



Title	UHF波帯干渉計による雷放電路の可視化に関する研究
Author(s)	和田, 将一
Citation	大阪大学, 1997, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/40155
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、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏 名	和 田 将 一
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 3 1 2 5 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 9 年 3 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科電気工学専攻
学 位 論 文 名	UHF 波帯干渉計による雷放電路の可視化に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 松浦 虔士 教 授 青木 亮三 教 授 白藤 純嗣 教 授 佐々木孝友 教 授 熊谷 貞俊 教 授 辻 毅一郎 教 授 山中 龍彦 教 授 中塚 正大

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、UHF 波帯干渉計による雷放電路の可視化を実現するシステムの構築、ならびに雷放電現象に関する新たな知見を得ることを目的とし、システムの性能評価、夏季雷観測結果、ロケット誘雷を含む冬季雷観測結果に関する研究をまとめたもので、序論、本論 4 章、および結論の全 6 章からなっている。

第 1 章（序論）では、落雷による送電線事故の現状、現在の雷研究について述べ、本研究の背景と目的を明らかにしている。

第 2 章では、電波干渉計の原理を説明するとともに、本論文で提案した雷放電の進展様相を高時間分解で可視化するシステムの構成について述べている。また、干渉計受信器の位相特性等による干渉計部の性能評価、シミュレーションによる複合型アンテナ配置の評価、および実際の雷観測結果をもとにした位置評定に関する評価を行っている。

第 3 章では、冬季雷放電に伴う電界変化の時間周波数解析により、電界変化波形に含まれる高周波パルスの特性について述べており、高周波パルスによる短時間落雷予測の可能性について考察している。

第 4 章では、干渉計システムにより人工雷の一種であるロケット誘雷を観測した結果について述べており、ロケット発射位置と本システムでの評定結果の比較により冬季雷放電の可視化における本システムの信頼性について評価を行うとともに、位置標定結果から負極性上向きリーダの到達高度、リーダの進展速度の算出を行っている。

第 5 章では、日本海沿岸で観測された冬季雷放電の観測結果について述べており、対地雷撃を引き起こす原因となっている雲放電の放電進展様相の可視化を行い、それに続く正極性落雷の進展過程について述べており、双方向性リーダ仮説について考察している。

第 6 章では、本研究で得られた成果を総括し、本論文の結論を述べている。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

雷放電路の観察は、従来、主として光学的観測法と音響学的観測法によっていた。光学的観測法は、天候条件に左右され、特に雲内放電を捉えることが困難であり、音響学的観測法は、高い時間分解能で放電路を再現することが困難であった。これらの従来の観測法の難点を解消するため、本研究では、雷放電によって発生する UHF 波帯の電磁

波を電波干渉計を用いて観測し、放電路を可視化する観測システムを提案している。また、提案した UHF 波帯干渉計を用いた観測システムを構築して自然雷の観測を行い、雷放電路の可視化に関する性能の評価を行うと共に、観測結果から雷放電現象に関する知見を得ている。その具体的な成果を要約すると次のとおりである。

- (1) 電磁波センサとしてのアンテナ系として、 $1/2$ 波長間隔の短スパンアンテナと $5/2$ 波長間隔の長スパンアンテナを併用する方式を考案し、方位角と仰角の算出による放電点の 2 次元位置標定において、併用方式では、短スパンアンテナのみを使用する方式と比較して、精度が向上することを見い出している。
- (2) 雷放電路を特定できるロケット誘雷の観測を UHF 波帯干渉計を用いて行い、冬期雷としての負極性上向きリーダの進展過程を可視化すると共に、位置標定の誤差を検定し、方位角および仰角の測定精度は誤差が数度以内であることを確認している。
- (3) ロケット誘雷実験における UHF 波帯干渉計の観測結果の一例から、ロケット誘雷における上向きリーダは、放電進展過程と放電休止過程を繰り返しながら全体として平均的に 10^5 m/s 程度の速度で進展し、放電進展過程においてはそれよりも 1 桁大きい 10^6 m/s 程度の速度で進展すること、また、リーダが雲底に到達した後は、雲内の広い範囲で電荷の中和が行われることを見い出している。
- (4) 夏季の負極性落雷を UHF 波帯干渉計で観測した一例では、10 ミリ秒に及ぶ第一雷撃とそれに続くおよそ 3 ミリ秒のダートリーダに伴う放電点の移動を可視化することができている。
- (5) 北陸地方の冬季正極性落雷における地上電界の時系列データにウェーブレット変換を施し、落雷直前の電界変化の周波数スペクトルを解析した結果、放電の進展に伴い電界が極大値をとる周波数が次第に低下することを見い出し、単位の放電路長が次第に長くなると推定している。また、帰還雷撃時には、これと逆に、電界が極大値をとる周波数は低周波から高周波側に移行する事例が観測され、帰還雷撃の末期には雲内での放電活動がある可能性を示している。
- (6) 雷放電過程において、負極性リーダ進展に伴う UHF 波帯電磁波強度は正極性リーダ進展に伴うそれよりも大きいことを見い出している。このことと冬季正極性雷撃の放電路可視化観測結果及び電界変化測定結果を併せて考察し、双方向性リーダの仮説を支持する結果を得ている。