

木星の長期暫間的衛星となった準ヒルダ彗星 147P/串田-村松

大塚 勝仁¹⁾・吉川 真²⁾・伊藤 孝士³⁾・David J. ASHER⁴⁾・荒木田 英禎⁵⁾

¹⁾ 東京流星ネット ²⁾ ISAS/JAXA ³⁾ NAOJ ⁴⁾ Armagh Obs. ⁵⁾ 早稲田大

147P/Kushida-Muramatsu: another long temporary satellite capture by Jupiter

Katsuhito OHTSUKA¹⁾, Makoto YOSHIKAWA²⁾, Takashi ITO³⁾, David J. ASHER⁴⁾, Hideyoshi ARAKIDA⁵⁾

Abstract

A quasi-Hilda comet (QHC), being in unstable 3:2 mean motion resonance with Jupiter, are considered a major cause of a temporary satellite capture (TSC) by Jupiter. Though the QHCs may be escaped Hilda asteroids, their origin and nature have not been so studied yet. Here we focused on the long TSC/orbiter events of QHCs by Jupiter and addressed them in the Keplerian system. Only four long TSCs/orbiters have presumably occurred in the last several decades. Every case has been caused by QHC, so very rare astronomical event. Thus, we surveyed further long TSCs/orbiters over the past century. First, we attempted to reproduce the long TSC/orbiter events of 82P, 111P, and 1996 R2 in order to weigh our simulations against the previous works, applying a general N -body Newtonian code. Subsequently, we reconfirmed their TSC events. Next we surveyed other long TSCs/orbiters from among the remainder of the QHCs, based on the same procedure. Eventually, we newly found another long TSC/orbiter, caused by 147P/Kushida-Muramatsu in 1949 May 14 (+97 days/-106 days)-1961 Jul 15. This is the fifth found long TSC/orbiter, thus the long TSCs/orbiters by Jupiter have ever occurred once every decade. Both the completion of two full revolutions about Jupiter and the capture duration of 12.17 (+0.28/-0.32) years rank third in both numbers as long TSC/orbiter, behind to SL9 and 111P.

Key Words: minor planets, asteroids - comets: general - celestial mechanics

1 イントロ

木星族周期彗星の中には、不安定ながら木星と3:2平均運動共鳴のヒルダ小惑星領域にいるものがあり、準ヒルダ彗星 (QHC) と呼ばれている。それらのメンバーは約20個近く知られているが、中には木星に低速遭遇して、暫間的に木星の衛星と捕捉されるものがある。そのようなイベントをTSC (Temporary satellite capture) という。TSCは、小天体が制限3体問題の直線平衡解における L_1 或いは L_2 ラグランジュ点をゼロ速度に近い速度で通過したときに起き、彗星の木心軌道エネルギーがネガティブ、即ち $E_J < 0$ の状態をいう。

最初に発見されたTSCは、1930年代のQHC 39P/Otermaによるものであったが、その捕捉期間は比較的短期間であり、木星を1周回する事はなかった。このようなTSCをfly-throughタイプという。他方、それより長く、概して10年前後からそれ以上の捕捉期間で、1周回以上するTSCを長期TSC/orbiterといい、稀な現象である。これまで起きたと指摘されている長期TSC/orbiterは、たった4例しかなく、それらは82P/Gehrels 3 (TSC期間: 1966年12月-1974年7月)、111P/Helin-Roman-Crockett (同1973年12月-1985年7月)、P/1996 R2 (Lagerkvist)、そして今は無いがQHCから由来したとされるD/1993 F3 (Shoemaker-Levy 9,

SL9) であり、原因天体は何れもQHCないしその可能性がある天体である。

そこで、我々は更なる長期TSC/orbiterイベントを探すために、TothのQHCリストから、過去100年間に、実際に長期TSC/orbiterを起こしたQHCがあるかどうか、調査した。100年と制限したのは木星族周期彗星のカオス性の為である事 (リアプノフ時間はせいぜい~100年) と、軌道要素の正確さや確認されていないであろう非重力効果による加速の影響を考慮してのことである。

その結果、唯一、147P/串田-村松が、20世紀半ばに長期TSC/orbiterを起こした事は見つけたのでここに報告する。

2 計算と結果

まず我々は、SL9を除く、前記の3QHCsのこれまで起きた長期TSCをシミュレーションし、実際にそれが起きたかどうかを過去のシミュレーションと比較しながら、確認してみる事にした。

計算は彗星の元期から過去に遡った N 体数値計算コードによる。積分法は、刻み巾自動調整の外挿法であり、惑星の位置と座標はJPL DE409に基づいている。座標系は、木星の日心軌道面に準拠した木心回転座標

である。その際、太陽は常に-x軸方向にあり、+z軸は北を示す。3QHCsの初期値はJPL HORISONSから採用した。

その結果、我々は3彗星が実際に彗星発見から数年前に長期TSC/orbiterを経験していた事を再確認した。

この方法を他のQHCsに応用し、その結果、その中で147P/串田-村松だけが、新たな長期TSCを起こした事を見つけた。147Pの初期値は中野主一氏のホームページ (2002, NK910) から採用した。

しかし、他の3QHCsと異なり、彗星発見からTSCまで、30年近い時間が経過している。彗星軌道要素の精度を考えると、実際にTSCが起きたかどうか? 不明な点がある。

そこで、我々は5軌道要素 (a, e, ω, Ω, i) の $\pm 1\sigma$ 誤差を考慮しながら、重複順列を適用してnominalなものを含めて243個のクローンを生成し、元期から再度、計算し直した。その結果、図1に通じ、全てのクローンがTSCの状態にあり、よって147PがTSCを経験した事を確認した。TSC経路の拡がりは、ひいては軌道要素の計算誤差の伝搬を意味するものであり、これは我々が思ったよりも小さい拡がりであった。

3 結論と展望

147Pは1949年5月14日 (+97日/-106日)-1961年7月15日の期間、即ち12.17 (+0.28/-0.32) 年、木星による長期TSCを経験した。この期間中147Pは木星を2周回した。これらの値は共に、長期TSC/orbiterとしてはSL9 (>40年、>30周回) と111P (18.45年、3周回) に次ぐものである。

センタウルスから木星族周期彗星への遷移 (或いはその逆) において、ヒル圏という関門を通るQHCというたぐいまれな天体が、今後、研究対象として注目される事が望まれる。

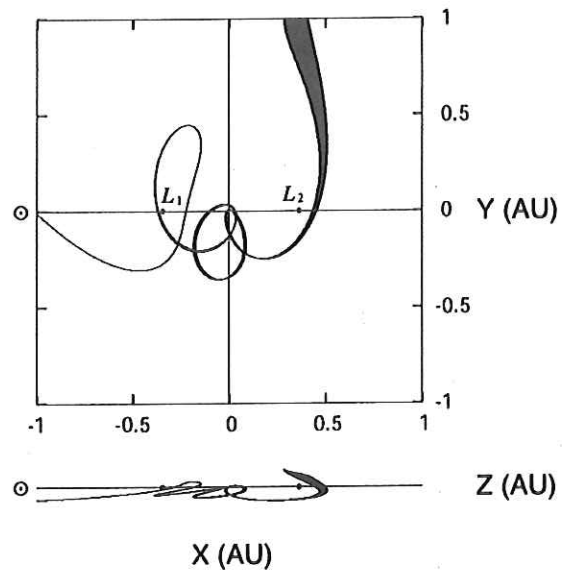


図1. x-y及びx-z平面に投影した147PクローンのTSC経路図。座標原点は木星であり、太陽は約5.2 AU離れた-x軸方向にある。彗星はセンタウルス由来の天体で、 L_2 を経て、木星系に入り、木星を2周回した後、 L_1 を通過し、QHCとなった。

(2008年3月23日受付, 2008年6月15日受理)