

〈天体列伝(20)〉

太陽コロナ

月が太陽を隠した瞬間に現れるコロナ。その姿は音もなく空を行く鳥の姿にも似て、静まりかえって見える。しかし「ようこう」のX線望遠鏡でみると、それはさながら地球の創世紀の如く沸き上がり、煮えたぎった世界である。その姿は、今までのコロナに対する見解の改革を、我々に迫っているかのようだ。

1. コロナとは

太陽コロナと聞けば、先ず誰でも思い出すのは皆既日食の時に見られる後光のような光であろう。コロナの存在そのものは古くから知られていたが、その温度が100万度以上もあることが明らかになったのはわりに最近の1940年のことである。これは、コロナで観測される輝線スペクトルが、高温で希薄な大気中でしか存在しない、電子が十数個はぎとられた鉄の原子が発する禁制スペクトル線であることが判明したことによる。高温のコロナにおいては、高速で飛び回る電子によって散乱される光球の光は強いドップラー偏移を受けるため、いわゆる「真珠色」のコロナが見えることとなる。

コロナを観測するには

試しに親指の先か何かで太陽を隠してみたとしても、コロナを見ることは出来ない。それは地球大気による強い散乱光のため、せいぜい満月程度の明るさしかないコロナの光が隠されてしまうためである。そこで宇宙空間に出て観測することを思い付くのであるが、宇宙に出れば超紫外線やX線での観測が可能となり、地上からは得られない多くの情報を得ることができる。現在、太陽観測衛星「ようこう」が、毎日第1図に示すようなX

線コロナの映像を送って来ているのは皆さん良くと存じの通りである。

コロナの構造

さて、第1図に示した「ようこう」による太陽コロナのX線画像には、色々な構造が見られる。そこで日食のときに得られたコロナの写真と、太陽光球面上の磁場の分布から推定したコロナ中の磁力線の形を比較して見よう(第2図)。南半球に見られる、鳥の羽根のように拡がった明るい構造はヘルメットストリーマと呼ばれる。このような構造は閉じた磁力線が集まっている領域、すなわち磁場の極性の異なった領域の境界に沿って形成され、根元の中央にプロミネンスが見られることが多い。第1図の「ようこう」X線写真では、ヘルメットストリーマは光球面(黒く見える)の中央より左上のループの連なりに相当する。なお中央の少し上の輝いた領域は、プロミネンス爆発に伴って発生した、アーケードと呼ばれる構造である。

再び第2図にもどると、太陽の南北の極域上空に見られるコロナの暗い領域は、磁力線が開いた場所、つまりN極かS極の一方だけの極性の磁場が集まった領域に相当する。これを第1図のX線画像で見ると、画面の中央の、北極から南極にかけて見られるコロナの暗い部分に相当する。この構造は「コロナホール」とよばれる。コロナホールからは秒速で600-700 kmに達する高速のプラズマ流である「太陽風」が吹き出している。

コロナはどうして高温なのか

コロナが熱放射によって失うエネルギーの量は、太陽が放出している全エネルギーの約10万分の1にすぎない。これはコロナのような密度が低いガスは、熱放射による冷却の効率が悪いことによる。そこでコロナに流れ込むエネルギーの量が小さくても、高い温度が保たれるのである。コロナにエネルギーを運び込むメカニズムの一つとし

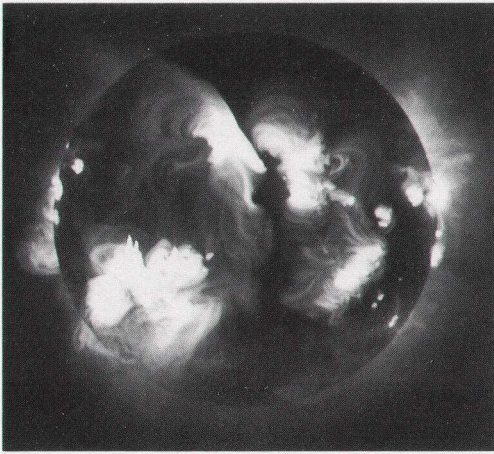


図1 「ようこう」軟 X 線望遠鏡 (SXT) によって撮影された太陽コロナ画像 (1991年9月28日)

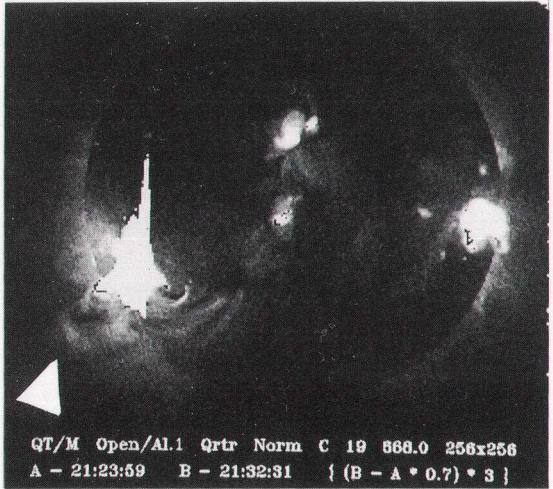


図3 1992年5月4日,「ようこう」で観測されたCME. 太陽の南東縁上に見える半円形の構造がそれ。

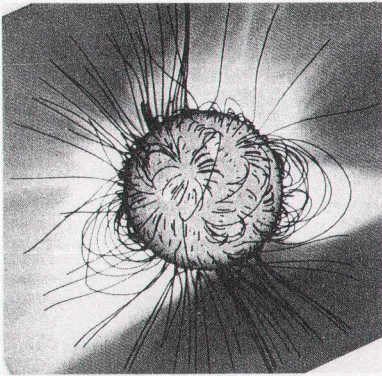


図2 日食で観測されたコロナ像 (1966年11月12日) と, 光球面磁場の分布から推定した磁力線 (G. Newkirk による)。

てこれまでは, 光球表面で発生する音波が衝撃波に変化してコロナを加熱する, といったことが考えられていた。しかし「ようこう」によると, 磁力線の存在を示すループ構造が激しく変化し, あたかもコロナ全体が煮えくり返っているような印象を受ける。このことはコロナの加熱を考える上で, 磁場とプラズマの両方が関係する過程を無視出来ないことを示しているようだ。

CME

コロナにおける突発的な現象として有名なのは, CME (Coronal Mass Ejection, コロナ質量放出) であり, 太陽フレアやプロミネンス爆発に伴って, 秒速数十 km から数百 km の速さでコロナの中を伝わる球面波状の構造として観測される。第3図に, 1992年5月8日に「ようこう」によって観測された X 線 CME の例を示す。CME はフレアが起きた時点では既にコロナの中に存在していることが多く, CME はフレアによって放出されるのではなく, 黒点群の周りの磁場構造の変化が CME とフレアの両方の原因となっているのかも知れない。CME の謎を解く上で, 「ようこう」の持つ意義は大きい。

渡辺 堯 (茨城大理)