

別紙 1 - 1

## 論文審査の結果の要旨および担当者

|      |   |   |   |
|------|---|---|---|
| 報告番号 | ※ | 第 | 号 |
|------|---|---|---|

氏 名 諸田雪江

論 文 題 目 孤立積乱雲内の降水コアと雷活動

(Precipitation Core and Lightning Activity  
in an Isolated Convective Storm)

### 論文審査担当者

主 査 名古屋大学宇宙地球環境研究所 教 授 坪木 和久

副 査 名古屋大学宇宙地球環境研究所 教 授 高橋 暢宏

副 査 名古屋大学宇宙地球環境研究所 准教授 篠田 太郎

## 論文審査の結果の要旨

別紙 1-2

本論文は、降水セルで構成されているとされてきた孤立積乱雲について、高速観測が可能なフェーズドアレー気象レーダを用いて、降水セルの内部に形成される降水コアを観測し、その詳細な時間変化をあきらかにすることで、積乱雲の時間発展を降水コアと上昇流コアによって説明したものである。さらに積乱雲上部における lightning bubble (LB) と呼ばれる雷活動を降水コアの変動により説明できることを示した。

積乱雲は対流圏全層にわたる鉛直運動により、下層の空気と水蒸気を持ち上げる役割をしているとともに、大雨、突風、降雹、さらに落雷をもたらす。その基本構造はこれまで 70 年以上にわたって、降水セルにより記述されてきており、積乱雲は単一セル、マルチセル、スーパーセルなどのようにセルによって特徴づけられてきた。近年、積乱雲の高時間分解能の観測が可能となり、セル内部にさらに細かい構造として、降水コアとよばれる構造があることが分かってきた。しかしながら降水コアは時間変化が速く、立体観測に 5~10 分かかかる従来のレーダではその時間変化を捉えることができない。最近になり、それを 30 秒で行うフェーズドアレー気象レーダが開発され、積乱雲の高時間分解能観測が可能となった。本研究はそれを用いて孤立積乱雲を詳細に観測し、降水セル内部の降水コアと上昇流コアの時間変化を調べ、さらに降水コアと積乱雲上部の雷活動の関係を調べたものである。

本研究の観測対象としたのは 2015 年 8 月 7 日に近畿地方で発生した孤立積乱雲である。近畿地方には 2 台のフェーズドアレー気象レーダが配備されており、この積乱雲は 2 台のレーダの観測範囲内で発生・発達した。そのため 30 秒間隔でレーダ反射強度と風速場のデータが得られた。この積乱雲について、降水セルでみると単一セルであるが、その内部に 9 個の降水コアと 5 個の上昇流コアが識別された。この上昇流コアが降水セルに水蒸気を供給していた。この結果は、単一の降水セルが複数の降水コアと複数の上昇流コアによって構成されていることを示しており、積乱雲をセル構造で記述してきた従来の考え方から、降水コアと上昇流コアにより積乱雲の構造と時間発展を記述する新しい考え方への転換を示唆するものである。

この積乱雲については、レーダ観測とともに多地点雷ネットワークによる雷観測が行われ、そのデータを利用して雷の放電開始点を知ることができる。これを用いて、降水コアの三次元的な構造の変化が、積乱雲上部での発雷とどのように関係しているのかを明らかにするため、降水コアのライフサイクル内における積乱雲上部での雷放電開始点の時空間変化を調べた。積乱雲では放電開始点があられ領域と氷晶領域の間で高頻度であることは知られているが、積乱雲上部における雷活動についてはあまり知られておらず、放電開始点が数分で上昇する LB がどのような雲活動によるのかは未解明である。本研究では前述の降水コアの時間変化を詳細に調べることで、降水コアの上部縁辺部の上方への伸張と LB が対応していることを示し、その領域の粒子による電荷が LB を起こしていることをあきらかにした。

このように本研究は積乱雲の最も基本的構造である孤立積乱雲について、降水セル内部の降水コアと上昇流コアの構造とその時間変化及び役割をあきらかにし、降水コアを用いた積乱雲の新しい描像を提示した。さらにそれを用いて、積乱雲上部の LB が降水コア縁辺部の上方伸張で説明できることを示した。これらは積乱雲の構造とその変化に伴う雷活動について新しい知見を示したものと見える。よって本論文の提出者諸田雪江さんは、博士(理学)の学位を授与される資格があるものと判定した。