

電波のまたたきでアイソン彗星から吹き出すプラズマを捉えた

名古屋大学太陽地球環境研究所では、長年にわたり IPS 現象を使って太陽風の観測を実施してきました。この観測専用の大型アンテナが国内 4 箇所に設置されています。本研究で用いたのは、この内の一つ、愛知県豊川市の大型アンテナ（太陽圏イメージング装置 SWIFT）です。SWIFT は、毎日太陽を中心とした天空に分布する数多くの電波天体について IPS 現象を観測しています。本研究では、アイソン彗星が太陽に最接近した 2013 年 11 月頃について SWIFT で取得した観測データを解析しました。その結果、アイソン彗星のプラズマ尾が電波天体を横切った時、IPS 現象が強くなることがわかりました。この変化はプラズマ尾の電子密度の増加を反映したもので、観測データからアイソン彗星プラズマ尾の電子密度が推定されています。また、プラズマ尾では他と比べ大きな空間スケールの密度擾乱が卓越していることも判明しました。ここで特筆すべきは、最も高い電子密度がプラズマ尾の境界付近で観測されたことです。これは予期しなかったことで、その解釈が今後の課題となっています。

なお、本研究は名古屋大学太陽地球環境研究所の太陽風グループ（主研究者は大学院生）と日本大学理工学部航空宇宙工学科の研究者（彗星・小惑星分野）との共同で実施されました。

本成果は、Icarus 誌 オンライン版に掲載されました。

【ポイント】

彗星が太陽に接近すると、彗星から活発にガスが噴出し電離することにより長く伸びたプラズマの尾が形成されます。このプラズマ尾について地上の望遠鏡や探査機による観測から、その特性が調べられてきましたが、観測の機会に限られるため未だよくわかっていませんでした。本研究では、2013年に太陽に接近したアイソン彗星のプラズマ尾を地上の電波観測から観測し、プラズマ尾の電子密度やその空間分布を明らかにしています。ここで用いた観測は、名古屋大学太陽地球環境研究所で実施している電波の”またたき”現象（惑星間空間シンチレーション）を利用したものです。観測データからは予想に反してプラズマ尾の境界付近で密度が高いことが判明しました。

【背景】

太陽からは超音速で太陽風が吹き出しており、地球を含むすべての太陽系天体はこの流れの中にあります。地球は磁場によって太陽風の流れを受け止めるため、直接大気と接することはありませんが、磁場を持たない彗星の場合、太陽風によって彗星周辺のガスはどんどんはぎ取られていきます。彗星のプラズマ尾が太陽と反対方向にたなびくのは、このためです。よって、プラズマ尾を詳しく探ることは彗星と太陽風の相互作用や彗星本体の発展・消滅を考える上で重要です。これまで様々なプラズマ尾の観測が実施されていますが、その内の1つに電波の”またたき”現象（惑星間空間シンチレーション、以下IPSと省略）を使ったものがあります。このIPS現象は視直径が小さい電波源からの電波が太陽風中を通過する際に発生するもので、太陽風を地上から観測する有効な手段として使われてきました。彗星から吹き出す濃密なプラズマが電波天体の視線を横切ると、このIPS現象が強くなり、独特なスペクトルも持った変動を示すことが過去の彗星観測から報告されています。しかし、IPS現象による彗星プラズマ尾の観測データはまだ少なく、報告された事実を詳細に検証する必要がありました。

【研究の内容】

名古屋大学太陽地球環境研究所では、長年にわたりIPS現象を使って太陽風の観測を実施してきました。この観測専用の大型アンテナが国内4箇所に設置されています。本研究で用いたのは、この内の一つ、愛知県豊川市の大型アンテナ（太陽圏イメージング装置SWIFT）です。SWIFTは、毎日太陽を中心とした天空に分布する数多くの電波天体についてIPS現象を観測しています。本研究では、アイソン彗星が太陽に最接近した2013年11月頃についてSWIFTで取得した観測データを解析しました。その結果、アイソン彗星のプラズマ尾が電波天体を横切った時、IPS現象が強くなることがわかりました。この変化はプラズマ尾の電子密度の増加を反映したもので、観測データからアイソン彗星プラズマ尾の電子密度が推定されています。また、プラズマ尾では他と比べ大きな空間スケールの密度擾乱が卓越していることも判明しました。

ここで特筆すべきは、最も高い電子密度がプラズマ尾の境界付近で観測されたことです。これは予期しなかったことで、その解釈が今後の課題となっています。

なお、本研究は名古屋大学太陽地球環境研究所の太陽風グループ（主研究者は大学院生）と日本大学理工学部航空宇宙工学科の研究者（彗星・小惑星分野）との共同で実施されました。

【成果の意義】

これまでIPS現象によって彗星プラズマ尾を捉えた観測は少なく、中には否定的な報告もありました。今回の研究により、IPS現象は彗星プラズマ尾を観測する有効な手段となり得ることが示されました。今後、IPS観測を利用することで、彗星と太陽風の相互作用や彗星の時間変化など未解明の謎に迫ることが期待されます。特にIPS観測は、光学観測と異なり昼間や雨天・曇天時にもデータ取得が可能です。また、飛翔体観測に比べ広範囲な領域を連続的にカバーできる利点があります。

【用語説明】

アイソン彗星(C/2012 S1)

2012年9月21日に国際科学光学ネットワーク（ISON）のネフスキー氏とノヴィチョノク氏が

発見した彗星。2013年11月28日太陽に最接近した。接近するにつれて明るさを増し、成長した彗星の尾が観測されている。最接近後、同彗星は分裂・消滅した。

太陽風

高温の太陽大気（コロナ）が超音速で流れ出している現象。速度は300~800 km/秒、地球軌道付近での密度は1cc当たり数個~10個程度である。高温のため、太陽風の粒子はすべてイオンと電子の状態に電離されている。

惑星間空間シンチレーション

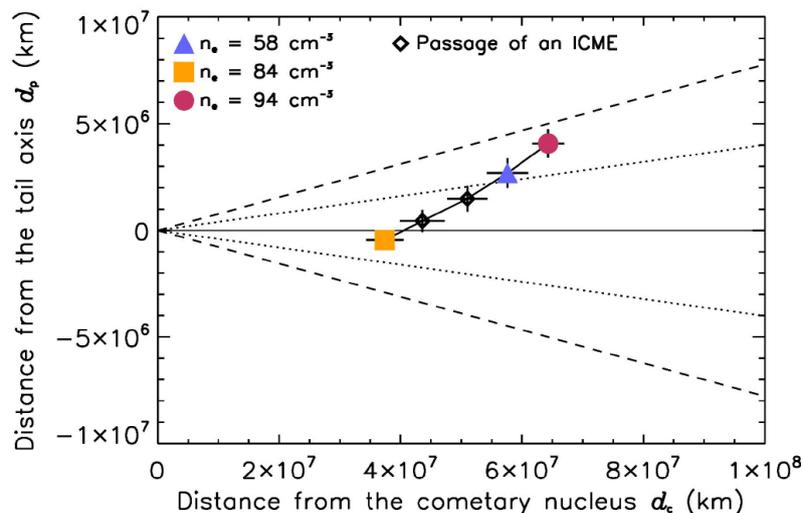
太陽風中の密度揺らぎによって生じる電波の“またたき”現象。見かけの大きさが小さい電波源についてのみ観測される。この現象を使って地上から太陽風の速度を測ることができる。

【論文名】

題目: Plasma distribution of Comet ISON (C/2012 S1) observed using the radio scintillation method

著者: 伊集朝哉、徳丸宗利、藤木謙一 (名古屋大学)、阿部新助 (日本大学)

掲載誌: Icarus (米国天文学会惑星部門の査読付き論文誌)、2015年2月オンライン版掲載済み



アイソン彗星を中心とした座標系におけるIPSで観測された場所と解析から推定されたプラズマ尾の電子密度 (図中、●、■、▲)。◇の印は、太陽で発生した擾乱 (ICME) の影響を受けているデータを示す。図中水平の実線はアイソン彗星のプラズマ尾の中心を示し、実線左端の位置は彗星の核に対応する。点線は、プラズマ尾の広がり角度を4.6度と8.9度に仮定した場合のプラズマ尾の境界を示す。

(Iju et al., Icarus, <http://dx.doi.org/10.1016/j.icarus.2015.02.007> より引用)



名古屋大学太陽地球環境研究所豊川観測所に設置された惑星間空間シンチレーション（IPS）観測専用の大型アンテナ（太陽圏イメージング装置、SWIFT）。本装置は、一日に数多くの電波天体のIPS現象を観測することができる。また本装置による観測は毎日連続して実施されている。これらにより時々刻々と移動する彗星のプラズマ尾を効率よく捉えることが可能となる。