

Title	Radiations in Association with Lightning Discharges
Author(s)	吉田, 智
Citation	大阪大学, 2008, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/644
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

【27】

氏名	吉田 智 ^{さとる}
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 22486 号
学位授与年月日	平成20年9月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科電気電子情報工学専攻
学位論文名	Radiations in Association with Lightning Discharges (雷放電に伴う電磁放射に関する研究)
論文審査委員	(主査) 教授 河崎善一郎 (副査) 教授 滝根 哲哉 教授 北山 研一 教授 小牧 省三 教授 馬場口 登 教授 三瓶 政一 教授 井上 恭 教授 鷲尾 隆 教授 溝口理一郎 准教授 牛尾 知雄

論文内容の要旨

本論文は、著者が大阪大学大学院工学研究科電気電子情報工学専攻在学中に行った雷放電に伴う電磁放射に関する研究の成果をまとめたものである。

雷活動は複雑な過程を経ており、それに伴い非常に広帯域な電磁波が放射されることが知られている。即ちVLF帯からUHF帯、光学領域、さらに高エネルギー電磁放射(X線等)が雷活動に起因して発生する。この電磁放射と雷放電の物理過程は強く結びついており、雷放電物理解明の一手法として電磁放射観測が行われてきた。本論文では雷放電からの高エネルギー電磁放射(2章)、電磁波放射(3章)、光学放射(4章)に着目し、それぞれ観測及び解析を行った。本論文は、以下の5章によって構成する。

第1章は、本論文の導入部であり、基本的な雷放電物理及び雷放電に伴う各電磁放射の特性について述べ、本研究の動機付けとその意義を明確にした。

第2章では、雷雲及びリーダ先端部の高電界領域で発生すると考えられている逃走絶縁破壊の解明のため、NaIシンチレータ及びプラスチックシンチレータを用いて冬季雷活動時における放射線観測を実施した。逃走絶縁破壊とは、二次宇宙線などの高エネルギー電子をきっかけとして発生する絶縁破壊で、X線や高エネルギー電子放射を伴う。この観測において、雷放電に伴う地上高エネルギー電子バースト、及び正リーダから放射された地上X線バーストを観測した。この結果は雷放電に伴い逃走絶縁破壊が発生していることを強く示唆し、雷放電の負リーダだけでなく正リーダに伴う放射線バーストの存在を示すものである。

第3章では、initial continuing current (ICC)パルスに伴う電荷移動、及び雷放電に伴うマイクロ波放射を観測するため、VHFデジタル干渉計及びマイクロ波受信器を用いて、冬季雷電波観測を行った。観測点近くの避雷鉄塔へ上向き放電で開始する落雷が発生し、その落雷に伴う6つのICCパルスを観測した。このうち2つのICCパルスは、直前に負リーダ進展が観測され、その負リーダは連続電流チャネルへ接続した。この負リーダが雷雲電荷と大地間に電離チャネルを生成し、ICCパルスを発生させたと考えられる。さらにリーダ進展、雷電流ピークに伴いマイクロ波電力の上昇を観測した。

第4章では人工衛星Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM)搭載の雷放電光学センサーであるLightning Imaging Sensor (LIS)及びPrecipitation Radar (PR)を用いた統計解析を行った。第4.3節では単位時間当たりの雷放電数(NFSC)のパラメタリゼーションを行った。その結果、NFSがFreezing levelから雲頂までの距離に相当するSnow depthの5乗に地域、季節に関わらず比例することを示した。第4.4節では6年間の解析により、El Nino Southern Oscillation (ENSO)が与える東南アジア域の雷活動への影響を示し、その原因を明らかにした。

第5章は結論であり、本研究で得られた成果を総括する。

論文審査の結果の要旨

本論文は、学位申請者吉田君が大阪大学大学院工学研究科電気電子情報工学専攻在学中に行った雷放電に伴う電磁放射に関する研究の成果をまとめたものである。

雷活動は複雑な過程を経ており、それに伴い非常に広帯域な電磁波が放射されることが知られている。つまりVLF帯からUHF帯、光学領域、さらに高エネルギー電磁放射(X線等)が雷活動に起因して発生する。本論文では、この電磁放射と雷放電の物理過程は強く結びついていることに着目し、リモートセンシングを用いた雷放電物理の解明を主題としている。本論文は、雷放電に伴う高エネルギー電磁放射(2章)、電磁波放射(3章)、光学放射(4章)について研究成果が述べられている。

第2章では、NaIシンチレータ及びプラスチックシンチレータを用いて冬季雷活動時における放射線観測を実施する。逃走絶縁破壊とは、二次宇宙線などの高エネルギー電子をきっかけとして発生する絶縁破壊で、X線や高エネルギー電子放射を伴う。この観測において、雷放電に伴う地上高エネルギー電子バースト、及び正リーダから放射された地上X線バーストを観測している。この結果により、雷放電の負リーダだけでなく正リーダが放射線バーストを引き起こすことを証明している。

第3章では、initial continuing current (ICC)パルスに伴う電荷移動を観測するため、VHFデジタル干渉計及びマイクロ波受信器を用いて、冬季雷観測を行う。観測点近くの避雷鉄塔へ上向き放電で開始する雷放電が発生し、その雷放電に伴う6つのICCパルスを観測している。このうち2つのICCパルスは直前に負リーダ進展が観測され、負リーダは連続電流チャネルへ接続している。この観測結果から、この負リーダが雷雲電荷と大地間に電離チャネルを

生成し、ICCパルスを発生させたことを示している。

第4章では人工衛星Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM)搭載の雷放電光学センサーであるLightning Imaging Sensor (LIS)及びPrecipitation Radar (PR)を用いた統計解析を行う。主題は主に2つあり、第4.3節では単位時間当たりの雷放電数(NFSC)のパラメタリゼーションを行う。その結果、NFSがFreezing levelから雲頂までの距離に相当するSnow depthの5乗に地域、季節に関わらず比例することを示している。第4.4節では6年間の解析により、El Nino Southern Oscillation (ENSO)が与える東南アジア域の雷活動への影響を示し、その原因を明らかにしている。

本論文で述べられた結果は、本学の学位申請者として十分な成果と考えられ、本論文は博士論文として価値あるものと認める。