

太陽磁気圏の構造とダイナミックシンポジウム報告

渡 辺 堯*

太陽の勢力範囲の目安として、天文学研究者の多くは太陽の紫外線放射によって形成される H II 領域 (ストレームグレン球) の半径、約 500 天文単位 (AU) を思い浮かべると思われるが、宇宙空間物理研究者は太陽風が衝撃波を介して星間ガスと接触する、半径 50 AU から 100 AU の領域を太陽磁気圏、もしくは太陽圏と考えるようである。太陽圏の研究は古く彗星の尾の形状、太陽フレアとオーロラの出現との相関等により太陽から流出する粒子流の存在が示唆されたことに始まり、パーカーによる太陽風理論の提唱、そして 1960 年代に始まった人工天体による太陽風の直接観測へと発展してきた。そして最近では、従来地球軌道のあたりに限定されていた太陽風観測も、HELIOS による内部太陽圏 (0.3 AU~1 AU) の観測、PIONEER 10, 11, VOYAGER 1, 2 等による外部太陽圏の探査も行われるようになり、1986 年に打ち上げ予定の ULYSEES (天文月報, 1985 年 11 号拙著記事参照) により太陽圏の三次元構造の研究も可能となる情勢にある。我が国でもハレー彗星の接近を期に、「さきがけ」、「すいせい」という惑星軌道を持つ人工天体の打ち上げに成功し、今まで宇宙線強度のモジュレーション (変調) や天体電波源シンチレーション等の間接的手段でしか行えなかった太陽圏研究も、我が国自前の直接的観測データをもとに、より一層総合的な太陽圏の研究が可能となったのは誠に喜ばしいことである。これを期に一度我が国における太陽圏研究関係者が集まり、今までの研究成果を踏まえ将来への展望を話し合うべく、科学研究費総合 (B)「太陽磁気圏の構造とダイナミクス」(代表者: 柿沼隆清) より援助を受けて、昭和 60 年 12 月 4~6 日、浜名湖畔の景勝の地である館山寺温泉 (国民宿舎 館山寺荘) において表記のシンポジウムを開催したので、その概要を報告したい。

太陽圏研究は、天文学、地球物理学等の学際領域における研究分野であるため、プログラム編成に当たっては、天文学会や地球電磁気学会等に別れていて、日頃顔を会わすことの少ない研究者の間で、活発な意見交換が出来るように配慮したつもりである。更に、偶然にも、惑星間擾乱の電磁流体力学的シミュレーションで有名な、アラバマ大学の Shi-Tsuan Wu (呉式燦) に、台湾から帰米の途中このシンポジウムに参加してもらえたため、この分野での研究に不可欠な「国際的雰囲気」を、

いささかでも醸し出すことが出来たのは幸いであった。もちろんこのシンポジウムの「公用語」は日本語であったが、日本人研究者に対し、普段の研究発表でやっているような英語の術語混じりの日本語に、若干英語の割合をふやして講演してもらおうよう要請した。しかし、そうは言っても「私は彼らの conclusion を do not believe」と言うような用法はいささか滑稽にも聞こえるし、思考体系に混乱を来すせいか、結局普段と同じような話し方に落ち着いてしまった。後で彼に聞いたところ、スライド等は英語で説明が書かれたものが多かったため、結構内容は理解出来たとは言っていた(?)。また彼の研究に関連の深い仕事をしている人達の内何人かは敢えて英語で講演し、議論を盛り上げることに貢献した。

研究発表は、先ず太陽圏の大局的構造から始まった。天体電波源シンチレーション観測によると太陽圏の経緯度両方における太陽風の速度の分布を知ることが出来るため、1970 年代の初め、太陽圏の極域を流れる高速の (600~700 km/sec) 太陽風が太陽の高緯度帯に生ずるコロナホールに関係付けられて以来、太陽活動サイクルによる変化が追跡されているが、ここに至りやっと 1 サイクルをカバーしたことになった。それによると、太陽風の高速度領域が太陽活動停滞期には低緯度帯まで降りてくるが、活動期にはこの高速度領域は極域の狭い領域に限定されることがわかった。この傾向は太陽表面磁場の観測データから推定される、太陽圏内部における磁気中性面の位置の太陽サイクルに伴う変化を良く反映しているようである。銀河宇宙線強度のモジュレーションも太陽圏磁場の大局的变化を反映しており、この観測にもとづく太陽圏の研究も以前より行われて来たが、モジュレーションの程度が全体強度のわずか 0.05% 以下と、極めて小さい事による観測の困難さもあり、今後の観測体制の充実が望まれる。

第 2 日目は太陽圏をコントロールしている太陽の、特に太陽圏に関係の深い観測や理論研究の発表から始まった。高速太陽風の源の一つとされている極域のコロナホールがミリ波領域における電波観測によると、逆に明るく見えるという結果はコロナ加熱等との関係で興味深い。また太陽圏における電磁現象の解明に欠く事の出来ない太陽表面磁場観測については、太陽研究者は特定の活動領域等を出来るだけ詳細に観測する事に傾いているのに対し、太陽圏研究者側には、分解能は低くとも太陽面全体の大局的な磁場の分布が知りたい、という相反す

* 名大空電研 Takashi Watanabe:

る要求がある。現在立案中と伝えられる、太陽活動を色々な観点から長期に亘って監視する「ソーラーサイクル望遠鏡」に期待する事大である。

次いで「さきがけ」、「すいせい」の両人工天体による太陽圏観測のセッションへと移った。「さきがけ」による太陽風観測は1986年2月末より本格的に行われ、主として東北大学のグループにより解析が行われている。現在、惑星間擾乱や惑星間磁場の不連続、太陽風中の波動現象の解析が進められているが、太陽風の直接観測では約20年の遅れを持つ我が国としては、地上観測とのタイアップ、世界一流のレベルにある地球磁気圏研究の成果の拡張等により、早急にこの差を縮める努力が望まれる。

2日目の午後は太陽圏における種々の気体力学的現象を扱うセッションとした。一発の大きな太陽フレアに伴う惑星間擾乱の総質量は10の16乗グラムに達するが、これは太陽コロナ全体から流出する太陽風の約8時間分の総質量に相当することからも分かる通り、太陽圏におけるエネルギーの散逸過程において、惑星間擾乱は重要な役割を担っている。太陽地球間物理学の観点から関心を持たれている太陽ダークフィラメントの消滅については、フィラメントの持つ、ねじれたローブ状の磁場構造が太陽圏に飛び出し、地球軌道付近で「磁気雲」として観測されることが示された。天体電波源シンチレーション観測によると惑星間擾乱の3次元的形状を知ることが出来るが、多くの惑星間擾乱の平均的形状は南北方向につぶれた偏球状であることが示された。これは引き続き発表が行われた、惑星間擾乱の電磁流体力学的シミュレーションによって検証されることが期待されるが、計算機の能力からの制約もあって、太陽コロナや惑星間空間の複雑な磁場構造を加味した3次元的シミュレーションが行われるまでには、まだ時間がかかりそうに思われる。しかし、今回のシンポジウムを期にいくつかの典型的なイベントについて、太陽風観測者とシミュレーション研究者との間の国際的協同研究をやるという話が具体化してきたのは大きな収穫であった。学術的セッションの最後には、出席者の大多数を占めるガス屋には馴染みの薄い、言わばゴミ屋さんの領分である太陽圏におけるダストの振る舞いについてレビューが行われた。ここでは、帯電した惑星間塵と太陽風との相互作用や、星間塵の太陽圏への降り込みの問題に関心が集まった。

これで学問的な話は全て終了し、引き続き、会場が浜名湖畔ということで「海々」の(むしろ「湖海」の、か?) 珍味に溢れた懇親会へとなだれ込み、その後、酔い冷ましを兼ねて小生の持参した小望遠鏡による「ハレー彗星観望会」と洒落込んだ。このシンポジウムには上でも述べたようにハレー彗星探査を主目的とした「さき

がけ」や「すいせい」の計画に直接携わっている人達が多く参加していたのであるが、「良くある話」の典型で、その人達がまだ一度もハレー彗星を見ていなかった事が判明した。それにしても多くの人は初めて見るハレー彗星の姿に感激し、もう何時死んでもよいとは言わないまでも、このシンポジウムでの最大の収穫だと言った人さえ居たことは、小生の喜びとするものであった(?)。しかしながらこのあと、会場が高台にあるのを良いことに、望遠鏡の仰角を負にして「変態観測」に励んだ不心得な連中のいたことは、このシンポジウムの唯一の汚点であった(読者感想: この筆者も何となく怪しいな)。

シンポジウムも3日目となると、そろそろくたびれてくるのであるが、重要テーマの一つである、我が国における太陽圏研究の今後の進め方についての議論へと移った。我が国独自の、地上観測による太陽圏研究をより一層充実させる事は勿論大切であるが、太陽圏観測に不可欠な飛翔体としてどのようなものを考えるか、という問題にも真剣に取り組む必要がある。現在、金星探査計画についてかなり具体的な議論がなされているようであるが、それに続き今後10年から20年の計画として例えば太陽圏の境界から星間空間へ出る飛翔体であるとか、太陽の超近傍に達する飛翔体等色々な案が考えられている。いずれの計画にせよその実現のためには全国の研究者の力を合わせる必要があり、例えば1990年代に実施が計画されている、SCOSTEPの国際協同研究事業、“STETS”(Solar Terrestrial Energy Transfer Studies: 仮称)等を軸にした体制固めが必要であることが感じられた。そのための一つのステップとして、計算機シミュレーションと地上観測による太陽地球間物理学研究を中心課題とする全国共同利用研(仮称、STP研)の実現が提案された。

以上は筆者の低域通過フィルターを通した情報に基づく、報告というよりむしろメモであるので、詳細については、近日中に発行予定の集録(論文要項集)を参照されたい。集録を御希望の方は、

豊川市穂ノ原 3-14

名古屋大学空電研究所・渡辺 堯
まで請求されたい。

☆ ☆

☆ ☆ ☆