

太陽観測衛星「ひので」のデータを学校教育へ活用する

時政典孝(兵庫県立西はりま天文台公園)、矢治健太郎(立教大学)、PAONETひのでデータ活用WG

概要

太陽観測衛星「ひので」は、2006年の打ち上げ後、太陽表面の精細な画像やコロナの観測を続けています。そのデータは、JAXAが運用するDARTSというインターネット上の観測衛星の画像アーカイブへ、FITS形式で保管されています。データは観測後2日後には公開されるので、解析の手法を得ておけば、自身の地上観測とひのでのデータを比較したり、実習カリキュラムで紹介する以外の現象についても解析することが可能です。

ひのでデータのうち、今回は、カルシウムH線で観測された太陽のプロミネンスの画像から、高校生らがプロミネンスのガスの動きを調べる実習カリキュラムを制作する試みについて紹介します。

サンプルのイベントでは、解析の結果、プロミネンスが等加速度運動を示します。この運動が何によって起こっているのか、太陽の重力と比較し検討する実習としたいと考えています。うまく行けば、紹介する実習カリキュラムは、自然現象である天体のガスの動きを使って、物体の落下運動を学べる良い教材となると考えています。

今後さらにコロナの温度診断や、太陽表面の温度診断を行う実習などの開発に努めたいと考えています。



はじめに

科学観測によって得られたデータは、科学研究へ用いられることのみならず、科学教育へも用いることができます。学校教育での教科書に出てくる学習や公式の暗記以上に効果的な実習として学べる場合があります。

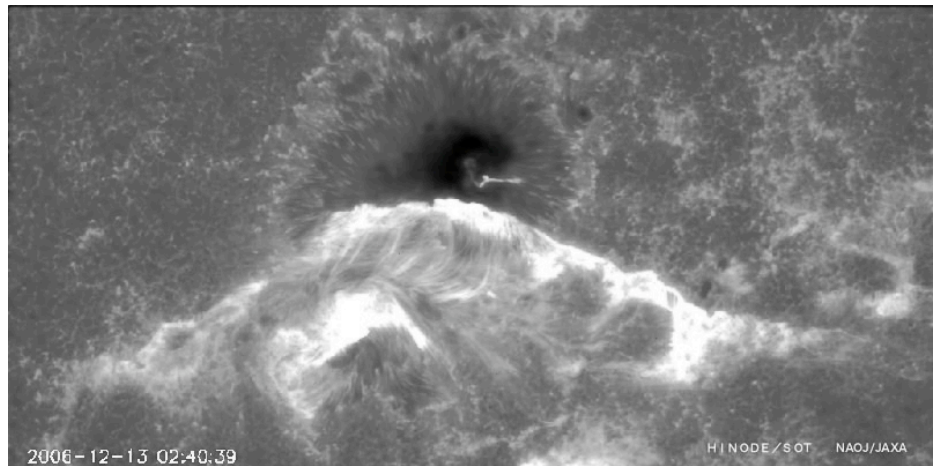
2006年9月に打ち上げられ観測を続けている太陽観測衛星「ひので」は、太陽観測衛星としては世界最大の口径で高い空間分解の望遠鏡

を備えています。また、地球を

周回する際の衛星の挙動を最低限に押さえる技術を伴って、高精細な画像を時間頻度高く得ています。ひのでの観測データに見るダイナミックな太陽の活動は、驚きと感動を与えてくれます。

一方で従来の地上観測によるデータでは、地球大気の揺らぎによる位置や明るさの変動が大きく、データ解析を行う上で困難を伴います。教育へ活用するにも、解析しやすいデータを得る必要があり、良い教材を作りにくくなります。ひのでのデータは、高精細な画像であるため、それらを解決でき様々な教材を作りやすいと言えます。さらに、観測後2日後には公開されるひのでのデータは新鮮味があり、高校生らが高い目的意欲を持って調査研究へ取り組みると考えます。

今回は、このひのでのデータを活用して、フレアを起こしたあとに作られるループ状のプロミネンスが動いていく様子を調査する実習カリキュラムの制作について実例を示しながら紹介します。



実習の流れ

プロミネンスの動きを調べる調査研究は以下のような流れで実習を行うものです。この実習の流れは、後の項で紹介している他、http://www.nhao.jp/~tokimasa/DARTS/darts_hinode.html 中の左側ウィンドウ下の方にある「研究テーマ例」にて紹介をしています。ここでは概要を紹介します。

(1)DARTSからデータをダウンロードする。

DARTSのページからは、以下の2つの方法でデータをダウンロードできます。

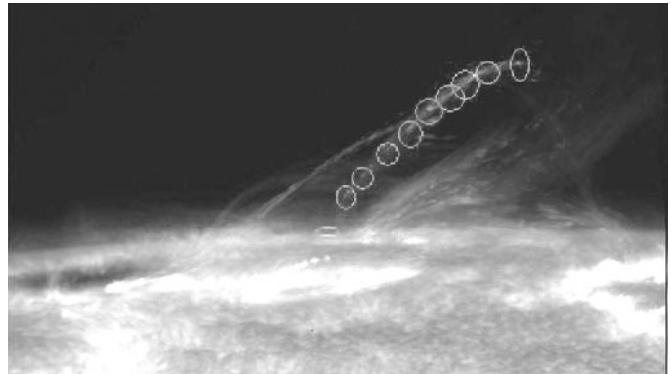
(1)-2:ファイルコピーのようにしてダウンロード
DARTSのページからファイルコピーのようにして、データをダウンロードすることができます。観測装置や観測日時に分かっている場合に便利な方法です。観測装置や観測日時などの情報を入力する必要がありますので、あらかじめこれらを調べておく必要があります。

(1)-2:データを検索してダウンロード
DARTSのページからデータを検索して一括ダウンロードできます。検索条件に当てはまるデータを一括してダウンロードする場合に便利です。



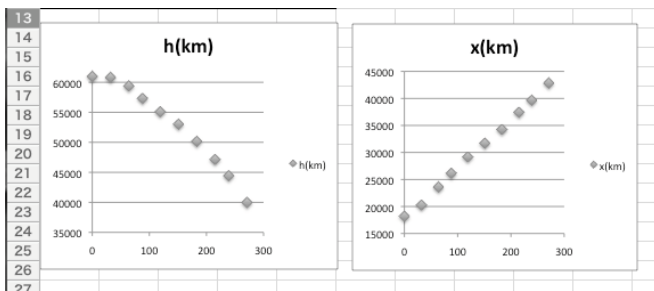
(2)プロミネンスを表示してガスの位置座標(x,y)を測定する

ダウンロードしたFITS画像を、マカリなどのFITS画像が表示でき、画像上の位置が示せるソフトを使って、時間経過とともに動くプロミネンスの明るく輝くガスの位置を調べます。調べた画像上のガスの位置を、エクセルへ入力していきます。



(3)グラフを作成して結果を得る

求めた位置座標を実際の距離に変換し、時間に対する動きのグラフを水平方向と鉛直方向について作成します。



(4)ガスの運動を考察する

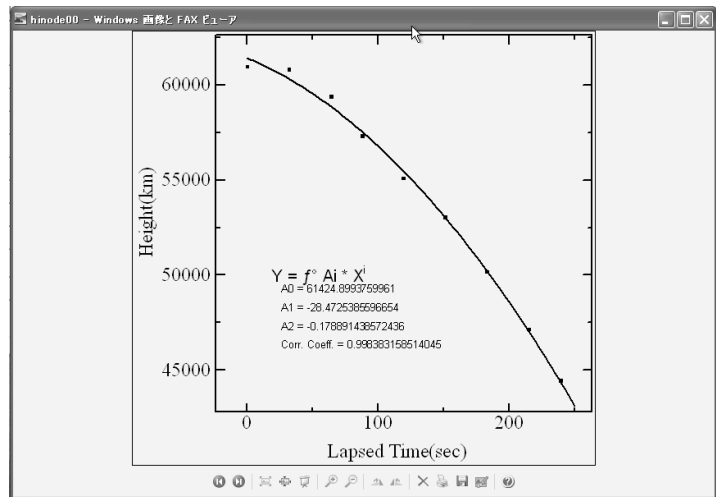
得られたグラフから、左は鉛直方向の動きで、右は水平方向の動きです。用いたサンプルの解析では、水平方向は等速運動で、鉛直方向は等加速度運動となっているようです。

まず、水平方向の動きが等速運動であることは何を示しているのかを考察します。プロミネンス周囲のコロナのガス圧が高くプロミネンスのガスの運動に摩擦や抵抗が働けば減速するはずですが、等速運動をしているということは、コロナ中のガスが希薄であることが推測されます。

また、鉛直方向のガスは何によって等加速度運動するのかを考察したい。まず考えられるのは、太陽の重力による落下運動です。plot32というフリーウェアのグラフツールを使って、ガスの鉛直方向(y)の移動距離の時間変化をグラフにし、どんな関数で近似されるのかを調べてみたところ、 $h = -0.18t^2 - 28.5t + 61400$ という関数に近似されます。

一方で落下運動は、 $h = 0.5gt^2 + v_0t + x_0$ で表されますので、プロミネンスのガスの動きは、下方に 0.36 km/sec^2 の

重力加速度を受けていることになります。では太陽の重力加速度は 0.36km/sec^2 なのでしょうか。理科年表によりますと 0.27km/sec^2 となっています。 0.09km/sec^2 の差は何によるのでしょうか。太陽はガスが電離したプラズマ状態の物質です。太陽には磁場が存在し、太陽表面、特に彩層やコロナの物質の運動は磁場の影響を受けています。0.09という差は、磁場の影響を受けている数値ではないかと推測されます。
 ※Microsoft Excelの「ツール」->「ソルバー」にて近似関数を求めることもできます。アドオンインストールが必要です。また各計測点における速度差からも加速度が求められます。



今後の課題

紹介したプロミンスの動きの実習を、paofitsの教材として、教師用指導手引きと生徒用ワークシートを作成したいと考えています。私は学校教育の現場の状況について、詳しい理解をしていないので、みなさんご意見をください。さらに、ひのでのSOT(可視光磁場望遠鏡)による粒状斑の画像から、粒状斑の温度構造が分かるような実習や、XRT(X線望遠鏡)によるコロナの画像から、コロナ中のループ構造の温度が分かるような実習を作っていきたいと考えています。