

3. 高高度発光現象「エルブス」に伴う縞構造の発見と電離圏擾乱との関係 その2 —特にエルブスの輝度分布について—

静岡県立磐田南高等学校 地学部スプライト班
2年 柿澤文哉 梅野禎彦 池田純一 伊藤真悟
1年 白畑風太郎 高田侑弥 横山達郎

1 動機・目的

私たちは 2007 年度より高高度発光現象の観測を行っている．2012 年 1 月 31 日 22 時 41 分 38 秒に観測したエルブスには，図 1 の通り縞模様があることを発見した．同時観測をした香川県立三本松高校のエルブスにも図 2 の通り同様の縞模様が写っていた．よって，この縞模様はエルブスと両校の間にある対流圏内の雲の写り込みではないことになる．

ところで、今まで観測したエルブスには縞構造は見られなかった．また、文献を調べてもこのような縞構造の報告はない．そこで、昨年度はこのエルブスの縞構造の正体は何か、またなぜ縞構造が現れたのかについて調べた．この結果、エルブスの縞は中規模伝搬性電離圏擾乱がエルブスと何らかの干渉を起こして発生したことを明らかにした．

今年度は縞を伴うエルブスの形状に着目した．エルブスの形状は文献によると同心円状であることが知られている．しかし，昨年度の観測と計算結果は，図 3 のとおりエルブスの中心がずれた楕円状であることを示し，エルブスが同心円状であることを証明できなかった．そこで今年度は，エルブスが本当に点対称の同心円状であるかどうかをエルブスの明るさ（輝度）の分布から検討を行った．また，縞の部分とそれ以外の部分との輝度の違いについても検証した．



図1 磐田南高校が撮影したエルブス



図2 香川県立三本松高校が撮影したエルブス

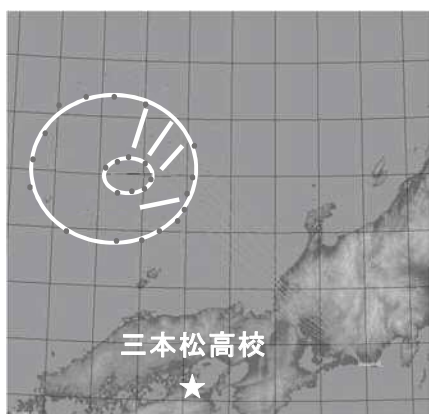


図3 エルブスの輪郭と縞の位置

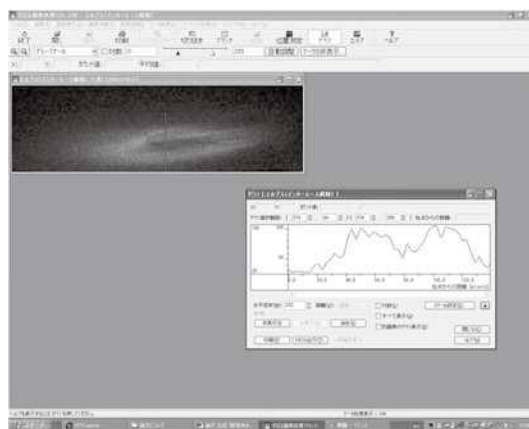


図4 天体画像解析ソフト「Makali」起動画面

2 方法

エルブスを高感度 CCD カメラ (WATEC-100N) を用いて撮影し、動体検出ソフト UFO Capture で撮影した画像をパソコンに取り込んで記録した。エルブスの正確な発生時刻は、多地点観測の際に重要なので、1/100 秒の精度を持つ GPS 時計をパソコンの内部時計と同期させ、時刻情報も同時に記録した。

これらの方法によって撮影されたエルブスには、ビデオキャプチャーによる走査線が走っていたため、画像修正ソフト「Photoshop」を用いてインターレースの解除を行った(図5)。さらに、トリミングを行いエルブスの部分のみを抽出した。

次に、天体画像解析ソフト「Makalii」(図4)の測光機能を利用して、エルブスの左端から右端にかけて10pixels間隔で70の上下方向の側線を設定し(図6)、その側線に沿った輝度を計測した。さらに、その輝度を各側線に沿って積分してエルブスの輝度を求めた。



図5 インターレースを解除し、トリミングを行ってエルブスを抽出した画像

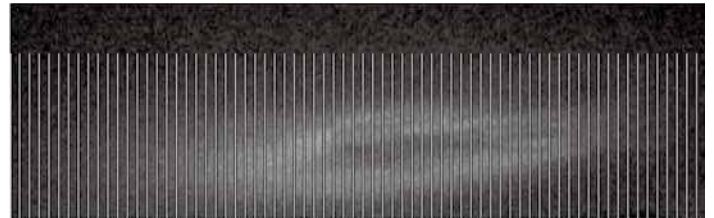


図6 測光を行う線分を70本置いた画像

3 結果

図7はエルブスの輝度の積分値の水平方向の変化を示している。図7より、リングの外側から中心に近づくほど輝度が増加するといった傾向は見られるが、輝度は完全な左右対称ではなく最大輝度は内側のリングの西側で、リングの中央部は最大輝度よりやや低い値を示している。また、縞との関係では、縞のある右側と縞の無い左側を比較すると、縞の無い左側の方が中心から外側に向かうにつれて輝度の減り方が大きくなることが分かった。

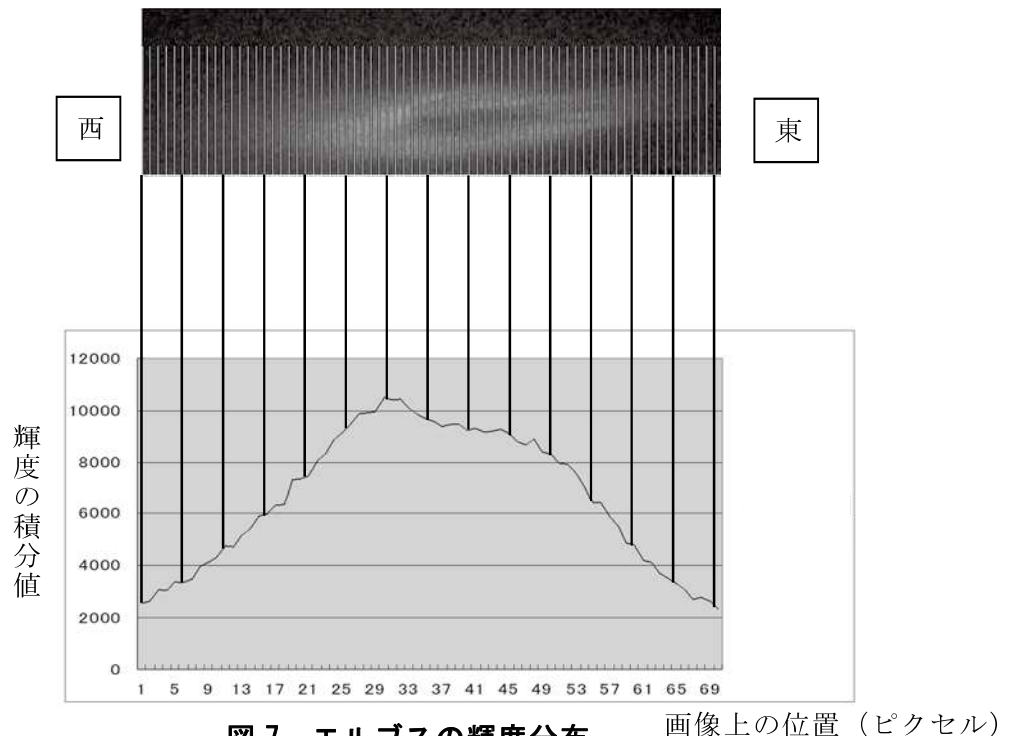


図7 エルブスの輝度分布

画像上の位置 (ピクセル)

4 考察

エルブスがもし完全な同心円状ならば、図 8-a のように輝度は左右対称に分布すると考えられる。しかし、同心円の中心がずれていると図 7-b のような輝度の分布になる。今回分析した図 7 は図 8-b と形状が類似していることから輝度が左右対称ではなく、輝度の中心の位置が東側に偏っている。従って、エルブス全体が完全な同心円のリング状ではなく、リングの中心の位置が東側に偏っていることを三角測量から求めた形状だけではなく、輝度の変化の分析からも証明できた。

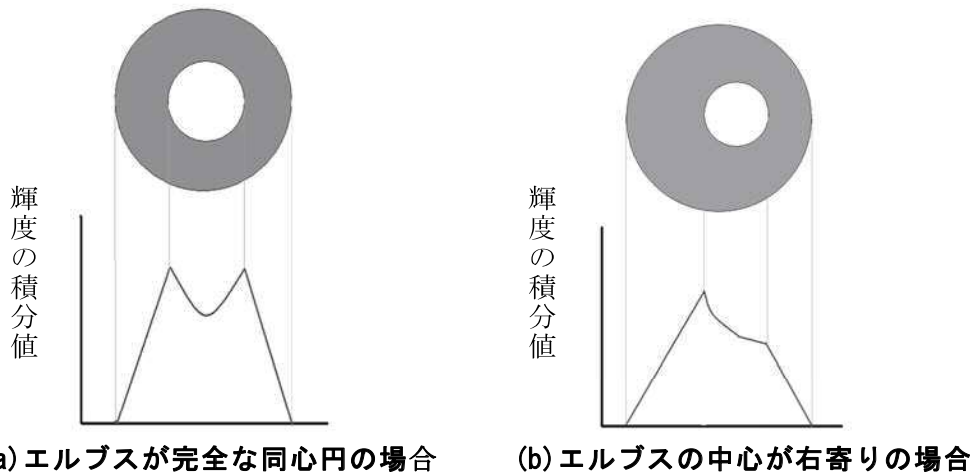


図 8 エルブスの輝度分布のモデル

5 結論

2012 年 1 月 31 日 22 時 41 分 38 秒島根県沖北方、高度 93 km で発生したエルブスに現れた縞構造は、中規模伝搬性電離圏擾乱 (MSTID) と干渉をおこして出現した縞である。

エルブスは、完全な同心円ではなく内側の楕円の中心の位置が東側にずれた楕円で、外側の楕円の長半径は 316km、短半径は 313km、内側の楕円の長半径は 60km、短半径 53km である。また、エルブスの輝度の分布からエルブスが左右対称の同心円でなく中心がやや右寄りの円であることが分かった。

6 今後の課題

エルブスや縞の色は不明なため、RGB のフィルターを用いて観測を行い、色の解析を行う。また、イオノゾンデによる観測で集められた多くの電離層のデータのうち、今回使用した電離圏 F 領域のピーク高度以外の観測値とも比較する。さらに SSH コンソーシアムでスプライトの共同研究に参加している他の高校でも、縞を持つエルブスを観測したことがないか調べ、より正確に縞の構造やエルブスとの関係を研究する。

また、エルブスの形状が完全な同心円でないことは、今回の縞のあるエルブスだけに見られることなのか、それとも多くのエルブスに見られる一般的な現象なのかは、もっと多数のエルブスについて同様の解析を行い、検討する必要がある。さらに、縞のある位置がエルブスの東側であり、これがエルブスの形状に影響を与えている可能性がある。これについても今後検討する必要がある。

7 謝辞

この研究を行うにあたり、名古屋大学太陽地球環境研究所教授塩川和夫先生、北海道大学大学院理学院教授高橋幸弘先生、高知工科大学准教授山本真行先生にご指導いただきました。また、香川県立三本松高校さんにご協力頂きました。心から感謝申し上げます。

8 参考文献・ホームページ

参考文献

- ・津川卓也（編）（2006）「中低緯度における電離圏擾乱」（講演：大塚雄一），MTI ハンドブック
- ・細川敬祐（編）（2006）「電離圏・熱圏大気波動の低緯度伝搬」（講演：久保田実），MTI ハンドブック
- ・はやのん（2006）『超高層大気ってなんだ！？』名古屋大学太陽地球環境研究所

参考ホームページ

気象データ，画像

「高知大学気象情報頁」 <http://weather.is.kochi-u.ac.jp/>

「気象庁」 <http://www.jma.go.jp/jma/index.html>

イオノゾンデ観測データ，イメージ画像

WDC for Ionosphere, Tokyo, National Institute of Information and Communications Technology」 <http://wdc.nict.go.jp/IONO/HP2009/ISDJ/>

wdc.nict.go.jp/IONO/contents/J021_Ionogram.html

大気光画像

「超高層大気イメージングデータベース」

<http://stdb2.stelab.nagoya-u.ac.jp/omti/index.html>