

1980年アフリカ・インド日食における専門家の観測について

素 茂

サクラメント・ピーク天文台長、J.B.ザーカー教授が昨年(1979)の12月号のサイエンス誌上に、1980年2月16日のアフリカ・インド日食で行われた専門家の観測についてのまとめを発表しておられるので、その中から日食観測のいくつかのテーマを紹介して見よう。

ザーカー教授はその文頭で“自然界における最も不思議な一致の一つは地球上から見た時の太陽と月の角直径が殆どひとしいことであろう。その結果月は太陽をかくし、少くとも年に2回、時には年に5回の日食が起こる”と述べられているが、これに続く始めの章では、日食観測の歴史的背景について解説し、特にインド日食についてその観測の概要をのべている。

相対性理論の検証

インドのランガブア天文台はハイデラバード市の南方50kmの位置にあり、幸いなことに皆既食帯に入っていた。天文台はインドでは最大の48インチ口径の望遠鏡を持っているので、観測テーマとして太陽の重力場による星の光の偏りの検出をえらび、この望遠鏡を使用することになった。

この一般相対性理論の古典的な検証は1919年の皆既日食にグリニッジ・ロイヤル天文台とケンブリッジ大学によって初めて行われた。技術的には簡単だが、実行することは困難な観測である。

写真は日食中の太陽周辺の星野と、その6ヶ月後に太陽が日食時の反対側に移動した時とに撮影される。この2組の写真は器械と大気の系統的な誤差を除去するため同じ条件で撮影されなければならない。

アインシュタインの理論によると太陽の周縁での星の光の偏りは $O = 1.75$ 秒(角度)と予測されていて、この観測は1919年以来何度か繰返されているが、その精度は10%の程度である。1973年のモリタニアではテキサス大学のチームがこの観測を行い、 $O = 0.95 \pm 0.11$ を得ている。

ホルマロンとスラメク(1977)によると最近の太陽周辺のマイクロ波による観測の精度は1%と報告されている。ランガブア天文台のインドチームは今までの光学的な観測装置の改良を行い、マイクロ波とマッチするデータを希望していた。不幸にして日食時の空とコロナが期待したよりもはるかに明るく、露光したプレートは露光オーバーとなった。

彼らのデータから有用な結果を得る見込みはあまりなさそうである。

コ ロ ナ

コロナの物理については種々の観測が行われた。多くの場合詳しい結果はもっと後の解析を

待たねばならないので、ここで報告できるのは、目的、方法と成功の度合いについてである。

ポールダー

コロラド、ポールダーのHAO(High Altitude Observatory)からの2人のチームは白色コロナの輝度と偏光の記録に成功している。HAOでは1966年、1970年と1973年に同様の撮影が行われていて、次に示すような目的に使われている。

第1にこれらの写真は、一般にコロナの磁場に包まれていると考えられている微細構造を示している。そして第2にそれらは大きいスケールのコロナの構造と黒点周期に伴う変化をも示しています。

最後に偏光のデータは自由電子の空間分布を求めるのに役立ちます。これらの研究はファン・デ・フルストによって始められ、斉藤によって展開されたものです。

ロスアラモスのC.F.ケラーは1980年日食を37,000フィート上空のジェット機から同様の撮影を行っています。上空では地上よりも背景の空が暗く、更に東に向かって飛ぶことで皆既時間が延長されます。ケラーはこの観測で20 R_{\odot} まで拡ったコロナ流線を撮影しています。また6 R_{\odot} にまで拡ったコロナの大きい爆発を写し出すことが出来ました。このようなコロナル・トランジエントは1973年から1974年にかけて、スカイラブ上に搭載されたコロナグラフで発見されたものです。

外部にオクカルリング・ディスクをつけた同じタイプのコロナグラフはSMM(Solar Maximum Mission)でもコロナル・トランジエントを記録するために使われています。

コロナの電子密度の空間分布については偏光写真観測によって、黒点周期にわたって測定されていますが、コロナの温度分布についての観測は今まであまりされていません。この温度測定のためにロスアラモスの科学者達は2種類の観測を試みました。1つはケニアの海岸から発射されたロケットにつみ込まれたもので、波長1216 Åのライマン・アルファ線のコントラを測定する器械です。

このスペクトルは1970年に初めて得られ、コロナが200万度の温度でも中性水素原子を十分に含み、太陽の彩層から強いライマン・アルファ線を放出していることを見出しています。

ベッカーとチップマンはライマン・アルファのスペクトルから得られるコロナの運動温度をきめるために1974年の西オーストラリア日食でも1970年について同じ観測を試みています。しかし2回の試みの中、1つは太陽の方向に向けることに失敗し、もう1つは海から回収することが出来なかったのです。信じられないことですが、ベッカーとアルゴは1980年日食でも同じ失敗を繰返しています。

この観測法は大へんすばらしい方法であり今後繰返して行われるべき観測です。

温度測定についてのロスアラモスの第2の観測はジェット機につみ込まれたファブリーペロ-干渉計によってコロナの輝線のプロフィールを測定するもので、これにはFe XIVによる

5303 A と Ca XV による 5694 A のラインが使われています。

D.H.リーベンベルグによればこの試みは成功し、イオン温度と密度を決めることが出来たと報告されています。他のいくつかのチームは内部コロナの運動についての研究を行っている。このためには、コロナの各位置で緑色の 5303 A 輝線のドブラーシフトとラインの幅を測定するためにマルチプル・スリット分光器を使用します。これはキットピーク国立天文台のチームによって行われ、すでに 1970 年、1973 年にも同様の試みが行われています。

コロナの内部運動を測定するためのもう 1 つの装置はファブリーペロー干渉計と望遠鏡の組合せによるもので、サクラメント・ピーク天文台と、ハイデラバードのオスマニア大学のチームによって観測が行われた。これらのチームも今回の観測に成功しています。

長い間天文学者はコロナが 100 万度から 200 万度に加熱される機構に興味を持っていた。その最もポピュラーな仮説は超音波又はマグネットハイドロダイナミック波による太陽表面近くのランダムな運動がコロナにそのエネルギーを移すことによるとされている。

こうした“波”自身の検出は今まで殆ど不成功に終わっていた。J. パサチョフ (ウィリアムス・カレッジ) はランガブア天文台で新しい装置を使ってこの“波”の検出を試みている。この装置はオプティカル・ファイバーと高速の光電子増倍管とからなり、5303 A 輝線の小さな速い変動を検出する様に設計されている。パサチョフの報告によるとこの新しい装置は完全に作動し、解析に十分な信号が得られたとのことである。

太陽の直径

今まで述べた日食観測法は高度の技術を必要としているが、これに反して、この独創的な試みは、肉眼とストップウォッチがあれば可能である。

A・フィアラはアメリカ海軍天文台からランガブアに来て、太陽直径を 10 万分の 1 の精度で測定することを試みている。

1979 年にエディとブルナチアの 2 人はグリニッジ天文台とアメリカ海軍天文台による太陽のトランジットの長い期間の眼視観測を調べて太陽の直径がこの一世紀に角度の 2 秒減少していると結論した。

フィアラと彼の協力者達は始めてダンナムが提唱した新しい方法を採用した。それは皆既帯の北限と南限の正確な位置から太陽の直径を求める方法で、南北限界線の位置は月と太陽の半径にセンシティブに関連していることを利用したものである。限界線の位置の 750 フィートの不たしかさは、太陽半径の 60/1000 秒の不たしかさに相当する。

限界線の位置は南北限界線に直角な各位置の皆既時間の正確な測定で定められる。原理的には丁度限界線上にいる観測者の皆既時間は 0 秒であり、限界線の内側にいる観測者は数 10 秒の皆既時間が測れることになる。

この方法は 1976 年、1979 年にも行われたが、歴史的に最も古いのは 1915 年の試みで

ある。

フィアラとその協力者達は太陽の半径は264年に0.34 ± 0.2秒収縮したことを見出している。これはエディとブルナチアの結論ほど大きくはないが、太陽は収縮しているようである。

1980年の日食でフィアラとダンハムのパーティは東カロリナ大学の数人の学生とともに南北限界線の位置を測定した。1979年の結果との比較から、フィアラとダンハムは太陽半径の僅かな変化を見出している。この方法は簡単で且つ精度の点で有利であり、次の日食にも繰返されるであろう。

ザーカー教授は次にダスト・コロナ、電離層、生物学的な効果についても触れているが、ここではプロミネンスの項とともに省略する。

おわりに

1966年日食において南米のボリビアでニューカーク博士が始めて試みられたラチアル・グレーディド・フィルター（読者にはニューカーク・フィルターの方がなじみ深いかも知れないが）によるコロナの微細構造の観測はアマチュア天文の場合、その7年後日本でも、1973年アフリカ日食で塩田氏によって成功し、更に1980年インド日食でも塩田・榊原両氏によって立派な成果が得られている。

このように現在は専門家だけのテーマであったものが数年後には立派にアマチュア天文のテーマとなり得ることを考えて、ザーカー博士の論文をここに紹介した。