

流星飛跡起源の電離圏イレギュラリティエコーに関する研究

Study on ionospheric irregularity echoes associated with meteor trail

山田 仁志夫[1], 深尾 昌一郎[1], 山本 衛[1], Roland T. Tsunoda[2]

Nishio Yamada[1], Shoichiro Fukao[1], Mamoru Yamamoto[1], Roland T. Tsunoda[2]

[1] 京大・宙空電波, [2] SRI International

[1] RASC, Kyoto Univ., [2] SRI International

1998年、1999年の7月から8月にかけて、米国スタンフォードで行われたSQPE (Stanford QP Experiment)キャンペーンでは、多数の準周期(QP)エコーが検出されたが、同時に、数多くの流星エコーも観測された。その中には、数分間継続する流星エコーも存在し、流星飛跡とE領域沿磁力線イレギュラリティ(FAI)の関係が示唆された。そこで、1999年のSQPEのデータを用い、流星飛跡に付随するFAIエコーの検出を行った。その結果、中緯度E領域において、数分間継続する流星エコーの中には、type-2のFAIを付随する流星飛跡エコーが存在することが分かった。

MUレーダーを用いた中緯度E領域における沿磁力線イレギュラリティ(Field-Aligned Irregularity; FAI)観測の結果、中緯度域のFAIには、準周期エコー、連続エコーと呼ばれる2つの形態のエコーが存在することが分かった。同様のエコーはアジア地域では観測されていたが、アジア地域以外からの報告はなかった。そこで、アジア地域以外における中緯度E領域FAIの振舞いを明らかにするために、1998、1999年の7月から8月にかけて、準周期(QP)エコーの観測を目的として、SQPE (Stanford QP Experiment)キャンペーンが行われた。その結果、アメリカ西海岸地域においてもはっきりした準周期エコーが出現することが確かめられている。1998年のSQPEでは、FAIエコー以外に多数の流星エコーが検出されたが、通常であれば、数秒間程度しか継続しない流星エコーが、数分間に渡って観測された例も存在した。また、長時間継続する流星エコーのレンジレートが、同時に観測されている準周期エコーのレンジレートとほぼ等しい例も観測されており、FAIと流星エコーの関係が示唆されている。

FAIはドップラースペクトルの形状からtype-1、type-2に分類されるが、過去には、磁気赤道域にあるヒカマルカISレーダー観測から流星飛跡起源のtype-1のFAIが観測された。中緯度においては、ギリシャのSESCAT (Sporadic-E Scatter Experiment)観測で流星飛跡に付随したFAIが報告されているが、観測レンジが明らかではないという問題があるため、十分な研究が行われてきたとは言えない。そこで、本研究では1999年のSQPEのデータを用い、流星飛跡エコーの性質を詳しく調べることで、中緯度における流星飛跡に付随するFAIエコーを検出することを目指した。そのため、まずエコー強度の時間高度分布から約3分以上継続した流星エコーを検出し、長く継続する流星飛跡エコーの分布に沿って、SN比が最大となるレンジのドップラースペクトルを時間を追って調べた。その結果、8月9日と13日に、ドップラー速度が0 m/s付近と60 m/s付近の2箇所にピークをもつ流星飛跡エコーが検出された。流星飛跡エコーの時間高度分布から求めたレンジの時間変化率がピークの値である60 m/sとほぼ一致することから、60 m/s付近が流星飛跡エコーのスペクトル成分であることが分かった。また、長く継続する流星エコーと、同日に発生したFAIエコー、流星エコーのドップラースペクトルを比較した。その結果、FAIエコーのドップラースペクトルの特徴として、0 m/s付近を中心に200 m/sに渡る広いドップラースペクトル幅を持つこと、流星エコーのドップラースペクトルの特徴としては、50 dBに達する大きな強度を持ち、ドップラー幅が狭いことが分かった。従って、0 m/s付近の成分がFAIエコー、60 m/s付近の成分が流星飛跡エコーのスペクトル成分であることが分かった。さらに、FAIエコー強度の時間変化を調べたところ、FAIエコー強度の上昇、下降に合わせて、0 m/s付近のドップラースペクトルが

同様の変化を示した。

以上から、0 m/s 付近が FAI エコー、60 m/s 付近が流星飛跡エコーによるスペクトル成分であることが分かった。

ヒカマルカ IS レーダーで検出され

た流星飛跡に付随する FAI エコーは、背景の強い電界に伴う $E \times B$ ドリフトに起因する type-1 エコーであるが、本研究の流星飛跡に付随する FAI エコーは平均ドップラー速度がほぼ 0 m/s と小さく、スペクトル幅が 200 m/s 程度と広い点で大きく異なっている。一方、流星飛跡自身は背景の風と共に約 60 m/s の速度で移動していることも考慮すると、本研究で検出された流星飛跡エコーは、流星飛跡の内部で、背景の風が原因で type-2 の FAI が発生している可能性が高いと考えられる。