

Title	雷雲中における放射線発生メカニズムに関する研究
Author(s)	鳥居, 建男
Citation	大阪大学, 2004, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/778">https://hdl.handle.net/11094/778</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University

氏名	と 鳥	い 居	た つ 建	お 男
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)			
学位記番号	第 1 8 7 6 8 号			
学位授与年月日	平成 16 年 3 月 25 日			
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科通信工学専攻			
学位論文名	雷雲中における放射線発生メカニズムに関する研究			
論文審査委員	(主査) 教 授 河崎善一郎			
	(副査) 教 授 塩澤 俊之 教 授 小牧 省三 教 授 馬場口 登 教 授 北山 研一 教 授 元田 浩			

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、冬の日本海側で発生する冬季雷活動時の放射線量（率）の上昇に関する観測データを調査することにより放射線の特徴を明らかにするとともに、雷雲の高電界領域で加速され逃走電子となる高エネルギー電子の挙動、及び制動放射線についてモンテカルロ計算を行いその特徴について考察している。また、雷雲中における有力な放射線源として宇宙線ミュオンについて挙動解析を行い、ミュオンを用いた誘雷法についても記している。

第 1 章は、本研究の背景となる雷放電及び雷雲からの放射線発生に関する研究の現状と問題点について述べ、本研究の位置づけ、その意義を明らかにしている。

第 2 章では、冬季雷活動に起因すると考えられる放射線量（率）上昇に関する NaI(Tl)シンチレーション検出器及び熱ルミネセンス線量計 (TLD) を用いた観測事例をもとに、測定結果及び測定結果から得られた放射線量上昇の特徴（持続時間、影響範囲、エネルギー等）について述べるとともに、測定結果から得られた問題点について記している。

第 3 章では、雷雲中での電子・光子の挙動に関するモンテカルロ計算コードの開発研究について述べている。また、有限要素法を用いて冬季雷雷雲の電界構造をモデル化し、モデル化した電界領域での電子・光子の挙動解析を行っている。この結果、一定の電界強度を超えた領域（約 280 P [atm] [kV/m]）では、逃走電子が生成され、電磁シャワーを形成することにより多量の制動放射線が発生することを明らかにしている。また、冬季雷雷雲の電氣的構造から、雷雲の成熟期初期に見られる 3 極構造の雷雲において雷雲下部で逃走電子が生成される可能性を示唆している。さらに、逃走電子の生成により、高電界領域で電子密度が急激に上昇することから、放電開始への放射線の関わりについても述べている。

第 4 章では、放射線発生のトリガーとしての可能性の高い宇宙線ミュオンについてその特徴を述べるとともに、ミュオンの雷雲中での挙動に関するモンテカルロ計算について記している。計算の結果、ミュオンは透過性が高いことから雷雲中の高電界領域に直接入り込み、そこで電離過程による多量のノックオン電子を放出するため、これがトリガーとなって高電界領域で電磁シャワーを形成することを確認している。

第 5 章では、ミュオンの特長を生かした誘雷手法に述べる。高エネルギー加速器より生成されるミュオンをコリメートして、雷雲の高電界領域に向けて放出することにより、電磁シャワーを起こす可能性についてモンテカルロ計算

等の結果をもとに述べている。

第6章は結論であり、本研究で得られた結果の総括をするとともに、今後の課題について述べている。

### 論文審査の結果の要旨

本論文は、雷活動に起因する放射線量率の上昇について、冬季雷活動時の観測データを調査解析することにより発生する放射線の特徴を明らかにするとともに、雷雲の高電界領域での荷電粒子の挙動、及び制動放射線の発生についてモンテカルロ計算により明らかにし、以下のような成果を挙げている。

- (1) 放射線量率の上昇が観測される範囲、上昇持続時間等の特徴を明らかにしている。また、観測された放射線のエネルギースペクトルから高エネルギーの荷電粒子より生成される制動放射線と考えられることを示している。
- (2) モンテカルロ法による雷雲を模擬した電界中での電子・光子の輸送計算の結果、電界強度が閾値を超える領域で、逃走電子が生成され、電磁シャワーを引き起こすことによって制動放射線が発生することを明らかにしている。
- (3) 宇宙線ミュオンを線源粒子とする場合でも、大気中で発生するノックオン電子が逃走電子となり、制動放射線が発生することを明らかにしている。
- (4) 雷雲の高電界領域での電磁シャワーにより大気中の電子密度及び電気伝導度が上昇し、雷放電の誘発につながっている可能性があることを指摘している。
- (5) ミュオンビームを雷雲の高電界領域に向けて照射することにより、人為的に電磁シャワーを起こし放電開始を誘発する可能性について、モンテカルロ計算等の結果をもとに指摘している。

以上のように、本論文は雷雲からの放射線発生機構に関して多くの知見を得ており、雷放電開始機構の解明やその工学的応用等の発展に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。