

氏名	瀬口 貴文
学位の種類	博士(理学)
学位記番号	第 639 号
認定課程名	防衛大学校理工学研究科後期課程
学位授与年月日	令和2年3月22日
論文題目	The Analyses of Jumping Cirrus with Ground-based Observations (地上観測によるジャンピング・シーラスの解析)
審査担当専門委員	(主査) 京都大学教授 余田 成男 東京大学教授 大湊 隆雄 東京大学教授 安田 一郎

### 審査の結果の要旨

ジャンピング・シーラス(Jumping Cirrus, 以下 JC)とは、発達した積乱雲のなとこ雲で雲頂から上方に飛び出す雲のことである。3次元非静力学雲モデルによる大規模積乱雲の理想化した数値計算では、強い上昇流によりオーバーシュートした雲頂が沈み、それによって誘起された大気重力波が砕波することにより JC が発生し得ることが示されている。しかしながら、観測事例が少なく、JC の発生条件や規模、頻度といった基本的なことさえ十分にわかっていない。そこで本研究では、雲の時間発展を高頻度で観察できる地上可視カメラを用いて JC を観測し、その情報をもとに気象衛星、ラジオゾンデ、地上気象レーダーの観測データを併用して、JC の時空間スケールや JC 発生時の周囲の環境場の状態、積乱雲の降水特性を解析し、JC の特徴を明らかにした。

2016-2018 年の夏季の間、富士山頂および防衛大学校にそれぞれ複数台の可視カメラを設置し、関東周辺域を対象とする定点パノラマ撮影を実施して、合計 28 件の JC 事例を検出した。その時空間分布は積乱雲の発生しやすい午後に山間部での発生事例が多く、積乱雲発生の好適条件と整合的であった。全 28 件で平均した JC の雲頂高度、ジャンプ高、水平幅、鉛直速度、および持続時間は、それぞれ、 $15.0 \pm 1.9 \text{ km}$ 、 $1.3 \pm 0.5 \text{ km}$ 、 $2.3 \pm 1.6 \text{ km}$ 、 $9.4 \pm 5.5 \text{ m/s}$ 、 $12.5 \text{ min.}$ であり、水平幅を除いて先行研究の米国のスーパーセルで発生した JC の事例と同程度の値であった。

また、先行研究の事例と比較して、上昇流の強さの指標となる対流有効位置エ

エネルギー，および重力波砕波の指標とされるかなとこ雲上部の鉛直シアーが小さく，積乱雲の規模自体が小さなシングルセル型，またはマルチセル型であったことを示して，JC が比較的弱い対流からも発生しうると結論付けている。さらに，館野のラジオゾンデ観測から算出した圏界面高度と JC の高度を比較して，全 28 件中 6 件が成層圏へ貫入していたことを示すとともに，各種気象レーダーによる地上推定雨量が 23 事例で 100mm/h 以上，全事例で 50mm/h 以上であったことを示して，JC を発生させる積乱雲が激しい降水を伴っていたことを明らかにした。

以上を要するに，瀬口氏は地上可視カメラ観測および各種気象観測データに基づいて多数の JC 事例を解析し詳細な現象記述を行って，米国や欧州の事例に比べて対流が弱い条件下でも JC が発生しうることを明らかにしており，気象学への寄与が大きい。よって博士（理学）として合格と判定した。