



Title	UHF波帯電波干渉計を利用した雷放電モニタリングシステムに関する研究
Author(s)	吉橋, 幸子
Citation	大阪大学, 2001, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/42389
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	吉 橋 幸 子
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 6 2 2 9 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 13 年 3 月 23 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 波帯電波干渉計を利用した雷放電モニタリングシステムに関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 松浦 虔士 (副査) 教 授 辻 毅一郎 教 授 伊藤 利道 教 授 佐々木孝友 教 授 中塚 正大 教 授 河崎善一郎 教 授 熊谷 貞俊 教 授 平尾 孝 教 授 山中 龍彦 教 授 斗内 政吉

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、雷放電モニタリングシステム開発の基礎研究として、UHF 波帯電波干渉計システムを用いた雷観測結果から雷放電進展機構を考察し、また、このシステムを拡張して電磁波気象観測に利用し得る可能性を示したもので、全7章からなっている。

第1章では、本研究の背景と本論文の目的、意義、構成について述べている。

第2章では、干渉法による電波源標定の原理、UHF 波帯電波干渉計システムの構成、三次元電波源標定方法について概説し、システム系統誤差、及び三次元電波源標定誤差について評価している。

第3章では、熱帯収束帯における夏季雷観測結果を示し、観測期間中に記録された負極性落雷から特に多地点落雷・多重落雷に注目し、放電開始位置、帰還雷撃間隔、及び UHF 波帯電波放射継続時間について考察している。電波源標定結果から、従来の電磁界観測の解釈で多重落雷に属すると考えられる事象の中に多地点への落雷が含まれていることを確認すると共に、リーダ進展速度の時間変化の解析から、リーダ進展に伴う VHF/UHF 波帯の電磁放射は、進展するリーダの先端から起こる、という経験的知見を導いている。

第4章では、北陸地方における冬季雷観測結果について考察し、上向き放電と正極性落雷の電波源標定結果を示している。更に、上向き放電で開始する落雷のリーダ部の解析により、UHF 波帯電波放射強度の極性依存性について考察し、正リーダと比較して負リーダに伴う電波放射強度は約15dBm 強いことを明らかにしている。また、正極性落雷の三次元電波源標定から、リーダ進展段階において電波源は雲内の一定領域に集中し、帰還雷撃後雷雲内で進展することを明らかにしている。

第5章では、負極性落雷と正極性落雷の三次元電波源標定結果を基に、電波放射の特徴と雷雲内の電荷分布から雷放電進展過程について考察している。それにより、放電進展過程の解釈として双方向性リーダ仮説を支持する結果を得ている。また、雷放電の三次元電波源標定結果から、雷雲内の電荷分布の推定が可能であり、気象レーダーと組み合わせるシステムにより雷雲電荷分布測定に新たな可能性を見出している。

第6章では、雷放電現象の理解を主目的として開発したシステムを、異なる気象観測システムとして利用することの可能性について検証している。本章の前半では、航空機事故の原因の一つとして考えられているマイクロバーストと雷放電現象の関係について述べ、雷放電のモニタリングが気象現象予測の一指標となり得るか否かについて検討している。その結果、雷放電現象とマイクロバーストの発生要因は共に雷雲のライフサイクルに大きく起因しているこ

とが明らかとなり、総合観測の必要性を示している。本章の後半では、次世代雷監視システムとしての期待が高まっている人工衛星からの雷活動観測について言及し、地球全体における雷活動の統計結果から、雷活動は、大洋上よりはむしろ大陸上に多く発生する、という経験的印象を観測的かつ全球的に証明している。加えて、新たに冬季北半球中緯度帯の雷活動を観測し、新しい研究主題として関連研究者に問題の提起をしている。

第7章では、本研究で得られた知見を総括し、本論文の結論としている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、雷放電モニタリングシステム開発のための基礎研究として、UHF 波帯電波干渉計を用いた雷観測結果から雷放電進展機構を考察し、電磁波観測の有効性を示すと共に、雷放電モニタリングシステムを異なる気象観測システムとして実用化できることを明らかにしたもので、その成果を要約すると次の通りである。

- (1)熱帯収束帯における夏季雷について、多重落雷と多地点落雷の先行雷撃と後続雷撃に伴う UHF 電波放射継続時間を比較し、UHF 電波放射継続時間は後続雷撃リーダが先行雷撃と同一放電路を進展するか否かを判断するパラメータとなり得ることを明らかにしている。また、先行雷撃とは異なった地点に落雷するリーダと同地点に落雷するリーダの放電開始点に関して大きい違いはなく、多地点落雷も同一電荷群から放電が開始していることを示している。
- (2)上記と同じ夏季雷について、UHF 波帯電波干渉計により得られた放電路から第一雷撃と後続のリーダ進展平均速度を求め、第一雷撃と後続雷撃でそれぞれ 10^6 m/s 、 10^7 m/s のオーダーであるという結果を得ており、従来の光学観測から知られているリーダ進展速度と同様であることを確認している。このことは、リーダ進展に伴う VHF/UHF 波の放射は進展するリーダの先端から起こっている、という経験的知見を観測的に証明していることになる。
- (3)北陸地方の冬季雷について、極性の異なるリーダの UHF 電波放射強度を比較し、負リーダに伴うものは正リーダに伴うものの約15dBm 強いという結果を得ている。また、正極性落雷の三次元電波標定により、大地に向かう正リーダの様相は見られず、電波源は水平方向と高度方向にほとんど変化せず一定領域に存在することを明らかにしている。一方、帰還雷撃後の電波源は、雲内全域に広がることを見出している。
- (4)正極性冬季雷のリーダ進展に伴う UHF 電波放射強度は、上向き負リーダに伴うそれとほぼ一致することを見出し、干渉計による観測結果は、負リーダの進展を標定しているものと結論づけている。また、正極性落雷のリーダ進展過程において、電波源が高度 2 km、気温 -5°C より温度の高い正電荷領域と見られる領域に標定されたことから、これは正電荷領域に広がる負リーダの振舞いであると推論している。これらの結果と上記(3)の結果は、双方向性リーダ仮説を支持するものである。
- (5)雷放電と航空機事故の一因とされるマイクロバーストの関係をレーダーエコーと併せて比較し、雷活動の発達・衰退に付随して放電数が変化し、マイクロバーストは雷雲の衰退、雷放電数の減少に起因することを明らかにしている。
- (6)熱帯降雨衛星 TRMM 搭載の雷観測装置 LIS による雷観測と地上雷観測の結果を比較し、夏季雷、冬季雷共に両者の間に時間的、空間的に非常に高い一致が得られたことを見出している。

以上の結果は、電磁波観測により雷放電現象の理解を主として開発した雷放電モニタリングシステムを異なる気象観測システムと組み合わせることにより、電磁波気象観測として利用し得ることを示しており、高電圧工学及び応用電磁波工学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。