

## F M散乱観測による地震前兆に伴う電離層擾乱の電子密度変化

### Change of Ionosphere Electron Density associated with Earthquakes by the Observation of FM-Radio wave Scattering.

# 藤原 博伸[1], 鴨川 仁[1], 大古殿 秀穂[2], 大槻 義彦[1]

# Hironobu Fujiwara[1], Masashi Kamogawa[1], Hideho Ofuruton[2], Yoshi-Hiko Ohtsuki[1]

[1] 早大・理工・物理, [2] 都立航空高専

[1] Dep. of Phys., Waseda Univ., [2] Tokyo Metro. College of Aero. Eng.

放送局用のFM波を用いて見通し距離外の電波受信を利用する方法であり、電離層からの電磁波の散乱波を受信することで、地震前兆現象による電離層擾乱によって電離層の電子密度がどのように変化するのか、またそのときのプラズマ振動数がどの程度変化するのかを観測する。また電離層の擾乱が局所的かどうかについても観測を行っている。本研究では局部電離層の変化を調べるための観測点は、2000年6月現在、東京に2ヶ所、四国愛媛1ヶ所、秋田本荘1ヶ所、にそれぞれ数チャンネルづつ設置している。

FMラジオの放送局の送信電波を使った電離層擾乱に伴う異常伝搬について、電離層プラズマの電子密度の変化を考察しつつ、国内に観測地点を数カ所設置し多点観測することによって、そのパス（伝搬経路）からのFM後方散乱データから地震に伴う電離層の擾乱が局所的であるかということを観測する。また、これらの研究には近接対地落雷や雲間放電からの電磁波ノイズによってどのような影響が観測システムや受信信号にあるのかについて大気電場観測装置を使って考察する。

本来この放送用FM散乱波観測方法は流星観測をするための方法で、一般にはFRO(FM Radio Observation)といわれている。流星の場合、一般的には彗星から放出された流星物質（直径は約1mm前後の微妙な物質）が高速で地球大気に突入すると、約100km程度上空の大気分子が電離され、流星物質突入経路上の電離層を擾乱しプラズマチューブを形成する。この擾乱は電磁波を反射する性質を持つため、通常電離層を通過貫通するVHF帯（30～300MHz）の電磁波が鏡面反射を受け、見通し距離外まで伝搬する。この性質を利用して反射エコーをカウントし、流星を観測する方法である。

FM散乱を用いた電波流星観測時に内陸性地震発生時の1週間前程度から異常伝搬現象や周波数変調が観測されたとの報告がある。地震との関係による電離層の擾乱過程は未解明であるが、地震発生前において震央上部の電離層内部のプラズマが擾乱される可能性があり、通常電離層を通過してしまうFMラジオの電磁波は散乱されることになる。従って、その電離層の散乱によるFM波の観測点での受信強度から電離層プラズマの電子密度変化が求められる。またもしパス上に現れれば局所的な電離層の擾乱を観測することにより地震発生位置を決定できることになる。しかしこの観測法は現在まで経験的な判断で行われており、地震発生前に何故擾乱が起るのかについての明確な根拠は示されていない。本研究では1997年8月から見通し距離外のラジオ放送局からの発信電波を全国4箇所の観測点でモニターレクロスさせたパス(path)から、本震に先立って起る可能性のある局所電離層の擾乱による電子密度の変化について考察する。1998年9月15日 宮城県南部 北緯 38.3 東経 140.8 深度 10km M5.1に発生した、地震についてその電子密度変化について報告する。本震発生の9日前から受信信号レベルが上昇し始め、本震12日前にセンタチューニングメーターがフルスケールに達するほどの出力電圧となりピークに達する。ここではスパイクノイズの他にコンデンサーの充放電のような信号も観測されている。その後本震当日には収束に向かっている。本震後の翌朝には平常電圧となっている。一般に電離層は主として太陽の光によって起るので生じる電子密度は、昼間のE層で $10\exp(5)/\text{cm}^3$ 程度、太陽光の少ない夜になると $10\exp(4)/\text{cm}^3$ 以下になるが、本観測により電離層の電子密度が約3倍になっていることが確認された。