

〈第41回山崎賞 児童・生徒の部優良賞〉

# 移動型スプライトの発生形態の解明

静岡県立磐田南高等学校地学部大気班

2年 千野来実 戸倉悠晴 今田響 1年 鈴木瑛翔 名倉綾人 大桑充暉

## 1 動機

本校では、2007年から校舎4階に高感度CCDカメラを用いて高高度発光現象の観測を行ってきた。2023年7月12日と2023年8月27日に本校から北東方面に設置したカメラにより、一方向にスプライトが連続して発生して見える現象が多く観測された。以後、このようなスプライトを移動型スプライトと呼ぶ。移動型スプライトが観測されることは極めてまれである。そこで、この移動型スプライトの発生形態を気象条件と関連させて研究することにした。

## 2 スプライトとは

高高度発光現象(TLEs: Transient Luminous Events)とは、雷雲地上間放電(CG: Cloud-to-Ground discharge)に伴って雷雲上空、中間圏・熱圏下部で発生する発光現象の総称で、ジェット、エルブス、スプライト等が知られている。私たちは、移動型スプライトを図1のように2種類に分類した。ここでは、小さなスプライト群が密集し、中央が盛り上がっているものを扇型、いくつかのスプライト群が連続して発生しているものをスプライト群型と呼ぶ。

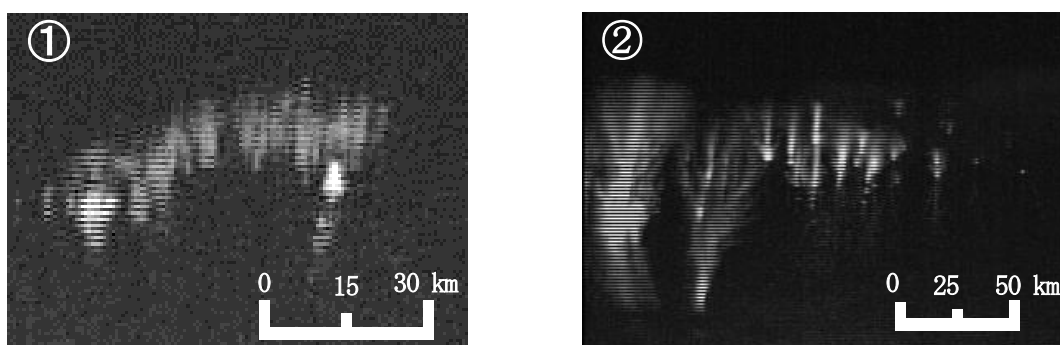


図1 移動型スプライトの分類 (①扇型 ②スプライト群型)

## 3 研究方法

図2-1は本校のTLE観測システムの模式図、図2-2はカメラの視野範囲である。高感度CCDカメラで撮影された映像を動体検知ソフトで常時監視することにより、自動観測を行っている。PCがカメラの映像を自動で監視し、スプライトなどの動体を検知した場合、その前後3秒を含めた動画を記録する。また、カメラの範囲をもとに、スプライトの発生地点を特定する。そして、スプライトを発生形態により分類し、気象庁や日本気象協会が公開している気象衛星による赤外画像や雨雲レーダー画像、落雷情報を用いて、移動型スプライトの発生形態と気象条件の関係について解析する。



図2-1 TLE観測システムの模式図

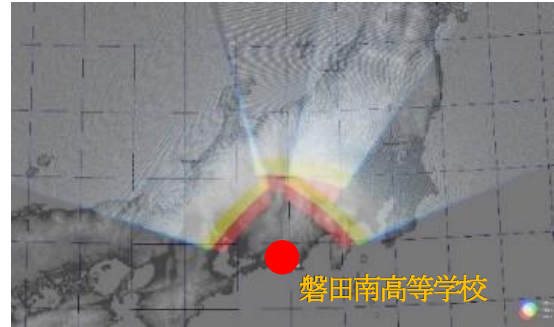


図2-2 カメラの視野範囲

#### 4 結果・考察

##### (1) 移動型スプライトの発生形態別の特徴

図3-1、3-2は、8月27日03:58:36に能登半島北部で発生した扇型スプライトの発生地点と落雷発生地点である。扇型は、11件のスプライトに対し、5件の落雷しか観測されなかった。よって、扇型は、一件の落雷に対して複数のスプライトが発生したと考えられる。

図4-1、4-2は、8月27日00:58:07に富山県北部と能登半島北西部で発生したスプライト群型スプライトの発生地点と落雷発生地点である。スプライト群型の発生時は、図4-1より、離れた2地点でスプライトが発生しており、図4-2の落雷情報から、aの場所ではまばらな落雷、bの場所では局所的な落雷が見られた。これらのことから、aとbのイベントは別のものと考えられる。よって、スプライト群型は複数のスプライト群がほぼ同時に発生したため、移動して見えると考えられる。

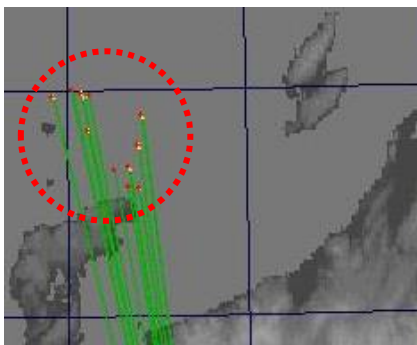


図3-1 スプライト発生地点  
●はスプライト発生地点



図3-1 落雷発生地点  
▼は落雷発生地点

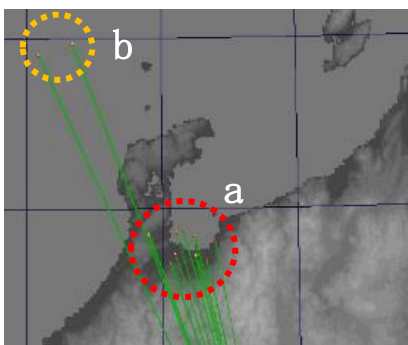


図4-1 スプライト発生地点  
●はスプライト発生地点

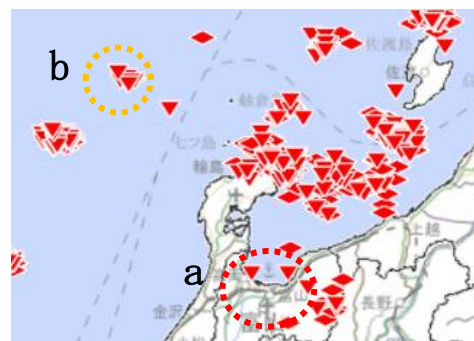


図4-2 落雷発生地点  
▼は落雷発生地点

(2) スプライトの部分別の特徴

次に、スプライトの構造に注目した。本研究では、スプライトで最も発光が強く、柱状になっている部分をストリーマー、ストリーマー上部のもやをヘイロー、ストリーマー下部の髭のような部分をテンドリルと分類した(図5)。スプライトの形状ごとの発生件数は、ストリーマー単体が56件、ストリーマー+ヘイローが22件、ストリーマー+ヘイロー+テンドリルが5件、ストリーマー+テンドリルが5件、その他が3件であった(図6)。

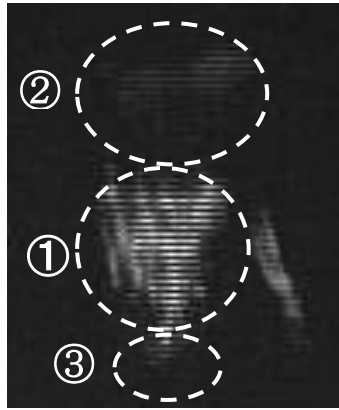


図5 スプライト部分別名称

(① ストリーマー、②ヘイロー、③テンドリル)

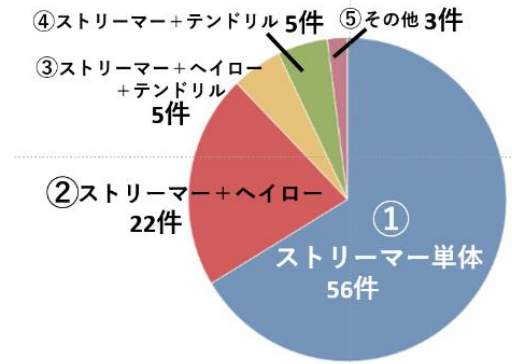


図6 スプライトの部分別発生件数

さらに、ストリーマー単体のスプライト発生地点周辺にはまばらな落雷が見られ(図7)、ヘイローとテンドリルを伴うスプライトの発生地点周辺には局地的な落雷が確認された(図8)。これらのことから、発生に必要なエネルギーは、ストリーマー単体が最小であると考えられる。よって、ストリーマー単体で構成されている扇型よりも、ヘイロー、テンドリルを多く伴うスプライト群型の方が発生に必要なエネルギーが大きいと考えられる。



図7 ストリーマー単体のスプライトの発生地点周辺の落雷発生地点  
(GVP Weather より引用、加筆)

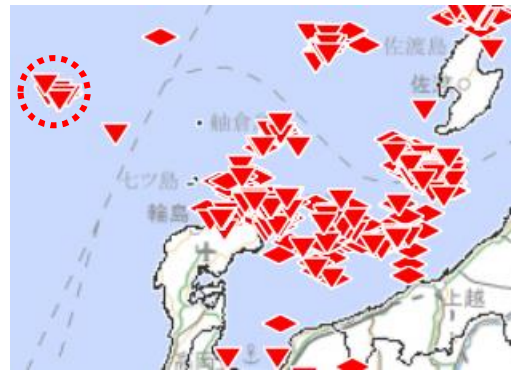


図8 ヘイローとテンドリルを伴うスプライトの発生地点周辺の落雷発生地点  
(GVP Weather より引用、加筆)

(3) 移動型スプライト発生時の気象条件

2023年7月12日は、図9-1の天気図より、移動型スプライトが発生した日本海中部は低気圧に覆われていたことが分かる。また、同時刻の雨雲レーダー画像(図9-2)より、能登半島に線状降水帯が発生し、50mm/h~80mm/hの降水が確認された。

2023年8月27日は、図10-1の天気図より、日本は低気圧に覆われ、また、太平洋に2つの台風が発生していたことが分かる。また、同時刻の雨雲レーダー画像(図10-2)より、能登半島北部では20mm/h~50mm/hの局所的降水が確認された。



図9-1 7月12日21時の天気図  
(tenki.jpより引用)

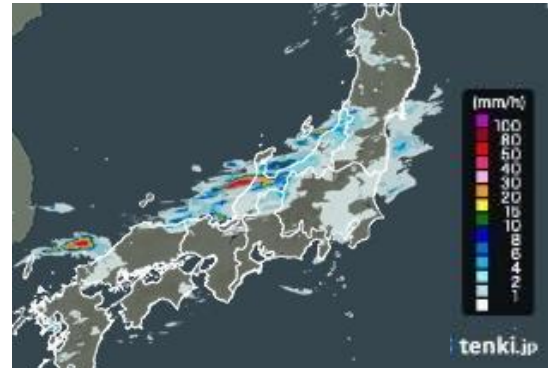


図9-2 7月12日21時の雨雲レーダー画像  
(tenki.jpより引用)



図10-1 8月27日3時の天気図  
(tenki.jpより引用)

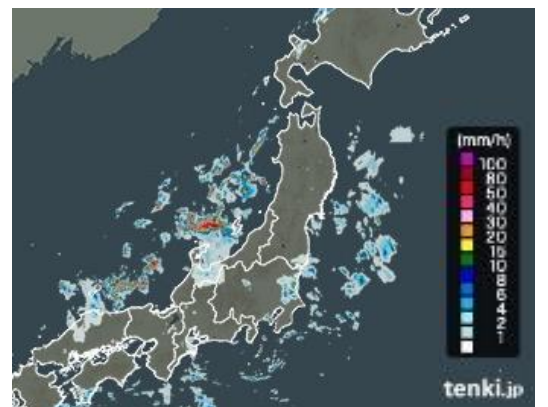


図10-2 8月27日3時の雨雲レーダー画像  
(tenki.jpより引用)

## 5 結論

4(1)より、移動型スプライトが移動して見えるのは、複数のスプライト群を発生させる落雷が連続して複数発生しているためである。

4(2)より、発生に必要なエネルギーは扇型よりスプライト群型の方が大きい。

4(3)より、移動型スプライトの発生には低気圧と局地的降水が必要である。

## 6 今後の展望

- 2点観測を行うことのできた、より正確なデータを使用して分析を行う。
- 移動型でないスプライトとの比較を行い、移動型スプライト限定の気象条件を解明する。

## 7 参考文献

- 宇都宮權・上川敬人, 2022, 冬季スプライトの形状と気象条件の関係
- 気象庁 Japan Meteorological Agency
- GVP Weather
- tenki.jp

## 8 謝辞

研究に協力していただいたふじのくに環境史ミュージアム客員研究員の青島晃先生、静岡県立大学教授の鴨川仁様、静岡県立大学研究員の鈴木智幸様、地学部の皆様に改めて感謝申し上げます。