

最新太陽像と宇宙天気予報 その1

柴田一成（京大理：花山天文台）

1. はじめに：「天使の卵」

京大の付属天文台の柴田と申します。きょうは、最新太陽像と宇宙天気予報という内容でお話をしていきたいと思います。きょう来られた方で、これまでわたしの講演を聞いたことがあるという方はどれぐらいおられますか。非常に少数ですね、安心しました。いつも同じ話をしていますので。

それでは最初に、ちょっとネタをお話します。今、黒河先生からわたしどもの天文台の紹介がありましたけれども、わたしは普段、花山天文台におります。この花山天文台で、実は一昨年(2006年11月30日)にちょっとしたニュースがありました。花山天文台始まって以来初めての映画のロケがあったのです。「天使の卵」という映画です。ご存じの方、手を挙げてください。少数ですか。ちょっとがっかりですね(笑)。これは100万部のベストセラーの恋愛小説を映画化したもので、主演男優が市原隼人、主演女優が小西真奈美ということで、若者に人気のある二人が花山天文台に来たのです。場所は花山天文台の太陽館の屋上です。映画の一番のハイライトシーンのロケがあったのですね。このとき、どうして花山天文台でロケがあったかといいますと、花山天文台から見た山科の夜景が素晴らしいということで、映画監督さんがそれをどこかで聞き付けて、ぜひ撮らせてほしいということで、来られたのです。

それで、夜の10時から朝の8時まで、徹夜で映画撮影をさせてほしいと、わたしのところに許可願の文書が送られて来ました。映画撮影そのものは社会貢献になるので問題はないのですが、徹夜撮影がちょっと引かかりました。職員に「徹夜なさい」というわけには行きませんし、わたし自身はちょっと出張の予定がはいっていましたし、誰も天文台関係者がいないところで、勝手に映画撮影をされるのもどうかと、ちょっと思案していましたら、映画会社がガードマンを雇うから大丈夫だということなのでOKしました。けれどもやはり心配になりまして、誰か院生でも良いから天文台関係者がいた方が良い、というわけで、私のゼミの院生に聞いてみました。ゼミの院生は全部で5人いるのですけれども、「誰か小西真奈美見たい人、いませんか」と言ったら全員が手を挙げて、結局全員、徹夜で監視をしてく

れました。(実際に徹夜した院生の数は、なぜか7人に増えていました！)

映画のロケというのは見るのは自由なのですが、写真を撮ってはいけません。しかしなぜかこんな写真が私のところに送られてきました(笑)。決して世の中に公表できない丸秘写真です(笑)。いずれ公表できるようになりましたら、映画のロケ地として飾って売り出していこうと思っています。

2. 太陽の謎：コロナ

では、太陽の話に入りましょう。2006年に新しく「ひので衛星」という、世界最新の太陽観測衛星が打ち上げられました。それで今、太陽はどんどん新しいことがわかりつつあるのですが、まずはそれ以前に、われわれは太陽をどこまでわかっていたのか、というところからお話します。

図1は皆さんもご存じの、可視光で見た太陽の姿です。見えている面は光球と呼ばれます。温度は約6000度。ところどころに見えている黒い点々は黒点です。黒点の正体は何でしょうか？ それは磁場です。磁束管と呼ばれる磁場のチューブが太陽の内部にあって、それ浮かび上がって顔を出したところが黒点であると信じられています。「信じられている」と書いたのは、内部がどうなっているか、誰も見たことのある人はいないからです。このような説明は、あくまでまだ仮説にしか過ぎないのです。)黒点がすべての太陽活動の始まりです。黒点、すなわち磁場があるから太陽は非常に激しく活動しています。

黒点にともなう活動が一番よくわかるのは、 $H\alpha$ という水素原子の出す特殊なスペクトル線で太陽を見たときです。 $H\alpha$ を使うと、光球の上空の彩層と呼ばれる層が良くみえます。図2は図1と全く同じ時期(2003年10月)の太陽の $H\alpha$ 写真です。京大の飛騨天文台で撮られた写真です。図1と比較すると、全然違って見えるのがわかります。黒点の近くが光っていますね。これが、まさにエネルギーを解放している、爆発が起きている証拠です。良く見ると彩層は筋模様だらけです。これらはみな磁力線を表わしています。花山天文台に来ていただきましたリアルタイムでこのような太陽像が見えますので、ぜひ皆さん、観望会や見学会にお越しいただきたいと思います。

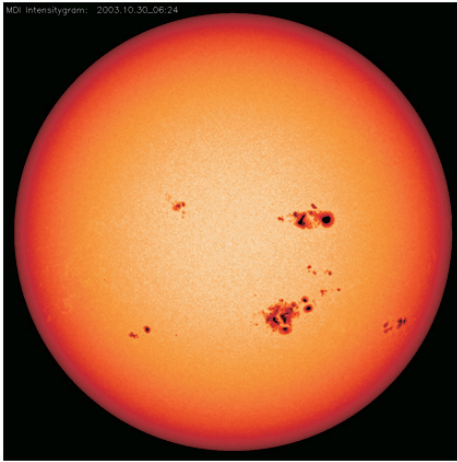


図1 可視光で見た太陽(2003年10月)

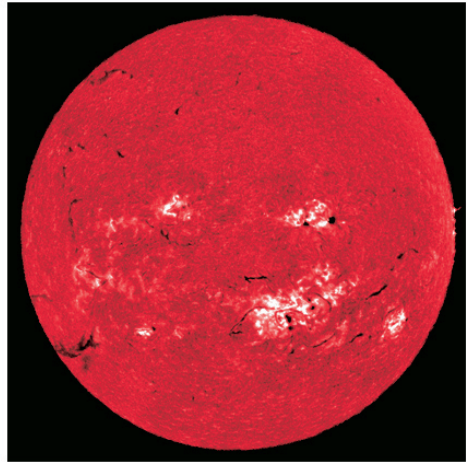


図2 H α 線で見た太陽(図1と同日)

さらに彩層の上はどのようになっているのでしょうか？そこにはコロナがあります。皆既日食のときに見えるコロナです。先ほど黒河先生の話にありましたけれども、来年7月22日に、皆既日食が、ついに日本で見えます。40数年ぶりに日本で見える皆既日食だそうです。皆さん絶好のチャンスです。ぜひ見てください。わたしはこれまで2度、カリブ海とエジプトで、皆既日食を見ましたが、いずれも深く感動しました。図3にエジプトで見た日食の写真を示します。実際はこの



写真よりはるかに美しく見えます。写真では写っていない細長いストリーマーと呼ばれる流線構造が太陽半径の5倍くらいまで広がっているのがはっきり見えました。

図3 皆既日食のときに見た太陽コロナ(2007年3月)

コロナの正体は何でしょうか？それは100万度の超高温のプラズマです。プラズマとは、プラズマテレビでおなじみですが、電離気体のことを言います。日食

はもう何千年も前から人類は見ているわけですが、コロナが 100 万度もの超高温であることわかったのは 60 年ほど前にしかすぎません。太陽の表面(光球)の温度が 6,000 度ですから、コロナが 100 万度というのは驚くべきことです。なぜそんなに温度が高くなっているのでしょうか？ 実はこの謎がいまだに解かれていないのです。太陽というのは全く普通の星です。宇宙の星々の大部分は同じような 100 万度のコロナを持っていることもわかってきました。ですから、太陽のコロナが理解できなければ星を理解したとは言えないのです。コロナの 100 万度の謎は、天文学の基本問題、最大の謎の一つです。

ここで皆さんにぜひ覚えておいていただきたいことがあります。それは、このコロナが 100 万度もの超高温状態にあることを、世界で初めて正確に計算したのが、京大花山天文台の第3代台長の宮本正太郎博士だったことです。1930年代まで、日食の時に見えるコロナ輝線は謎のスペクトル線でした。実験室で観測されなかったからです。そのため「コロナウム」という新元素があるのではないかと、考えられたこともありました。グロトリアンとエドレンは、コロナ輝線が高階に電離した鉄やカルシウムから放射される、いわゆる「禁制線」であることを発見しました(1941年)。ところが、彼らはコロナの温度が 100 万度なのか 10 万度なのか正確には示すことができませんでした。コロナの正しい電離理論を知らなかったからです。宮本正太郎博士は、コロナのプラズマの電離状態を正しく計算することができる理論を世界で初めて定式化するのに成功し、コロナの温度が 100 万度～200 万度であることを世界で最初に示したのです。1943年のことでした。当時は第2次世界大戦の真っただ中で論文は日本語で書かざるを得ず、宮本博士の功績は長らく欧米社会に知られることはありませんでした。しかし、戦後の 1949年、英語の論文として再発表されることによって、ミヤモトの名は世界に広く知られるようになりました。京都賞受賞で著名なパーカー博士の 1994年に出版された著書「Spontaneous Current Sheets in Magnetic Fields」(Oxford 出版社)にも、この 1949年の英語論文が引用されているのを見つけて、「知る人ぞ知る」と、驚いたことがあります。この宮本博士の研究は、戦前の日本が成し遂げた数少ない世界的な研究業績として、後世に残る金字塔と言えるでしょう。

さて、太陽では中心の核融合反応でエネルギーが発生し、これが最初は放射、途中から対流に変わりまして、最後は表面の光球から光となって放射されます。その外側に、H α で良く見える彩層があり、さらにその外側にコロナが広がっているのです。温度分布を書きますと、図4のようになります。縦軸は温度、横軸は表

面からの高さです。最初は温度が下がるのです。これはもっともな話で、要するにエネルギーは太陽の中心で発生しますから、だんだん熱は温度の高いところから低いところへ伝わっていくわけで、それは自然の習わしです。ところが、温度がどんどん下がっていくのが自然のはずが、なぜか彩層では温度が下がらなくなります。さらに上空に行くと温度が一気に 100 万度に上昇するのです。そこがコロナです。このような振る舞い、本来ならば温度が下がっていくべきところが、温度が逆に上昇し、ついには 100 万度もの超高温に至る、このような驚くべきことがどうして起きているのか？ これを「コロナ加熱問題」と言います。実はひので衛星というのは、このようなコロナ加熱問題を解明しよう、ということで打ち上げられたのです。

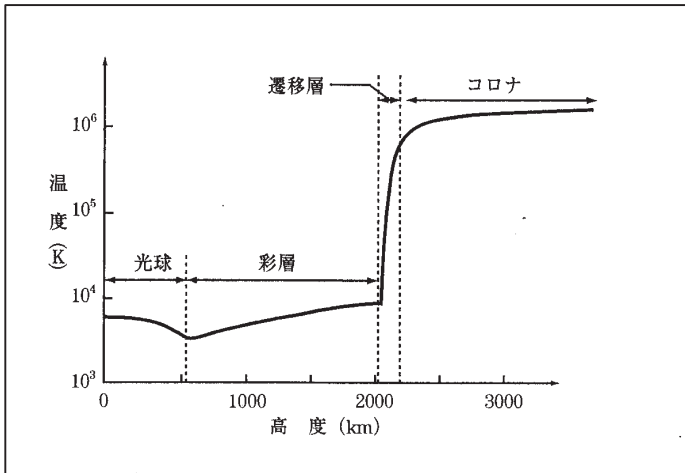


図 4 太陽大気中の温度の高さ方向の変化

(次号に続く)