通信学会論文誌Bに採録され、査読付き国際会議 URSI GASSにて発表された。博士論文として審査基準（新規性・有効性・信頼性・了解性）を満たす十分な内容であり、審査委員会は論文審査を合格とした。