

野辺山電波ヘリオグラフによる 太陽フレア超高速伝播現象の発見

太陽フレアは、わが太陽系最大級の爆発現象です。表面に現れた磁場がエネルギー源なのですが、おおよばにいて半分がプラズマの加熱（もともと数百万度のものが数千万度から数億度）に、残りが粒子（電子や陽子）の加速（平均的には静止していたものが光速近くまで）へと一気に消費されます。加熱へのエネルギー消費過程については、かなりの部分が最近の観測（たとえば宇宙科学研究所の「ようこう」衛星など）によって解明されてきました。いっぽう、粒子加速についてはまだじゅうぶんな解明にはいたっていません。これを解決しなければ、わたしたちは太陽フレアを理解したとはいえないのです。

今回あらたな発見があったフレアは1999年8月28日に太陽面の中心少し下よりで発生しました（表紙左図の四角い枠で囲ったもの。右図はその拡大図）。フレアの強さとしては中規模のものでしたが、空間的に比較的大きくて、しかも長細い構造をもつという際立った特徴がありました。野辺山電波ヘリオグラフはこのフレアを1秒間に10枚という高速度で撮像した結果、長細い構造の左下から右上に向かって、非常に速い速度で伝わる現象をとらえたのです。太陽面上での伝わる距離は45,000 km（地球の半径は6,400 km）あり、かかった時間はわずか0.5秒でした。したがって速度は90,000 km 毎秒で、これは光の速度の約3分の1です。

この現象をわれわれは以下のように解釈しています。長細い構造は磁気ループで、その左下の箇所付近で極性の異なる磁力線との相互作用でエネ

ルギーが解放され、そのうちの何割かが電子の加速に使われて光の速度にまでなった。電子は電気を帯びていて、磁力線に沿った方向に運動する性質をもっているため、観測されたように細長い構造すなわち磁気ループに沿って伝わっていくのがみえたのだと考えられます。

この観測では、高エネルギー電子がほぼ光の速度で伝わっているさまを映像化することに、世界ではじめて成功しました。これまでの観測は状況証拠だったのですが、これで電子加速の直接証拠をえることができました。それ以外にも、ふたつの重要なことがわかりました。

ひとつめは加速位置です。このフレアでは、ふたつの磁力線が相互作用する箇所が伝播の出発点であると述べましたが、これは加速機構の解明のためには実は重要なことを示唆しています。

ふたつめは、逆説的なのですが、「伝播速度が思ったよりも遅かった」ことです。実は観測された電波を放射するために必要な電子の速度はほぼ光速（99%以上）なのですが、実際の観測では30%ぐらいしかありませんでした。これは、電子が磁気ループにそってまっすぐ伝わっているのではなく、実はぐるぐると螺旋状に巻くように回転しながら飛んでいるため、みかけ上遅くみえるからだと考えています。これも、加速機構の解明のためには非常に重要な情報で今後理論による説明がまたれるところですよ。

横山央明（国立天文台野辺山）