

カルグラ太陽観測所のラジオヘリオグラフ

甲斐 敬 造*

シドニーは今秋たけなわである。昨年夏日本を離れた私にとっては1年半ぶりに迎える待望の秋。もっとも当地の気候は unusual なのが usual だそうで、気温の変化が激しく季節の進み具合は暦に頼ることが多い。40度を越した日の翌日にセーターが欲しくなるほど涼しい日がやってきたりする。しかし有難いことに盛夏でも湿度が低いので比較的しのぎやすく、強い冷房にはかえって閉口する。

私の滞在しているのはオーストラリアで質量とも最も優れた国立の研究所 CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization の略) の電波物理部門である。今年1月手狭になったシドニー大学構内の建物を追われて市の西北の郊外に移転した。周囲は店1軒ない静かな所でいたる所に“Land for sale”の立札がみられ、目下開けつつある郊外である。ここシドニーも東京、大阪など大都市と同じく、住宅地は市の周辺部へ延びつつあるらしい。電波物理部門には電波天文学と雲物理学が共存している。電波天文学はさらにいわゆる宇宙電波を研究するグループと太陽電波を研究するグループにわかれており、前者はパークスに210フィートの大望遠鏡を、後者は最近店開きしたカルグラ太陽観測所をかかえている。私は太陽グループ(族)に属し、ちょくちょくカルグラへ出掛けている。シドニーから北へ約500 km、飛行機で約1時間の所にナラブライという田舎町がある。カルグラはそこからさらに車で小1時間離れた所にある。広大で平坦な土地に96個のアンテナが直径3 kmの円周に沿って並んでいる。観測所に近づくとところどころ木蔭からアンテナがみえる。1つ1つのアンテナは直径約13 mであるから結構大きい。これが最近完成したラジオヘリオグラフである。アンテナ群のほぼ中央には観測室と職員の宿舎が、少し離れて光の太陽観測装置がある。昨年9月末、装置が一応出来上がったところで開所式が盛大に行なわれた。

ラジオヘリオグラフについては、すでに森本氏が天文月報をはじめ随所に紹介記事を書かれているので詳細はそれらを参照していただくことにするが、一口でいうと、太陽の電波活動の二次元分布を直接目で捉える装置で従来の光のヘリオグラフとのアナロジーからかく命名されたと思う。波長3.75 mで分解能は約2′、毎秒1回の割りりで太陽を中心とする2°四方をビームが掃引する。そ

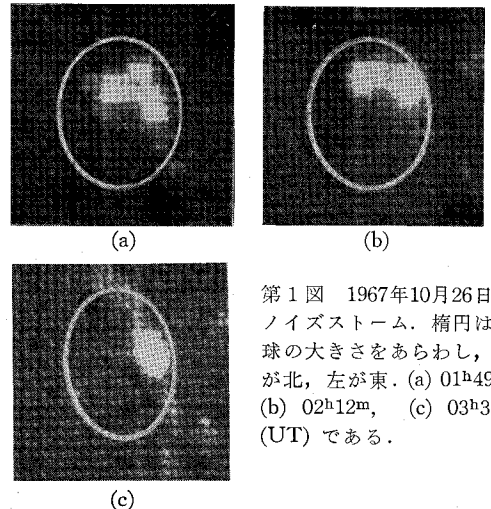
れをブラウン管上に画かせて太陽面上の電波活動のありさまを時々刻々直接みるわけである。データはすべて磁気テープに記録される。まだ偏波観測など部分的には残された箇所、改善すべき箇所があるが、現在ではほぼ本格的観測に入っている。

この装置の建設に口八丁手八丁で活躍された森本氏のあとを継いで幸いにも私は収穫役にまわして貰えた。

今までの太陽電波の観測方法と異なりデータの記録をすべて機械まかせ(校正などを除き)というわけにいかない。何しろデータは全部磁気テープに記録されるのであるから、毎日観測を続ければ莫大なテープが必要となる。記録のなから役に立つものだけを選び出して編集しなくてはならない。この仕事は最も重要で、観測者がいかに天文学的に大事な部分を撰りわけけるかによってデータの質が決まってくる。今年に入ってから天文屋と技術屋の2人組がシドニーから出張し、約1週間の観測を終えると次の組と交代するシステムをとっている。

ヘリオグラフといっても、夜は宇宙電波源(その中には今はやりのパルス性の電波源も含まれている)や木星などの観測が行われるので一昼夜フルに使われている。屋の配役はボスのワイルド氏をはじめ、スマード、シェリダ、マックレーンと筆者、夜はスリー、コマサロフ、ヒギンス、ロックハート(大学院学生)等である。

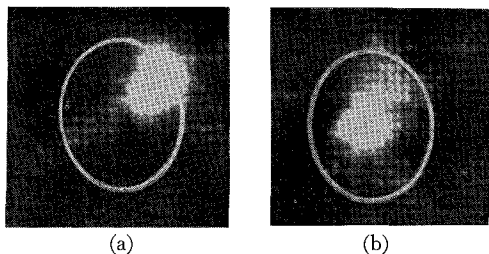
これまでに観測されたデータの量はまだ十分とはいえないが、それでも従来の観測ではわからなかった新しい事がらがつぎつぎと現われてきた。多少主観も混じると思うが以下にこのヘリオグラフによって得られた結果を



第1図 1967年10月26日のノイズストーム。楕円は地球の大きさをあらわし、上が北、左が東。(a) 01^h49^m, (b) 02^h12^m, (c) 03^h37^m (UT) である。

* 東京天文台 (オーストラリアに滞在中)

K. Kai: The Radioheliograph at the Culgoora Observatory



第2図 1967年10月27日のⅢ型-V型バースト
(a) $02^{\text{h}}17^{\text{m}}36^{\text{s}}$, Ⅲ型バースト, (b) $02^{\text{h}}18^{\text{m}}56^{\text{s}}$, V
型バースト. 上が北, 左が東

述べてみようと思う。

特筆すべきことは電波源の構造である。1つの活動領域に2つまたは3つの電波源が共存することがある。かりにこれらの電波源をA, B, Cと名づけておくと、ある瞬間にはAが、次の瞬間にはBが、あるときはA, B, C全部が一齊にきらめくといった具合に誠に複雑に変化する。2アンテナ干渉では異なる場所から同時にバーストが起ると、その重心の位置しか観測されない。個々の電波源の形も一般に複雑で、円形に近いもの、細長いもの、三日月形のもの種々さまざまで、しかも形は時間的に変化することもある。第1図は3重電波源の例である。中程度のノイズ・ストーム源で3つの電波源は独立なものではなくて1つの活動領域に付随したものと考えられる。図中の楕円は光球を表わしている（このときは太陽の日周運動による投影効果を補正してないので光球は円ではなく楕円で表わされている）。(a)では3つの電波源が一齊にかがやき、(b)では北側の源が消え、(c)では東側の源も消えた。ノイズ・ストームの電波源は単独で現われることは少なく、対で現われることが多い、おのおの電波源は比較的小じんまりしており（直径6~8'）形は円形に近く、互に隣接（約8'離れている）している。1つが光ると他の1つも光ることもあるが（誘発現象）、偶然の一致ということも考えられまだ結論は得られていない。対になった電波源は黒点の双極性と関連させて考えたいが、両方とも同じ偏波の向きをもち、しかも100%偏波している例があるから事情はもっと複雑なのであろう。太陽

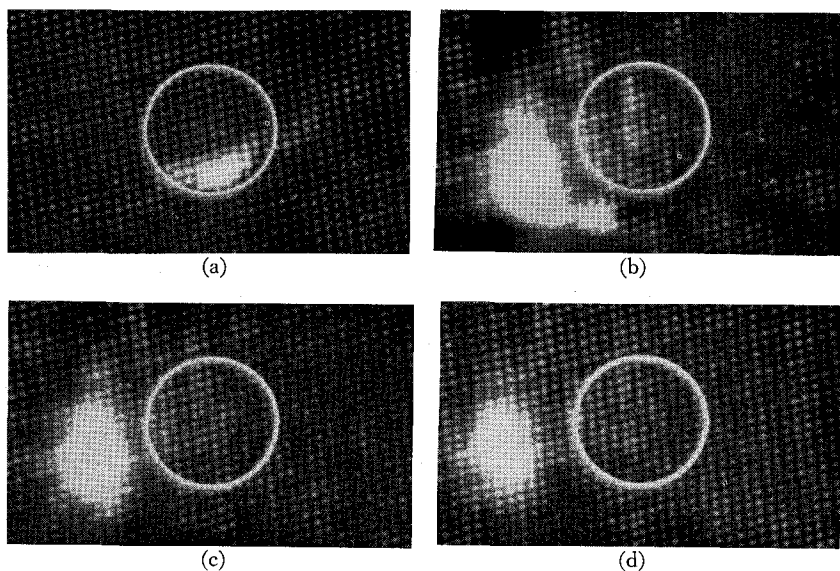
の自転によるストームの電波源の移動は一樣ではない。つまり光球とコロナ中の電波源は必ずしも剛体回転しないらしい。電波源はフラフラしている。

ノイズ・ストームにおけるバーストと変化しない一定の部分（Continuum）の関係については以前からContinuumはバーストの集合かどうかしばしば議論されてきた。この疑問にはまだ解答が得られないが、バーストは広い電波源の中のあちらこちらがピカピカ光るというイメージは修正しなくてはならないと思う。光る場所は2つまたは3つに限定されていて、Continuumも同じ場所から出る、2アンテナ干渉計の結果ではそのどちらとも決められない。

コロナの中に光速の1/3くらいという高速で打ち出される電子流によって起るといわれているⅢ型バーストとしばしばそれにともなって起るContinuumのV型バーストについては昨年10月観測された例がある。Ⅲ型バーストに続いてV型Continuumバーストが起っているが、V型が起ると電波源の位置が突然変化した（第2図）。(a)はⅢ型バースト、(b)は続いて起ったV型バーストの電波源。スペクトル型の違いは単にスペクトル上の形態の差ではなくもっと本質的である。

最後に最近得られた面白い例をあげてみる。

1968年2月25日03時46分(UT), $S30^{\circ}$, $W20^{\circ}$ にフレア発生。3時57分フレアの南側がアーチ状に輝く（第3図(a)）。動スペクトルでは弱いⅡ型バースト（コロナの中を伝わる衝撃波によって起ると考えられている）である。4時6分南東の周辺が明るくなりだす（第



第3図 1968年2月25日のⅡ型-Ⅳ型バースト。図中の円は太陽光球の大きさをあらわす。上が北, 左が東。(a) $03^{\text{h}}59^{\text{m}}$, Ⅱ型バースト。(b) $04^{\text{h}}13^{\text{m}}$, Ⅳ型バースト。(c) $04^{\text{h}}18^{\text{m}}$, Ⅳ型バースト。(d) $04^{\text{h}}25^{\text{m}}$, Ⅳ型バースト((c)のバーストの位置に比べて東側にズレている)。

3 図 (b) . スペクトルでは良くみえないが多分 IV 型 (II 型バーストにしばしばともなって起る Continuum で惑星間空間の擾乱に関係があると考えられている) と思われる. ほぼ無偏波のこの電波源はゆっくり外側に向かって動いていき, 約 30 分継続している. われわれがとくに興味を持ったのは異なる場所に発生したフレア, II 型, IV 型バーストの連鎖反応である. これらのバーストは周波数のちがいによって電波源の高さのちがいがあり, これがまわりの大気のプロズマレベルの付近と考えられているが, フレア・II 型バーストの時間差から約 600 km/sec という擾乱の伝播速度を得る. ただし, プロズマレベルの高さを求めるためにはニューカークの得た活動領域上の電子密度を 2 倍したモデルを使った, これは III 型バーストの高さの分布から統計的に得られたもので相当信頼度が高いからである. フレアの発生から 14 分後東側の周辺にあるプロミネンスが爆発し, 0.25 R. まで上昇した. フレアから衝撃波が起りそれがプロミネンスを刺激したと考えるとその速度は約 1300 km/sec となる.

さらにこのプロミネンスに刺激されて IV 型バーストが発生し, 徐々にコロナ上方に昇っていく.

とも角ここの当分は観測するごとに新しい事がらでできそうな情勢である. 斬新なアイデアと財政的裏付けが如何に大切なことであるかつくづく感じさせられた.

追記 原稿の締切がずっと前に終り, 編集者に申しわけなく思いながらもどうせ遅れついでだと大幅に遅らせたおかげで新しい事柄を報告できることになった. 一見ノイズストーム風であるが, 電波源は, 太陽の南半球中を数時間に亘ってのたうち回った. “Wandering (or Wonderful) Type X” とでも名づけておく. 動きは派手で太陽面上を東のはじから南のはじめにまた東のはじと動き回った揚句, とうとう西のはじめまで動いていった. 時どき動いては止まり, また動き出すといった具合だが, 簡単な解析では速度は大体 1000 km/sec. 恐らく物が実際に動くのではなく, アルベーン波のような形で擾乱が伝わっていくのではないかと想像している.

新 刊 紹 介

星雲・原子核・準星 F. ホイル著 (小尾信弥訳)

(法政大学出版局, B 6 判, 総アート紙, 209 ページ, 34 図, 35 写真 定価 480 円)

原著者は宇宙論最前線の開拓者として活躍中の有名なイギリスのケンブリッジ大学教授である. 本書は 1964 年に大学で行った講義にもとづいたもので, 現代の天文学と宇宙論の非常に流動的な面を強調しつつ, すばらしい研究成果の現状をつたえようとしたものである. 表題に見る星雲, 原子核, 準星は現時の宇宙論構成の三本の柱であり, 1. 星雲, 2. 電波星雲, 3. X 線とガンマ線と宇宙線, 4. 定常宇宙論, 5. 定常概念からの新発展, 6. 物質の歴史の順で著者の研究指導原理につらぬかれた議論が展開されている. したがって読者はいたる所で著者の哲学, 信念からくる警句に行きあたる. 「天文学においては, まったく新しい現象を考える場合にはとくに, 穏当な考えというのは, あまり役に立たないということがままある」(p. 25) とか, 「個人的にいって, 私は宇宙論で特定の理論に固執することが嫌いである」(p. 128) とかというような言葉が見出される反面, 学生時代のハッチンソンのシンクロトロン電波放射の考えをケンブリッ

ジの特別研究員選考委員会が受けつけなかった事について自責の意を表わしているような所もある.

本書の最終の章は物質の歴史であるが, これは物質の起源ではなく, 陽子と電子から複雑な原子が作られる核物理学的の物質の歴史である. 「われわれの知識は, 問題の天体物理学的な面よりも, 原子核についての面のほうが完全である. しかしこれは驚くことではない. 最近の 30 年というもの, 原子核物理学のため…巨額の費用がついやされたのである. 原子核物理学者は数千人を数え, …天体物理学の研究者は数十人である. …長年の間, 天文学は物理学の貧乏な親族であった. 今日その地位は昔よりかなりよくなったが, 貧乏な親族はなお貧乏である」(pp. 203~4) などという一文を読みながら, 数百億円の加速器の建設が議論されている一方, 数十億円の宇宙電波望遠鏡の建設を如何にして日のあたる所に引き出すかに腐心している日本の現状に思いをはせたものである.

思わずベンがそれだが, 私はこのホイルの名著の一読を多くの方に望みたい. 読後の感銘はそれぞれ人によって大いに異なると思う. しかし誰もが本書から多くの感銘を得られるであろうことを疑わない. 本書の日本語の名訳を提供された訳者の小尾氏に感謝の意を表したいと思う. (広瀬)

昭和 43 年 7 月 20 日

印刷発行

定価 125 円

編集兼発行人 東京都三鷹市東京天文台内

印刷所 東京都文京区水道 2-7-5

発行所 東京都三鷹市東京天文台内

電話武蔵野 45 局 (0422-45) 1959

広瀬 秀雄

啓文堂 松本印刷

社団法人 日本天文学会

振替口座東京 13595