

極大期のコロナ

秦 茂

極大期のコロナの話に入る前にコロナの形を支配している磁場—マグネティック・フィールドの占める位置について宇宙論の初歩の話をお借りして説明しようと思います。それからこの説明の中ででてくるマジック・ナンバーという言葉も耳に留めておいてください。現在、私達の物質世界は4つの力で支配されています。宇宙の初まりの時は一つの力だったのが宇宙が初まって 10^{-44} 秒たつと初めに重力が分離します。次に強い力、最後に弱い力と電磁気の力が分かれて現在の4つの力が出来たといわれています。

人間は良く始まりとか端とか聞くとはその端のその先はどうなっていたかと聞きたくなりますが、その宇宙の始まりについての話はホーキング教授や東大の佐藤勝彦教授の書かれた論文や本に詳しいし、これからの主題から外れますので先に進むことにしたいと思います。4つの力の中で比較的になじみの少ない強い力、弱い力というのは素粒子間の力です。簡単に説明いたしますと強い力は陽子と中性子をまとめて原子核を作り出す力で、弱い力というのは中性子がベータ崩壊を起こして陽子に変換する時の力です。重力、電磁気の力については物理の教科書で十分に勉強された事柄なので説明は不要だと思います。晩年のアインシュタインが、これらの4つの力の統一場理論を作るために没頭されたのは有名な話です。何故4つなのか？理由は分からないけれども、というのがマジック・ナンバーでアインシュタインもこのマジック・ナンバーをくずすことが出来なかったといわれます。

今回はこれらの中の電磁気の力についての話ですが、磁気の力については特に惑星間の物理の分野で長いことおきざりにされていました。それはこの分野を研究する手段として宇宙間を精密な磁力計を持って飛び回る人工衛星が必要なわけですから最近までおきざりにされていたのも当然のことです。

初期のこの種の研究としては人工衛星に磁力計をのせて地球の磁場を測定したIMP “インプ” 1号があります。その後1962年になるとマリナー2号が太陽風の測定をしています。それによると太陽風の速度としては $300-700 \text{ Km/sec}$ 、温度は $10^4 \text{ }^\circ\text{K}-10^5 \text{ }^\circ\text{K}$ 、そして磁場は3.5-6.5ガンマですが、先程の精密なという意味は太陽の一般磁場が1ガウスに対して平均の5ガンマとしてもその2万分の1の測定です(1ガンマ = 10^{-5} ガウス)。

太陽風について一寸ふれておきますと太陽の周辺に拡がっているコロナが100万度ー300万度といわれていますが、その太陽大気から放出されている毎秒100万トンといった量のプラズマの流れのことで現在、マリナー2号の測定によって色々のことが分かって来ています。最近のこの種の研究は太陽と地球磁気圏を調べるための衛星として“ジオテイル”衛星（地球磁気圏のシッポを調べる）“ウィンド”衛星（太陽風）ポーラー衛星などによって進められています。日本では2年前に打ち上げられた“あけぼの”衛星がオーロラ粒子の研究を行っています。ところで初期のインプ1号の結果のまとめとしては、ウィルコックス博士の4セクターモデルが有名です。さて地球から太陽の自転を観測すると約27日で一回転しますが、インプ1号の運んで来た磁力計のデーターをその方向が外向きのものを黒く、内向きのものを白で塗りつぶして、データーを27日毎に区切ってたてに貼り合わせると外向きの磁場と内向きの磁場を作る4つの縞模様があらわれます。約一週間交代で太陽から放出されるプラズマに伴う磁場の向きが交代する様子がつづいて見られます。約一週間で交代することは太陽をNS極をつなぐ4つの面で区切って太陽の自転に伴って地球に+,-の磁場が正対すると思えばよいことで、例えば単一磁場領域から高速の太陽風が吹き出している状態をよく説明できることから、マジック・ナンバーの4は当分の間は健在である様に見えていたわけです。

しかし、其の後1974年あたりのデーターを同様に27日づつ折り返して整理して見ると外向きの磁場と内向きの磁場で作られる縞模様が全くなくなってしまったり、2列や6列になっている例が多くなって来ました。要するにマジック・ナンバー4についての信仰がゆらいで来たわけです。1976年のアメリカの地球物理学界でアルフベーン教授が太陽を二つの半球に分けて赤道面に沿って電流が流れているモデルを発表しています。アメリカの学会でこのモデルを説明するために太陽の赤道面に沿ったスカートをはいてN極とS極に頭と足をおいて、ゆっくりとスピニングしているバレリーナのスライドを見せたといっています。ベルトに締められたスカートは縁がひらひらとゆらいでいて地球からながめた場合に南半球と北半球がスカートのゆらぎ方で、見えたり、隠れたりするために縞模様がなくなったり2,4,6の各種の縞模様に変わる状態がこれで説明できます。日本では東北大学の齋藤尚生教授が1975年に電流面を磁気中性面におきかえた2半球モデルについての論文を書かれています。

極小期のコロナでは太陽の赤道面とほとんど一致した中性面から流れ出すストリーマーでコロナの一般的な形が説明できるわけです。もっとも太陽面では黒点群による複雑な磁気構造があつてみだれているけれども、多くのストリーマーでは $2.6 R_{\odot}$ 辺でそれまではN極とS極

でループになっているのが、それから外では単一磁場のように外に流れでていて、バレーナのモデルのように単純化できるという考え方です。バレーナのスカートから流れ出るストリーマーが極小期のコロナの赤道型を決定することになります。

極大期になると2半球モデルでは中性面が光球にそって緯度の方向に回転を始めます。N極とS極の磁性が太陽の極大期に入れかわることは良く知られています。要するに太陽の活動周期は11.1年なのだけれども磁性を考えに入れると22.2年になるという事実をこの中性面の回転で説明しようというわけです。中性面の回転は一般磁場の作るベクトルと黒点群による局所的な磁場の作るベクトルの合成で起きます。お聞きになっている方の間では一般磁場は1ガウス位なのに、黒点群の作る磁場は3000ガウスもあってオーダーが違いすぎると疑問を抱く方もおられると思いますが、一般磁場の占めるサイズが黒点群の $10^3 - 10^4$ 位も大きいので、どちらも全磁束としてはセム・オーダーになっているのでベクトル的にあつかえるという考え方です。極大期の1-2年で中性面が裏返って極の磁性が逆転します。

この辺で21年前のメキシコ日食に話が変わります。理科年表によると太陽黒点の極大期は1968.9年です。従って1970年3月7日のメキシコ日食は次の極小期1976.5年と比べて極大期のコロナと考えてよいと思います。

表を見てください、順序から言うと

ソーラー・サイクル№20

太陽の一般磁場は極大期と殆ど一致した1968.7年に太陽の南極の磁場が逆転し、つぎに日食が起き1971.8年に北極の磁場が逆転しています。これは太陽の活動サイクル№20の一般磁場のふるまいなのですが、先ほどのバレーナのモデルに

1	1964.7	太陽黒点の極小
2	1968.7	南極磁性の逆転
3	1968.9	太陽黒点の極大
4	1970.3	メキシコ日食
5	1971.8	北極磁性の逆転
6	1976.5	太陽黒点の極小

について考えてみるとスカートの中性面が光球に沿って回転を初め、まだバレーナが完全に逆立ちしない内に日食が起こっていることになります。実は1970年のメキシコ日食でプロとしての日食仕事はクギリであると考えていた私は東京天文台の斉藤国治先生の御指導でメキシコ日食の整理を、更に進めて極大期のコロナのモデル作りを論文にまとめたのですが、これは1972年の頃で、1975年の斉藤尚生教授の論文を見てショックをおぼえていたのです。若しかしたら極大期のコロナの私のモデルは書き直さなければならないかもしれない。太陽の緯度方向に回転している中性面に沿ってストリーマーが流れるとしたら、1972年の

私の太陽の赤道方向、極方向といったまとめ方はまちがっていたかも知れないからです。

さて、ここでお願いしたいのは今回のハワイ、メキシコ日食は黒点の極大期からあまり時間が過っていないと思われるので誰か美しい内部コロナを犠牲にして例えば $D = 2 (1/100)$ の減光)のフィルターをかけて内部コロナを覆ってしまい、更にコロナの視野をひろげて、できれば $10 R_{\odot}$ までの外部コロナを撮影してほしいと考えています。たしかめていただきたいのは極大期のコロナもやはり扁平なのか、外部コロナの方向は太陽の赤道と傾いているのではないかという点です。もう一つ極大期1979.9年に近いカナダ日食1979年2月26日とアフリカ日食1980年2月16日の $4 R_{\odot}$ 以上の外部コロナの原板をお持ちの方をお願いしたいのは原板をマイクロホトメーターにかけてコロナの等濃度曲線を作っていたかたいのです。そして更にそのフラットニングを調べてコロナの形を決定してほしいと思っています。1970年メキシコ日食のコロナのフラットニングを参考例として次に示しておきます。

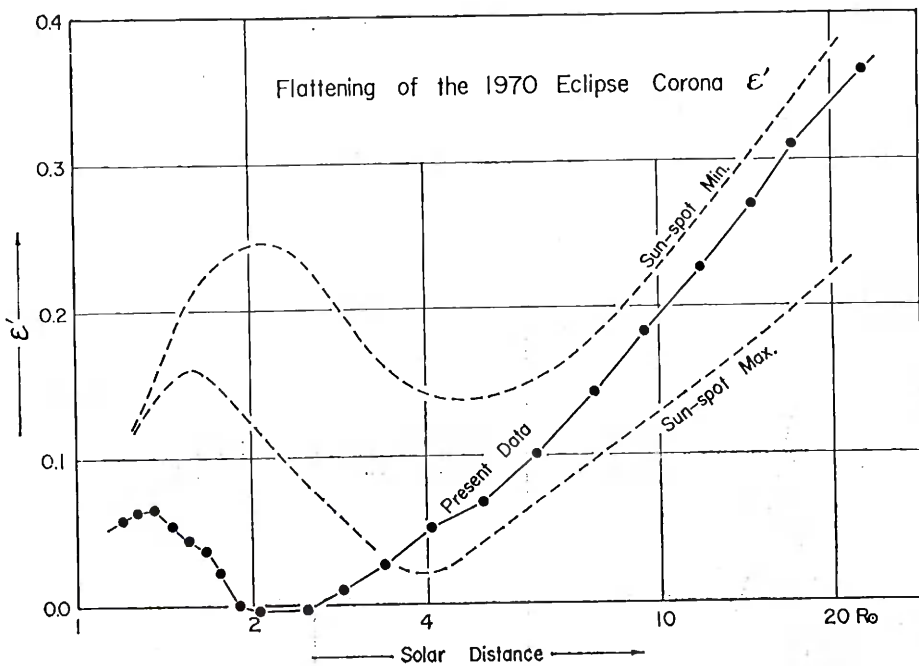


Figure 7. The flattening curve according to van de Hulst's definition. The standard curves by Hata-Saito (1966) for the sun-spot maximum and minimum are given for comparison.

以上は今年3月31日の日食情報センターの勉強会でお話した内容をまとめたものです。とにかく1962年のウイルコックス教授の4セクター・モデルから1975, 1991年の2半球モデルまでの30年の歴史を30分位の話にまとめたので、途中をとばしてしまった所も

あり理解しにくい点もあったかと思ひます。

今年5月14日から17日までの日本天文学会1991年春季年会のプログラムには“モヒカン刈りコロナ面の回転反転”と題して東北大学の斎藤教授以下の東北大の方々とアラスカ大の赤祖父教授による発表があります。外部コロナの拡がりが太陽の極方向に伸びていると考えた方がよさそうです。極大期のコロナの磁性が変わっている過渡期には外部コロナがどうなっているのか、1991年日食に参加される方々には特に興味を持たれることと思ひます。