

## 宇宙デカメータ電波源観測における宇宙空間蜃気楼現象

# 大家 寛 [1]  
[1] 東北大・理・地物

## Space Mirage Phenomena in the Case of Observations of Cosmic Decameter Radio Waves

# Hiroshi Oya[1]  
[1] Geophysics, Tohoku Univ.

We are observing the decameter radio waves, from the center part of our Galaxy ,from which we can detect arriving pulse signals that are attributed to be from rotating black holes. During analyses of the data from our Galaxy center using the long baseline decameter radio wave interferometer of Tohoku University, we have met phenomena which could be considered as space mirage. Analyses had been made for detection of decameter signal at 21.865MHz from the possible black hole binary that show two kinds of pulse periods of 130 sec and 110 sec ; these periods are modulated by sinusoidal variation with a period of 2300sec reflecting the period of orbital motion of the binary black holes Gaa and Gab system. For the case of analyses of data observed from 22 JST on Feb 27 to 02:30 JST on Feb 28 in 2014 when no Galaxy center observed in the direct sight of observation station, we detected the signal of Gaa and Gab. Because the pulse signals from these black holes are restricted with a given frequency modulation on detected pulse periods, we cannot be mixed the results as contamination of trivial noises from unidentified sources. The possibility of the space mirage has been found after investigation of the ray trace of the decameter radio waves at 21.865MHz using three layers model ionosphere that is constructed being based on data of real time ionosphere sounding at Kokubunji station. The rays from Galaxy center entering into the topside ionosphere eventually arrive at a earth's surface passing through the F2 and F1 layers; at this surface the rays are further reflected into the ionosphere. When one of the reflected ray satisfies the condition of the secant law of the reflection in a layer in the ionosphere ranging from F1 to F2 layers, the ray is reflected to the observation point with large enough rates of power. The numerical solution for this processes indicate that we can detect the signals from radio wave origin even the longitude of the observation point is apart by 45 degree to 60 degree from the limiting longitude of direct observations. That is, we can observe the decameter radio wave source in a form of mirage. We may call the phenomena the space mirage which may occur also in the cases of observations of cosmic decameter radio waves such as from Jupiter , and Cassiopeia-A not being restricted in the case of the present studies of the decameter radio wave pulses from the Galaxy center.

木星デカメータ波源や、カシオペア A 電波源のように 20MHz から 30MHz 帯の宇宙電波源観測は広く行われているが、本研究では銀河中心部からくる特異なデカメータ電波パルス群の電波源位置の決定を目指し 100km 級長距離基線をもつ東北大デカメータ電波長距離干渉計システムを用いて観測、解析を行っている。今回、その解析研究を通じ電離層蜃気楼現象が存在することが判明したので報告する。

ここで観測対象となるデカメータ電波は 21.86MHz で帯域 100Hz で周期 30sec から 140sec の間にあるパルスを探索している。パルス・レベルは背景放射の 0.1-0.8%程度で非常に S/N 比が小さく、特殊な解析法を必要とする。即ち、パルス周期を探索し、非常に多数回信号を重ねる Box-Car 法にて信号検出を行っている。解析結果は対をなす二種のパルスの周期は正弦的に変動することを示す。これを、本研究では公転するバイナリー・ブラックホールからの信号と捉え、検出されるパルスはカー・ブラックホールの自転周期と同期し、周期の正弦的な変化は対をなすブラック・ホールの公転ともなう Doppler 効果と結論している。今回、周期 130sec 及び 110sec でその周期変動 2300sec の Gaa-Gab ブラックホールバイナリーからのパルスに対し電波源方位を決定する解析作業に伴い電離層効果による蜃気楼によると判定する現象が表れた。

解析対象は 2014 年 2 月 27 日 22 時から 28 日 02 時 30 分に観測されたデータで、この時間帯は銀河中心部が直視範囲にないが、問題の Gaa-Gab 信号が継続的に検出された。

対象となるパルス信号は公転周期 2300 秒で周波数変調を受けはっきりした制約条件があり、単なる異質雑音の混入として結論することは不可能で、その直視条件を超えて銀河中心部より信号が到来するか否か、その可能性を検討した。

検討では実観測時刻における国分寺の電離層垂直打ち上げ観測データを基に、電離層をトップサイド、F2 層、及び F1 層の 3 層にモデル化し、Ray-Theory によって銀河系中心方向から到来する 21.86MHz の電波伝搬方向を追跡した。対象となる Ray は一旦、地表面（海面）に到来した後、その反射成分が F1 層に向かって再突入する。ここで、F1 層から F2 層の間でセカント則を満たす反射条件がとれる様に入射した Ray は全反射して観測点に到来するといった解を与える。その結果観測点位置が直視経度を 45 度から 60 度以上も離れた時刻にあっても信号は十分な強度で観測点に到来することが出来る。その到来方位は Azimuth 方向には銀河中心の視経度と対応した一点となり観測時刻とともに移動するが、仰角方向には対応するすべての時間帯で 4 度から 25 度と広がって観測される。

以上直視時間を超えて観測される現象を本研究では宇宙空間蜃気楼と呼ぶことにした。