The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Broadband Interferometric Observation of Lightning Discharges from Space
Author(s)	Kikuchi, Hiroshi
Citation	大阪大学, 2013, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/27549
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

【157】

氏　　名	菊　池　博　史（きく ち ひろ し）
博士の専攻分野の名称	博　士（工学）
学　位　記　番　号	第　２６２２３　号
学位授与年月日	平成25年３月25日
学位授与の要件	学位規則第４条第１項該当 工学研究科電気電子情報工学専攻
学　位　論　文　名	Broadband Interferometric Observation of Lightning Discharges from Space （宇宙空間からの広帯域干渉計を用いた雷放電観測に関する研究）
論　文　審　査　委　員	（主査） 教　授　河崎　善一郎 （副査） 教　授　北山　研一　　教　授　滝根　哲哉　　教　授　馬場口　登 教　授　三瓶　政一　　教　授　井上　　恭　　教　授　鷲尾　　隆 准教授　牛尾　知雄　　近畿大学理工学部准教授　森本　健志

論文内容の要旨

本論文は筆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，宇宙空間からの広帯域干渉計を用いた雷放電観測に関する研究の成果をまとめたものである．

本論文は，VHF帯広帯域ディジタル干渉計(干渉計)を宇宙で利用することを提案する．我々は人工衛星「まいど１号」に搭載する宇宙用雷観測装置（VHF sensor）を開発し，観測を行った．本論文ではVHF sensorの正確性を観測結果から議論する．更に受信電磁波形から電離層内の電磁波伝搬特性について議論し，宇宙空間からの広帯域干渉計に必要な知識と技術について検討・考察する．本論文は全６章により構成される．

第１章は既存の地上，衛星雷観測機器について概説し，その問題点を指摘する．VHF帯広帯域干渉計を宇宙空間で適用することの目的及び意義を明確にする．その上で，基礎実証装置であるVHF sensorの目的について述べた．

第２章は人工衛星「まいど１号」に搭載されたVHF sensorについて，その特徴，構成について詳細を述べた．また，初期観測結果から，VHF sensorの雷放電観測における性能を観測的に実証した．

第３章はVHF sensorの観測結果に対して定量的な解析を行い，雷放電との関連性を示す．その方法として地上雷観測網World Wide Lightning Location Network（WWLLN）との比較を行った．ここではVHF sensor とWWLLNの定量的な比較から，時間的，空間的な一致率を導出し，VHF sensorで観測された電磁波の放射原がWWLLNで観測された雷放電放射源位置と一致することを示した．

第４章はVHF sensorによる観測から導かれた電離層内電磁波伝搬特性に関する検討と新たな知見について述べる．まず，電磁波のパルス幅の変化に対する検討を行った．電離層内電磁波シミュレーションによってパルス幅の変化について検討し，WWLLNとの雷放電放射源位置との関係性を示した．更に， VHF sensorは，先行研究とは異なる時間間隔（30 ns~1 μs程度）を持つパルス対を観測した．これに関して，地磁気等を考慮した電離層電磁波伝搬シミュレーションを行い，2つの伝搬モード(Ordinaly and Extraordinaly mode)の電磁波形を再現し，実観測データとの比較から初めて電離層内を伝搬する際に生じるモード分裂との関連性を示した．

第５章は Global lightning and sprite measurements on JEM-EF(JEM-GLIMS Mission)の概要と干渉計を用いた到来方向推定結果による標定誤差について述べる．２基のVHF sensorの同期観測により干渉法を用いた雷放電放射源到来方向推定を行う際，電離層内の屈折を考慮せずに到来方向推定を行った場合に起こる標定誤差について全球的にシミュレーションを行い，検討した．その結果，日照時において，天頂角60° を超えると，電離層による屈折の影響を考慮する必要があることを示した．

第６章では，本論文で得られた成果を総括した．

論文審査の結果の要旨

本論文は，学位申請者菊池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宇宙空間からの広帯域干渉計を用いた雷放電観測に関する研究の成果をまとめたものである．本論文は VHF 帯広帯域ディジタル干渉計(干渉計)を宇宙で利用することを提案している．人工衛星「まいど１号」に搭載する宇宙用雷観測装置（VHF sensor）を開発し，観測を行い，VHF sensor の正確性を観測結果から議論している．更に受信電磁波形から電離層内の電磁波伝搬特性について議論し，宇宙空間からの広帯域干渉計に必要な知識と技術について検討・考察している．

第１章は既存の地上，衛星雷観測機器について概説し，その問題点を指摘する．VHF 帯広帯域干渉計を宇宙空間で適用することの目的及び意義を明確にし，その上で，基礎実証装置である VHF sensor の目的について述べている．

第２章は人工衛星「まいど１号」に搭載された VHF sensor について，その特徴，構成について詳細を述べている．また，初期観測結果から，VHF sensor の雷放電観測における性能を観測的に実証している．

第３章は VHF sensor の観測結果に対して定量的な解析を行い，雷放電との関連性を示している．その方法として地上雷観測網 World Wide Lightning Location Network（WWLLN）との比較を行っている．ここでは VHF sensor と WWLLN の定量的な比較から，時間的，空間的な一致率を導出し，VHF sensor で観測された電磁波の放射原が WWLLN で観測された雷放電放射源位置と一致することを示している．

第４章は VHF sensor による観測から導かれた電離層内電磁波伝搬特性に関する検討と新たな知見について述べる．まず，電磁波のパルス幅の変化に対する検討を行っている．電離層内電磁波シミュレーションによってパルス幅の変化について検討し，WWLLN との雷放電放射源位置との関係性を示している．更に， VHF sensor は，先行研究とは異なる時間間隔（30 ns~1 μs 程度）を持つパルス対を観測した．これに関して，地磁気等を考慮した電離層電磁波伝搬シミュレーションを行い，2 つの伝搬モード（Ordinaly and Extraordinaly mode）の電磁波形を再現し，実観測データとの比較から初めて電離層内を伝搬する際に生じるモード分裂との関連性を示している．

第５章は Global lightning and sprite measurements on JEM-EF(JEM-GLIMS Mission)の概要と干渉計を用いた到来方向推定結果による標定誤差について述べている．２基の VHF sensor の同期観測により干渉法を用いた雷放電放射源到来方向推定を行う際，電離層内の屈折を考慮せずに到来方向推定を行った場合に起こる標定誤差について全球的にシミュレーションを行い，検討している．その結果，日照時において，天頂角 60° を超えると，電離層による屈折の影響を考慮する必要があることを示している．第６章では本論文の内容を総括されている．

本論文で述べられた結果は，新たな雷放電観測システムの提案と実証に必要な技術を理解する上で，重要な結果を示しており，今後，雷放電発生予測に関する情報を提供する上で，情報通信工学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．