

太陽-地球系の新しい視点 - 変動する太陽環境の中の地球

Earth in the heliospheric environment

中井 仁[1]; 荻島 智子[2]; 森尻 理恵[3]

Hitoshi Nakai[1]; Tomoko Ogishima[2]; Rie Morijiri[3]

[1] 茨木高校; [2] 目白学園中・高校; [3] 産総研

[1] Ibaraki High School; [2] Mejiro Gakuen Junior and Senior High School; [3] GSJ,AIST

地球電磁気・地球惑星圏学会は、自然界における電磁気的現象を研究している。その研究領域は、地球内部磁場や古地磁気のように固体地球を対象とする分野から、熱圏、電離圏、磁気圏、そして惑星間空間、太陽、惑星、銀河系に至る宇宙を対象とする分野まで、多岐に渡っている。本稿は、特に太陽-地球系で起こる現象について、最近の知見をまじえて紹介する。また、プレート・テクトニクスの確立に貢献した古地磁気と大陸移動との関係について、図上演習を通して理解するための実習シートを、論文集に添付する。

人工衛星による観測が可能になった1960年代以降、地球環境が太陽活動の動的な影響を常に受けていることが分かってきた。オーロラの出現や地表における地磁気の短期変動は、地球磁気圏が太陽活動の影響を受けて起こす擾乱がその原因である。また、通信や資源探査などのために、人工衛星を利用することが日常化した今日では、太陽活動の影響が社会的な注意を引く事態に至る場合がある。たとえば、2000年7月の観測衛星「あけぼの」の事故や、2003年10月に起こった資源衛星「みどり」の事故は記憶に新しい。事故そのものは避けるべき事ではあるが、身近に報じられた事故が一般の人々の地球近傍宇宙への関心を惹起することにもなった。

従来から高校「地学」の教科書には、「太陽風」や「磁気圏」等の用語の紹介が含まれている。しかし、そこから得られる太陽-地球系の概念は、太陽の活動は地質学的な時間スケールにおいて安定していて、地球は太陽から定常的かつ永続的な影響を得て存在し続けている、というものである。本稿では、太陽-地球系のもう一つの側面に触れ、地球はダイナミックに変動する太陽環境の中にあり、その変動に対して地球が、磁気圏を介して複雑で興味深い応答をしていることを紹介する。

まず始めに、高校生に授業をすることを念頭において、以下のような構成を考えた。(1)太陽の光：太陽光のスペクトルを紹介し、電磁波の種類をあげる。可視光線以外の周波数域を観測することによって、より多くの情報が得られることに気づかせる。

(2)太陽のエネルギー源：太陽の標準モデルに因って、内部の物理状態を説明。核融合反応、エネルギーの伝搬についての考察を行う。

(3)光球面とコロナ：太陽表面の物理状態について説明する。スペクトル管による輝線、および太陽光の暗線の直視観測を行い、それぞれについての意味を説明する。

(4)黒点：黒点の画像から太陽の自転速度を計算する。微分回転、太陽磁場および黒点の11年周期変化、蝶型図を示して、バブコック説を紹介する。

(5)フレアとコロナ爆発：フレアの画像を示し、フレアのモデルを説明する。コロナ爆発(CME)について触れる。フレア発見の歴史にも触れる。

(6)太陽風と惑星間空間磁場(IMF)：太陽風の観測例を示し、太陽風速度の周期的な変化から太陽の自転との関係に気づかせる。磁場の凍結についての定性的な説明を行う。

(7)磁気圏とオーロラ：磁気圏の形成を説明して観測データを示す。オーロラの画像を示し、オーロラがIMFと地球磁場の相互作用によって生じることに気づかせる。

(8)宇宙天気：コロナ爆発の一例を挙げ、コロナ観測から地表観測に至る過程を、データをもとに解説する。

(9)地球大気と温室効果：金星、火星の大気と比較しながら地球大気が保っているバランスに気づかせる。温暖化を題材にして地球大気の熱収支について述べる。

このプログラムには、直視分光器による太陽光観測や、直達日射量の測定といった生徒実験、あるいは黒点映像を使った太陽の自転周期の計算等の図上演習が含まれる。授業時数にすると、推定で15-20時間分の内容になる。論文集には第7,8節を掲載する。講演では、第8節のみをとりあげ、CMEによる衝撃波伝搬のモデルを、観測データに拠って紹介する。