

太陽の2000年問題って??

—太陽活動ただいま上昇中—

秋岡眞樹

〈通信総合研究所 〒184-8795 小金井市貫井北町4-2-1〉

「内閣調査室からお電話がありました」。

出張から帰ってきた私の机の上に1枚のメモがおいてあった。「ついにこういうところにまで目をつけられたかあ・・・」。ややうんざりしながらメモされた電話番号に電話をかけ、調査官と称する役人を呼びだした。

アメリカの宇宙環境センター (SEC/NOAA) のジョアン・ジョセリンさんが、過去の統計をベースに、「次の太陽黒点の極大は2000年1月から5月に起こる」とアメリカの天文学会で記者発表したらしいのだ。これを日本の一部マスコミが「太陽の2000年問題接近中！」などなかなか刺激的な見出しとともに報道して以来、ちょっとした騒ぎになっていたものである。Nテレビ系列で日曜日の夜8時にやってるバラエティ番組（名前は秘す）に至っては、太陽活動が大地震を引き起こす等というすごい話を堂々と書いた台本を持ってやってきたのだが、さすがに出演は断った。

2000年0時になったとたんに太陽活動が活発化して大異変が起こるのか？ これは、もちろんノーである。しかしながら、太陽活動の増大に伴う大型太陽フレアによって、静止軌道の通信・放送衛星に障害が発生しやすくなったり寿命が短くなってしまうケースが増える。将来的には、宇宙飛行士の放射線被曝も問題になるであろう。また、太陽フレアに伴う地磁気嵐により地上で広い範囲にわたって突発的に大誘導電流が流れることがあり、カナダのケベックのように、州全体のパワーラ

インが落ちてしまったケースさえある（1989年3月）。2000年になったら突然大異変が起こる等というのはまゆつばであるが、太陽活動が活発になると地上システムも含めた社会インフラに様々な障害が発生しやすくなることは過去の例が示している。

大型のフレアの場合10の32乗エルグ以上のエネルギーが放出される。これだけのエネルギーを、わずか1時間程度のタイムスケールで太陽系空間に放出する壮大な現象である。太陽フレアが発生すると、強力なX線や電波が放射され、 $H\alpha$ 等で明るく光るのみならず（図1）、太陽表面のコロナガスがはぎ取られて惑星間空間に放出されること

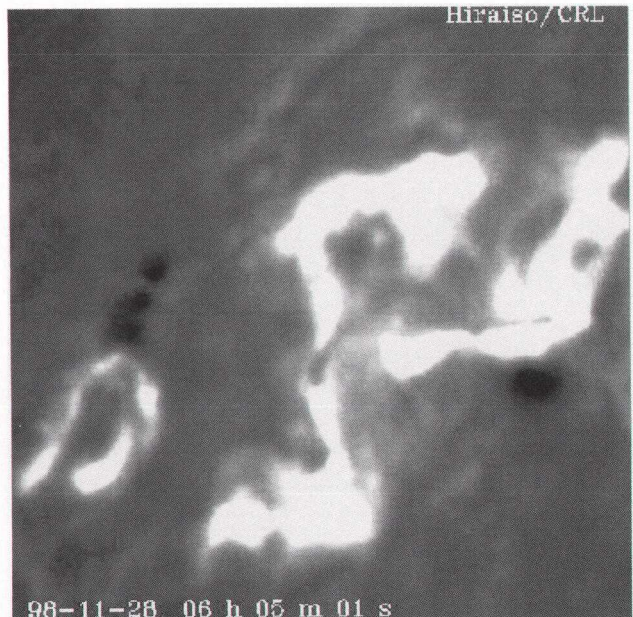


図1： $H\alpha$ でみた太陽フレア。白い部分が $H\alpha$ で明るく光っているフレア。（通信総合研究所平磯宇宙環境センター）

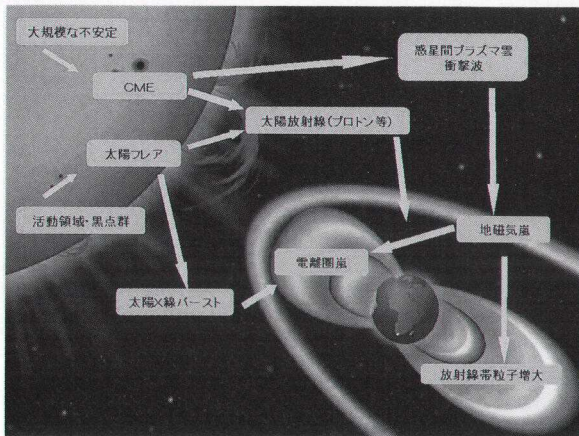


図2：太陽が原因で発生する様々な宇宙環境じょう乱の概念図。太陽で発生したフレアやCME等が、惑星間空間や地球磁気圏に様々なじょう乱を引き起こす。

がある (CME = Coronal Mass Ejection)。CMEは、以前は太陽フレアの副産物のようにとらえられていたが、最近の研究ではフレアを伴わないCMEも多数あることがわかり、フレアとCMEの違い、また両者が一連の現象として起こる場合にはその間の因果関係等をめぐってホットな議論がくりひろげられている。いずれにしても大規模なエネルギー解放現象であることには変わりはないし、その発生機構については未だ謎だらけである。

放出されるエネルギーが膨大であるため、1億5千万キロ彼方の太陽大気中で起こった爆発の影響が様々な形で惑星間空間を伝搬し、場合によっては地球近傍の宇宙空間に大きな影響を及ぼす(図2)。太陽でフレアやCMEが発生すると高エネルギー粒子が発生し、静止衛星軌道や極域で高エネルギー粒子密度が急増する。これは、フレアやCMEにより作られたコロナ中もしくは惑星間空間の衝撃波において、プラズマの粒子加速が起きていることによると考えられている。地球の極地方では地球磁場が開いているが、そこからは直接粒子が降り込んでくる。極軌道の人工衛星等にとっては深刻な問題である。もう一つの厄介者は「惑星間プラズマ雲」とよばれるものである。CMEに伴い、

太陽コロナの物質が惑星間空間に飛び出して来たものをこのようによぶもので、基本的にCMEと同じものである。惑星間空間に放出されたプラズマ雲は、噴出方向によっては地球に衝突するわけだが、これに伴ってプラズマ雲の磁場が南向きに大きく揺らぐと地球磁場がこれに反応し、磁場の再結合(磁気リコネクション)が急激に進むようになる。これにより地球磁気圏にエネルギーが注入され、ストームやサブストームと呼ばれる大規模な地磁気じょう乱が発生する。サブストーム等の発生機構は、現在日本のGEOTAIL衛星等により急速に研究が進みつつあるが、やはり太陽フレアと同じ様に磁気リコネクションが鍵を握っているらしい。サブストームが発生すると、極域に大きな電流が流れ、その結果激しいオーロラ活動が現れる。1989年には非常に大きな黒点群が発生し、大型の太陽フレアが発生したことがある。そのときの大規模な地磁気嵐のせいで、普段ではオーロラなど見えない北海道において、赤く不気味に光るオーロラが観測された(通信総合研究所の稚内電波観測所による)。地磁気嵐の後、放射線帯の粒子密度が増大することが多く、静止衛星の機能喪失や誤動作の原因になっているが、そのメカニズムはまだよくわかっていない。

高エネルギー粒子やプラズマ雲だけではなく、X線や紫外線の強度もフレアや太陽活動に応じて大きく変動する。図3に、ようこうがとらえた極大期から極小期までのX線でみた太陽の変化を示す。この図でわかるように、極小期と極大期ではX線の強度が大きく異なる。太陽フレアでX線強度が急激に上昇すると、超高層の電離層の電離度が大きく変化し、電波伝搬異常や短波の通信途絶(SWF)の原因となる。

太陽は、天体プラズマの実験室であるとよく言われる。その意味するところは、星や銀河で起きている様々な現象のプロトタイプが太陽で観測できるため、太陽で得られた知見が天文学の諸問題を解決する鍵になるということである。これは

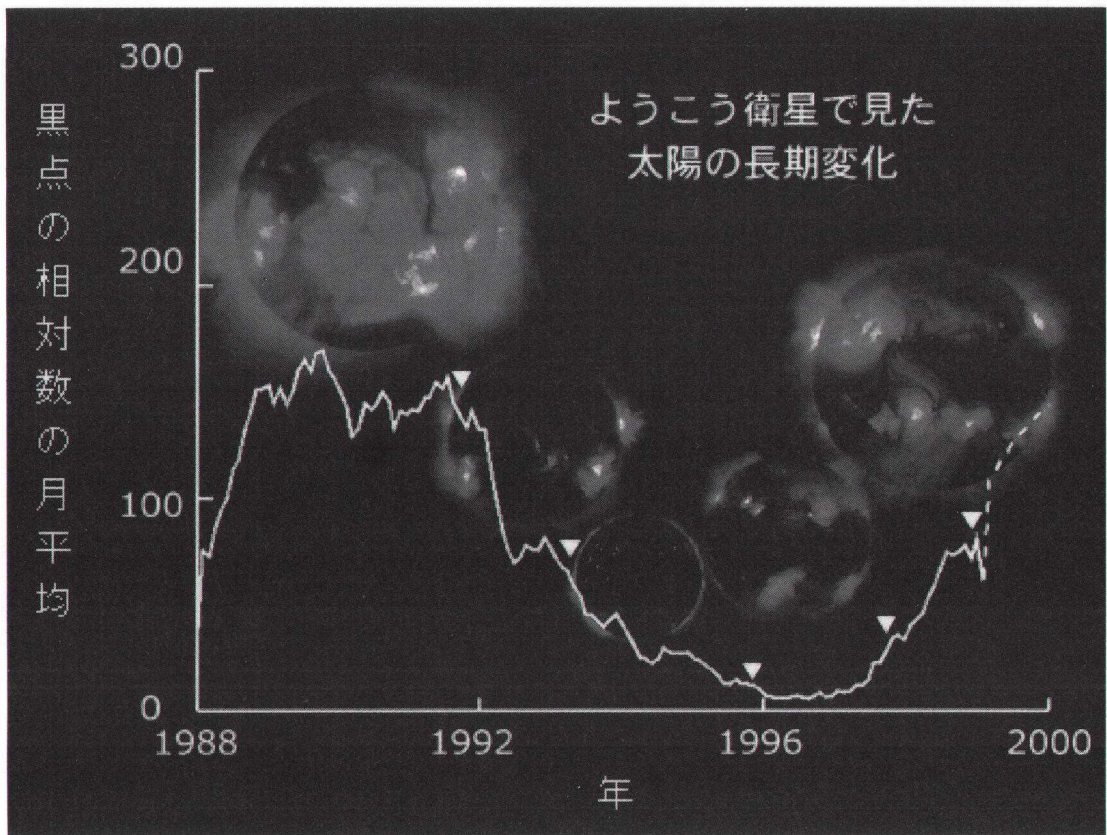


図3：「ようこう」でみた太陽活動の長期変化（宇宙科学研究所）。横軸は年（西暦）、縦軸は出現した黒点相対数の月平均。黒点の数は太陽活動に比例して多くなる。

確かにその通りで、天文学における太陽物理学のもっとも大きな存在理由の一つであると思う。だが、太陽研究の意味はそれだけではない。太陽は我々人類と地球にとってもっとも身近な活動天体なのである。地球及び太陽系の様々な環境（広い意味で）は、太陽の活動に支配されているものも多いのである。最近では、太陽の長期変動と気候変動の関係が科学的に議論され始めており、アメリカなどの学会では非常にホットな話題の一つになっている。まさに、太陽は地球と太陽系空間の支配者であるといえよう。基礎科学として太陽の振る舞いを解明することが太陽物理研究者のもっとも重要な使命であるが、太陽が我々の生活の様々な局面で影響を与えていることもわかってきた。逆の言い方をすると、宇宙開発に見られるよ

うに、太陽の影響をまじめに考えないといけないレベルまで人間の文明が進歩しようとしているともいえるだろう。今や、太陽物理学は、科学の研究対象として魅力的なだけでなく、実用面でも重要になりつつあるのである。

今年の秋に、太陽が地球に与える影響を評価する「宇宙天気研究」に関する国際ワークショップを茨城県大洗町で開催する。前述のジョセリンさんも呼ぼうと思っているので、なぜああいう記者発表をしたのか聞いてみようと思っている。お茶目なジョセリンさんのこと、いたずらっぽく「あら、私の研究所が2000年になってもつぶされないようにちょっと派手に宣伝しすぎちゃったのよ！」なんてオチだったりして・・・。