高高度発光現象の観測にむけて

４年Ｃ組　大鳥　佐紀
４年Ｃ組　栗生　優芽
指導教諭　藤野　智美

１．要約

私たちサイエンス研究会地学班の研究テーマの一つに高高度発光現象の観測がある。現在、高知工科大学と全国 29 の SSH 校が連携してスプライトの同時観測に関する研究会立ち上げており、昨年から本校もその参加校として活動している。そして今年、私たちは「高高度発光現象同時観測に関する平成 21 年度第一回研究会」に参加した。ここでは研究会での活動内容および今後の展望について報告する。

キーワード　高高度発光現象、スプライト、ジェット、同時観測

２．研究背景

地学班の中で天文に興味のある私たちは、高高度発光現象の一つであるスプライトの研究を先輩方から受け継ごうと考えた。そこで、高高度発光現象とはどういった現象なのかを知るところから始めた。次に観測の準備として、カメラの組み立てと画像取り込むソフトウェアである UFO Capture の試行を試みた。しかし不明な点がいくつか見つかったため、研究会に参加しこれらの疑問点を明確にしようと考えた。加えて、高高度発光現象を観測するにあたって注意すべき点や、調べる必要のある事柄を知り、今後の活動に方向性をあたえることも目標とした。

３．研究内容

（１）高高度発光現象とは

高高度発光現象とは、高度約 40～90km の上空で起こる瞬間的な発光現象のことを指す。スプライト、ジェット、エルブス、ハローなどがあり、発光形態や高度は各現象によって様々である。

（２）スプライトとは

高高度発光現象の一つで、主に中間圏（高度 50km～80km 付近）で起こるとされている。

雷や雷雲に帯電されている電子が窒素分子に衝突し、窒素分子が負電荷によりイオン化され発光したものであると考えられている。オレンジ色あるいはワインレッドに光り、筋状の構造を持つ。また、スプライトは天の川の数千倍から数万倍の光度をもつ発光現象である。その発生場所や時刻を予想することは難しいが、運が良ければ肉眼で見ることもできる。

スプライトは、発光形態の違いから「キャロットスプライト」と「カラム状スプライト」の２つに大別される。「キャロットスプライト」は人参の形をしているのに対し「カラム状スプライト」はそれを束ねたよ

うな形をしている。この２つの本質的な違いは、もととなる雷放電の発生時刻からの遅延時間の差と、発光の広がりの違いにある。以下にキャロットスプライトの図を示す。

図１　キャロットスプライト

（３）同時観測の意義

この研究会では、同時観測が大きな目標のひとつに挙げられており、多くの学校がいくつかのブロックに分かれて同じスプライト現象を撮影することを試みている。このように同じ時刻に同じスプライトを他地点から観測することにより、高さ・場所などの立体構造の解析ができるようになる。

また、多数の同時観測データを集めることにより、広範囲での空間分布や出現状況の変化なども調べることができる。この分野での同時観測は世界的に見ても数が少なく、本研究会での同時観測には大きな意義がある。

（４）本校の活動

[1]カメラの組み立て

スプライトの撮影に用いる超高感度ビデオカメラ(Watec Neptune-100)を組み立てた。「高校生天体観測ネットワーク編　スプライト観測ハンドブック 2005」を見ながら、必要な物やそれぞれの部品の役割、操作を確認した。

[2]UFO Capture ソフトの使用

UFO Capture とは動体自動検出用ソフトウェアである。このソフトウェアは入力ビデオ信号の変化を捉え、突発現象の開始数秒前から終了の数秒後までの動画をパソコンのハードディスクに記録することができる。しかし、カメラ視野の中での変化を感知し記録する仕組みになっているため、虫や鳥、宇宙線などを撮ってしまうことも多い。そのため、人がデータフォルダの画像を目視し、必要なデータのみを取り出すという作業が必要になってくる。

このソフトウェアの試行を試みたが、設定方法の理解が困難であった。そこで、研究会でこのソフトウェアの使い方についての情報を得ることにした。

[3] 研究会への参加

10 月 24 日、25 日の２日間、大阪府立三国丘高等学校を会場として「高高度発光現象同時観測に関する平成 21 年度第一回研究会」が開かれた。本校からは一日目は栗生、二日目は大鳥が参加した。日程別の研究会の内容を、それぞれ以下に報告する。

● 1 日目(10 月 24 日)

１日目の研究会では全国 SSH コンソーシアム参加各校からの報告後、初のアマチュア観測者によるスプライト観測に成功した植原敬さんにお話を聞かせていただいた。

ⅰ)各校からの報告内容

〇観測方法について〇

各校で行われている以下のような観測方法の報告があった。

・スプライト発光持続時間と、雷発光開始からスプライト発光開始までの時間の観測について
・スプライトの画像の色解析について
・発光時間、形状、発生位置、気象条件、地形との関係について

〇観測結果と考察について〇

各校での観測結果とその考察について、以下のような報告があった。

・スプライトの発生頻度はカラム型がキャロット型を上回っていた
→発光に必要なエネルギーはカラム型の方がキャロット型より小さいのではないかという仮説が立てられる
・高度が上がるほどカラム型スプライトは赤くなる
・スプライトは低い周波数の電磁波を発生している
・雷が多い月にスプライトを多く観測できるという傾向がある
・南九州では、種子島北部の海上で多くスプライトを観測できる
・ジェットは対流圏、成層圏、中間圏、熱圏の四層にわたって発生する
・エルブスの形状が楕円形である可能性を発見した

〇工夫点について〇

・カメラの視野に自動車や家の光が入らないように斜め上に向ける
・夜間はカメラの後ろに暗幕を引き、窓からの映りこみを防ぐ
・グラウンドの照明や外灯の影響を軽減するため、ガラス下面は黒画用紙で遮光する

ⅱ)アマチュア観測者　植原敬さんのお話を聞いて

植原敬さんはNMS（日本流星研究会）の会員であり、子供の頃から天体に興味を抱いていたという。天体観測やプラネタリウムの自作など、とにかく星が大好きであった。そんな彼は2003年12月16日、いつものように大阪市東淀川区の自宅で流星観測を行っていた。午前2時過ぎ、冬季雷を伴う上方への放電現象をCCDカメラによって撮影し、後にそれがスプライトであることがわかった。これが初のアマチュア観測者によるスプライト観測となった。また、UFO Captureはもともと防犯用のソフトウェアであったが、流星観測に使えるのではないかと目をつけた彼は、SonotacoにUFO Captureを天体観測用に改良してもらえるよう頼んだ。こうして流星をはじめとする天体観測は、高校生にもできる、より身近なものとなった。

彼は今まで、流星やスプライトの他にも様々なものを観測している。その例として、とても強い光を放つ魚群火球や、地球の周りを火のついたまますり抜けていったアースグレージング火球などが挙げられる。また、型にはまらない変わったスプライトも観測しており、ジェット状に次々と上に上がっていくスプライトや、1回消えかけてまた発光する、発光時間の長いスプライトなども観測している。

今回の研究会で上記の現象の映像を見せていただき、私はとても衝撃を受けた。その理由は、今までのスプライトに対する画一的なイメージにあてはまらないものであったからだ。植原さんにお話を伺うことで、スプライトは観測史の浅いものであり、これからの観測によって新たな物事が発見される可能性は無限であるということが実感

できた。

●２日目(10 月 25 日)

２日目の研究会では、前日の全国 SSH コンソーシアム参加各校からの質問への回答が行われた。その後、観測地点ごとのグループ討論によって各校の進行状況や今後の情報共有の方法が確認された。

ⅰ)質疑応答で学んだこと

以下に示すような観測に関わる具体的な作業方法について学ぶことができた。

・UFO Capture の設定や時刻合わせの方法
・同時観測における高高度発光現象の解析方法
・スプライトの電波観測の方法
・高高度発光現象の解析に必要な UFO Analyzer というソフトウェアの使用方法

ⅱ)グループ討論

グループ討論では、観測地点ごとにグループに分かれて、今後の観測の方針と各校の役割を確認した。本校の観測地点は福井県・京都府に面している若狭湾上空であり、同時観測の可能な同地点観測校(大阪府泉北高等学校・香川県三本松高等学校・高知県高知小津高等学校など）とグループ討論を行った。この討論では、各校での画像処理に関する情報交換が行われた。

５．まとめ

今回、研究会に参加し、他校の高高度発光現象の観測状況や工夫点について知ることができた。また、自分たちの疑問点や観測の注意点およびソフトウェアの使い方等を知ることができ、これからの本校における観測の道筋が見えてきた。また、アマチュア観測者の植原敬さんのお話を伺うことで、より天体に興味を持つことができた。同地点観測校ともグループ討論ができ、今後の同時観測におけるコンソーシアムとしての意義を見出すことができた。

６．今後の展望

研究会の参加目的にも記したが、まずカメラで現象を撮る練習をする。それによってピント合わせがより上手くできるようになるため、スプライトの観測の前段階として、様々な現象の撮影を練習として行うことが必要である。また、今回の研究会で得た情報を活用し、UFO Capture と UFO Analyzer を使いこなせるように練習する必要がある。最終的には、高高度発光現象に対する仮説を立て、観測で確かめること、同地点観測校との同時観測を行い、現象の空間分布や出現状況の変化を調べることを目標とする。

７．参考文献

[1]「高校生天体観測ネットワーク編　スプライト観測ハンドブック 2005」
[2]「Sprite Journal 2005 Autumn-Winter」http://sonotaco.sub.jp/sprite/Sprite3/200510/index.html
[3]「SonotaCo.com★ソノタコドットコム」http://sonotaco.com/

８．謝辞

今回の研究にあたって、ご指導してくださった藤野先生、研究会においてボランティアとしてお話をしてくださった植原敬さん、観測方法を教えてくださった高知工科大学の先生方、他校の研究協力者の方々に心より御礼申し上げます。