

A new asteroid's satellite has been discovered from observation for occultation by (021814)Shanawolff

Hidetoshi Yoshida the phenomenon: (021814)Shanawolff occults UCAC4-360-131284 on 13. July, 2025. And he found two time dimming on its light curve.

D1: 11h56m21.711s +/- 0.020s (UTC) S/N=7.30

R1: 11h56m21.777s +/- 0.031s (UTC) S/N=7.12

D2: 11h56m22.198s +/- 0.031s (UTC) S/N=7.45

R3: 11h56m22.773s +/- 0.027s (UTC) S/N=5.35

Although the first drop is very short drop which has 0.066 seconds duration, the depth of dimming is 2.0 mag. (16 % of original brightness) and It reaches to the comparison star which is 2 mag fainter than target star, (See figure 1,2).

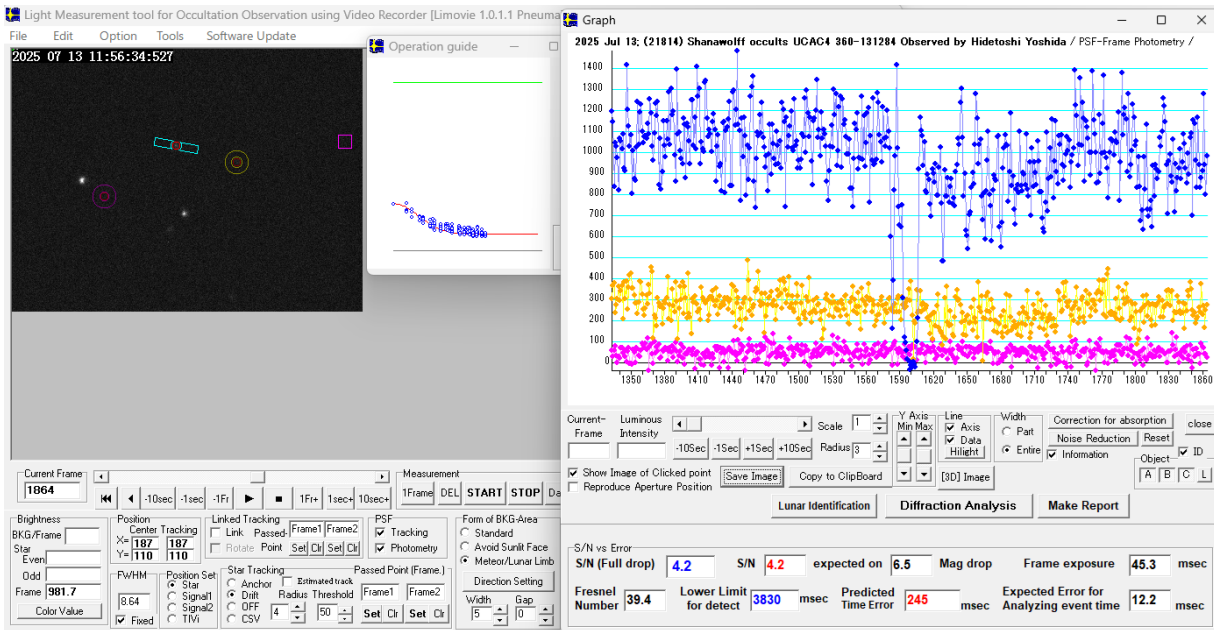


Figure 1. Analysis of light change of target star and comparison star

The dot colors correspond to the colors of the explanation boxes for each star in figure. 2.

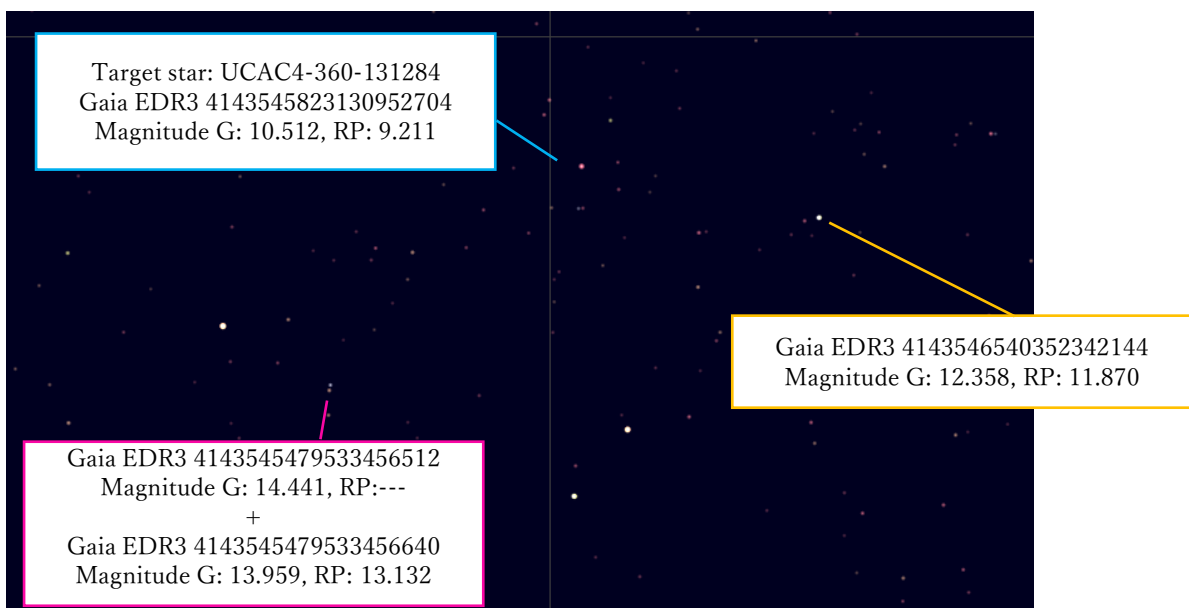


Figure 2. Target star and comparison star

The second drop has a step like change on disappearance. Generally the step is apparent of double star effect, however the light curve has many V shaped valley which is affection of air turbulence and it becomes larger at about this phenomenon. The step like light drop on the second event is considered the affection of air movement. From above, in this article, discussing that “does this short drop means satellite” without considering double star effect.

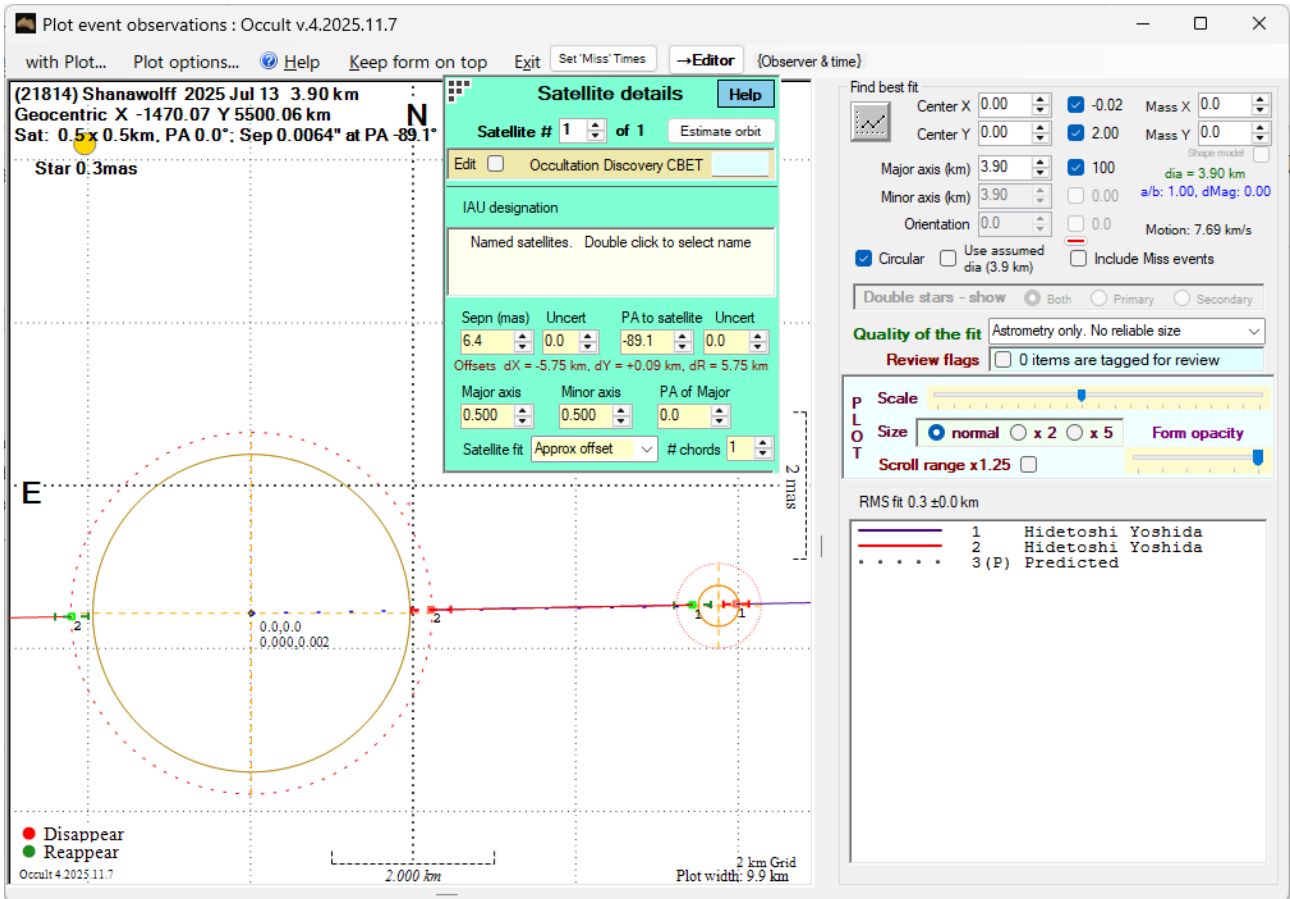


Figure 4. The sky plane plot

Figure 4. is the result of reduction of this observation. The drop of main body’s shadow is almost equal to the estimated diameter of this asteroid. The shadow of short drop is small (diameter:490m) and distance between the two shadow’s edge is 3100m. This “space” is nearly the same size as the shadow of the main body. From above, it is reasonable that the short drop is the shadow of satellite.

Additionally, when the diameter of this satellite is 490m then its Fresnel number is 5.4. It means that the satellite is in the Fresnel area, so it makes real and clear shadow on the earth.

Here, the author further attempted to obtain information about the asteroid's shape using diffraction simulations. Diffraction patterns of shadows cast by various created silhouettes were calculated using the Fresnel–Kirchhoff diffraction formula (Figure 5). These silhouettes were designed to have cross-sectional areas equal to those calculated from the asteroid's estimated diameter of 3.9 km. The blue line labeled 0 m represents the observation position. When star’s disappearance and appearance, the larger contact angle case (the orientation of asteroid’s limb closer to the relative direction of star's motion), the change of light intensity becomes slower, and a diffraction curve clearly appears in the light curve. Using this relation, it can be made a silhouette that well fits to the light curve

obtained from the occultation observation. However, note that high-confidence estimates are only possible to the area near the observed line (blue line). The rest of the object can't be draw clearly from the observations. Furthermore, since only a single line (code) was observed, the silhouettes of the main body and satellite could be mirror images of each other with the observation line (blue line) as the axis, and this observation cannot determine which is the correct orientation. Also, note that the simulation software only performs scans from left to right, so the silhouettes and shadows are mirrored left-to-right.

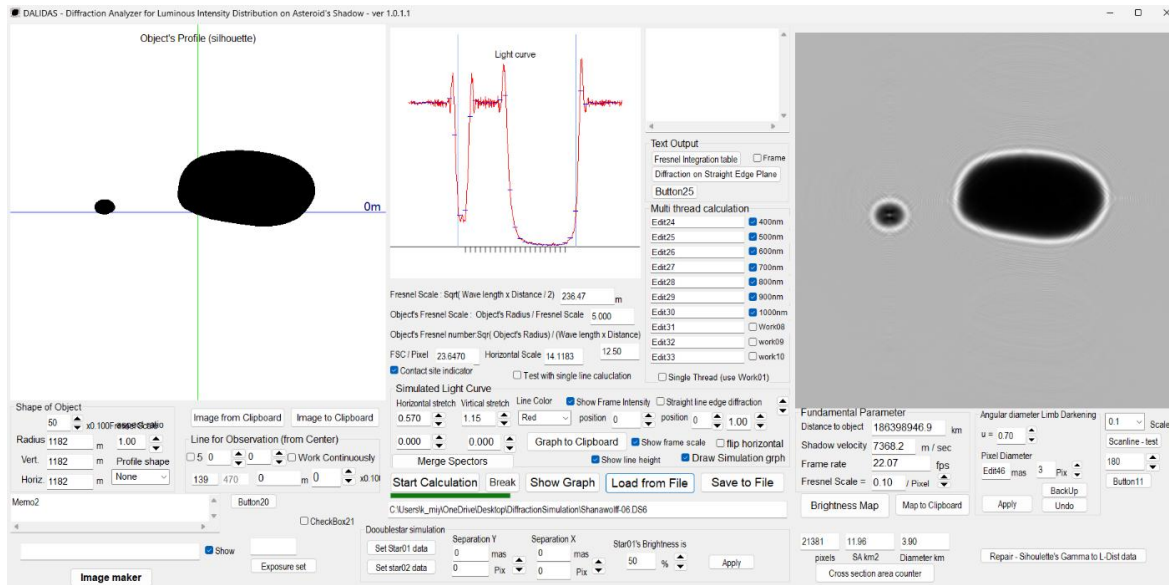


Figure 5: Diffraction simulation of the estimated silhouettes of the main body and satellite and the shadows they cast

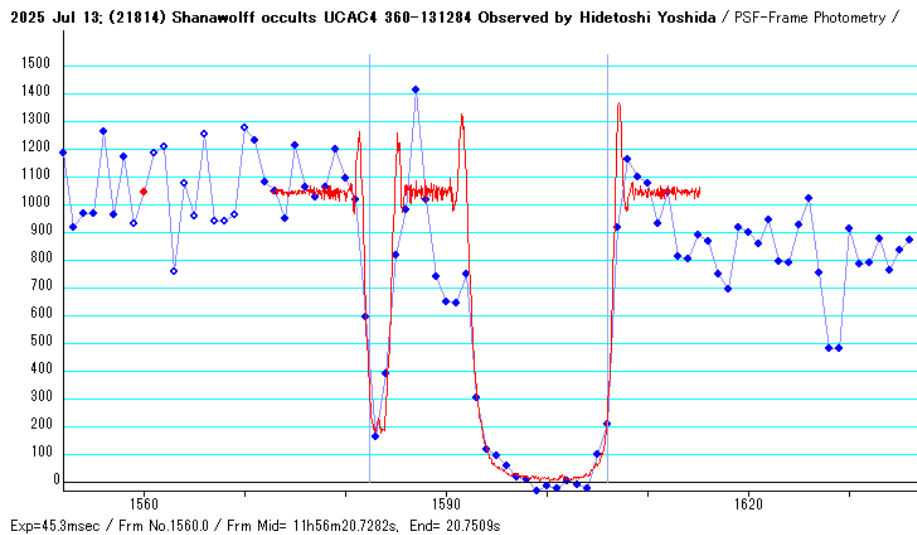


Figure 6: Comparison of Simulation and Observed Light Curves

Conclusion

It can be considered that a new satellite of asteroid (021814) Shanawolff has been discovered from occultation observation with high possibility. The satellite's separation and position angle are estimated to be 6.4 mas and -89 degrees, respectively. Furthermore, from the result of comparing observed light curve with diffraction simulation, it is strongly suggested that the celestial body responsible for the short light drop is an independent object distinct from the asteroid's main body.

Appendix

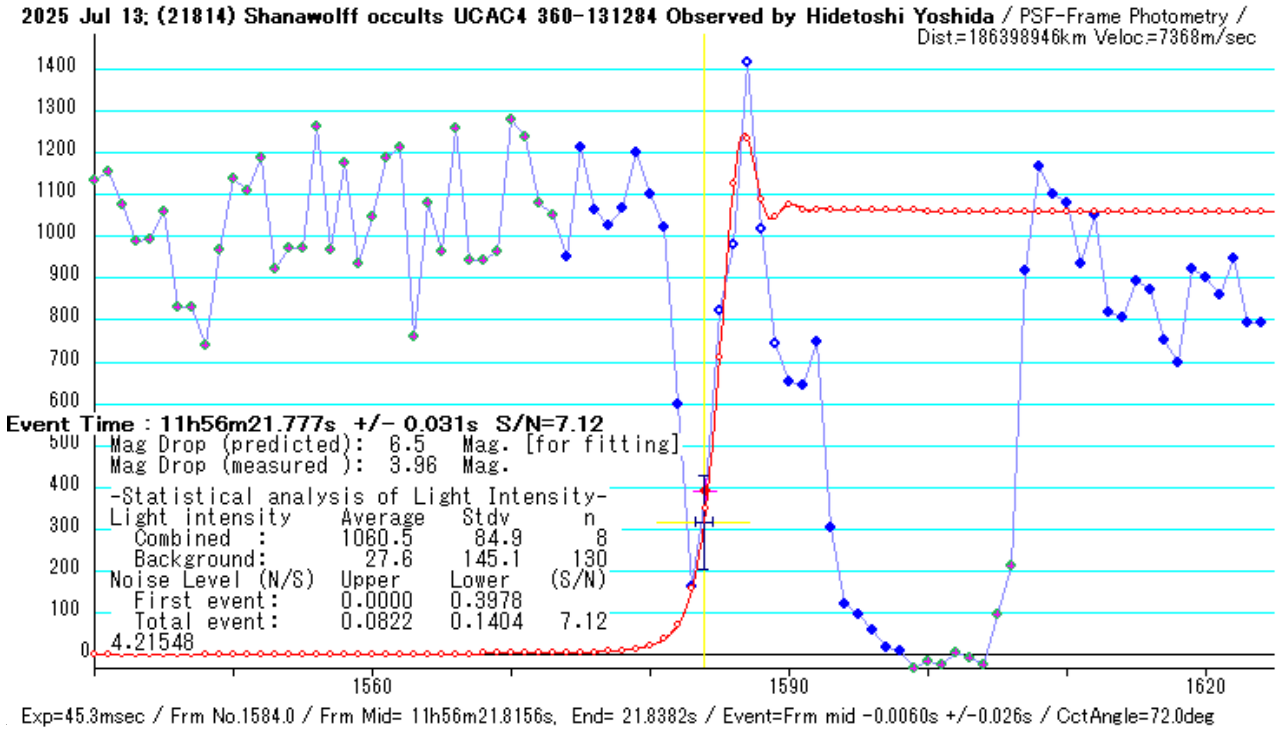
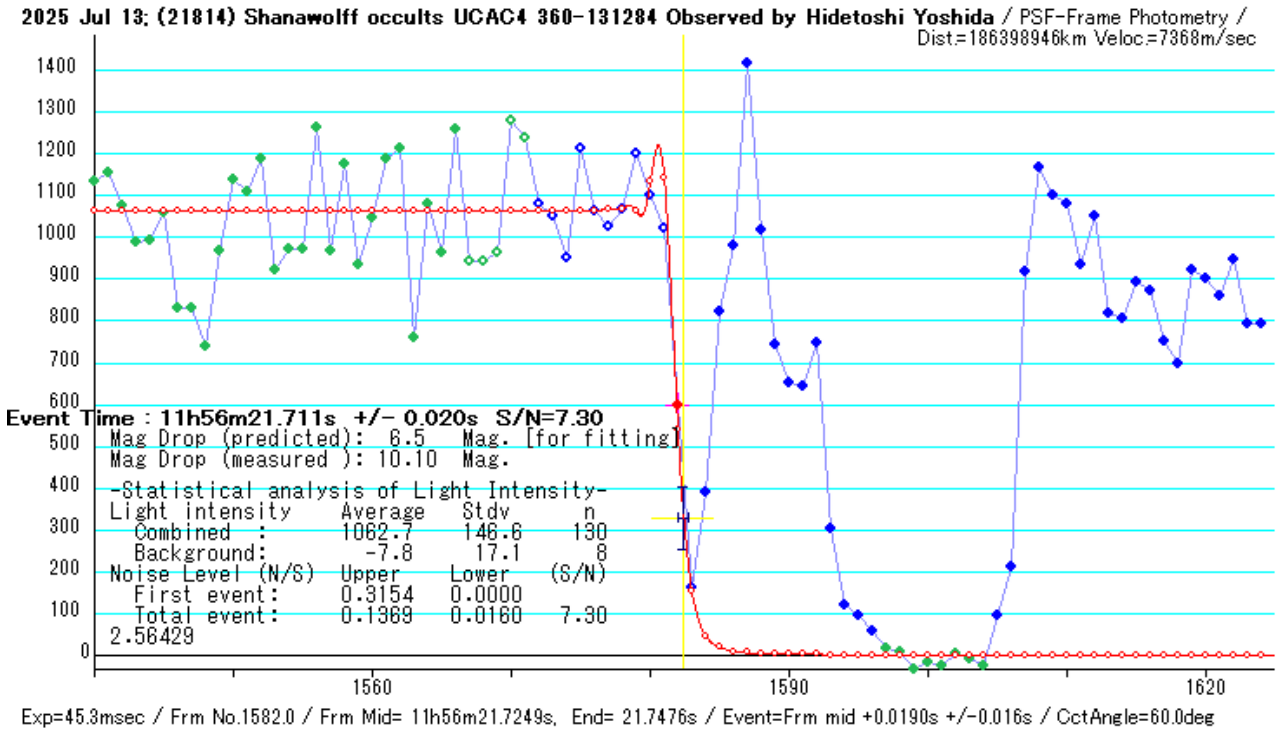
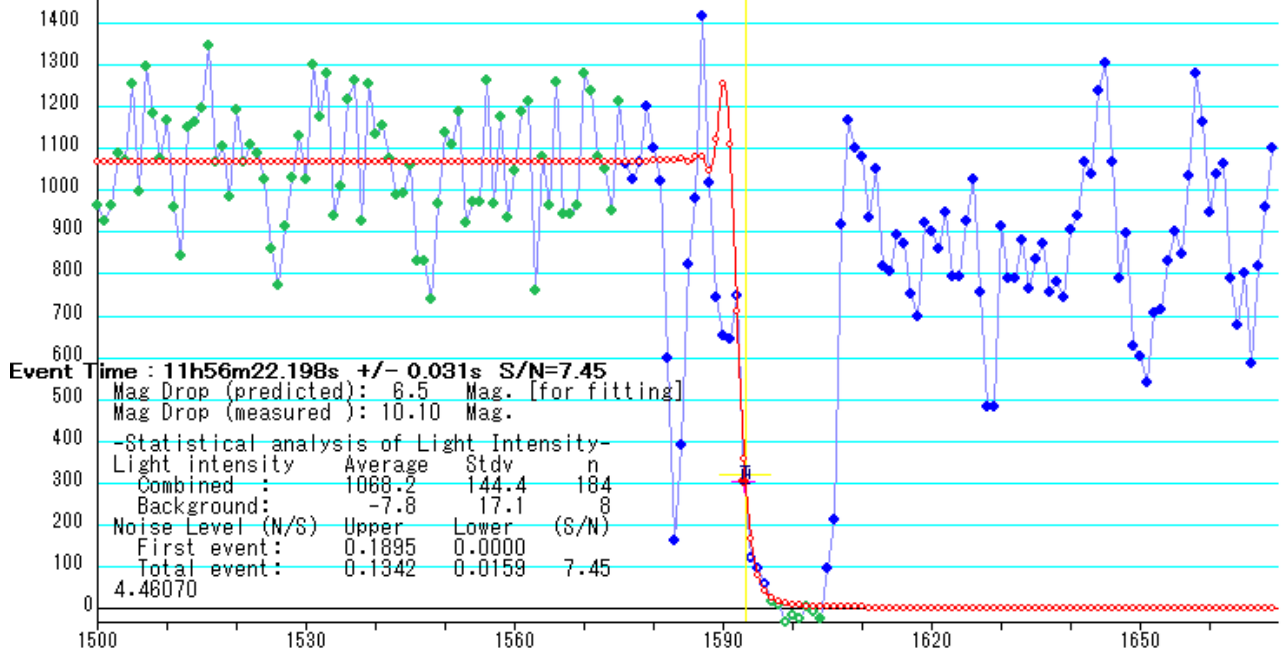


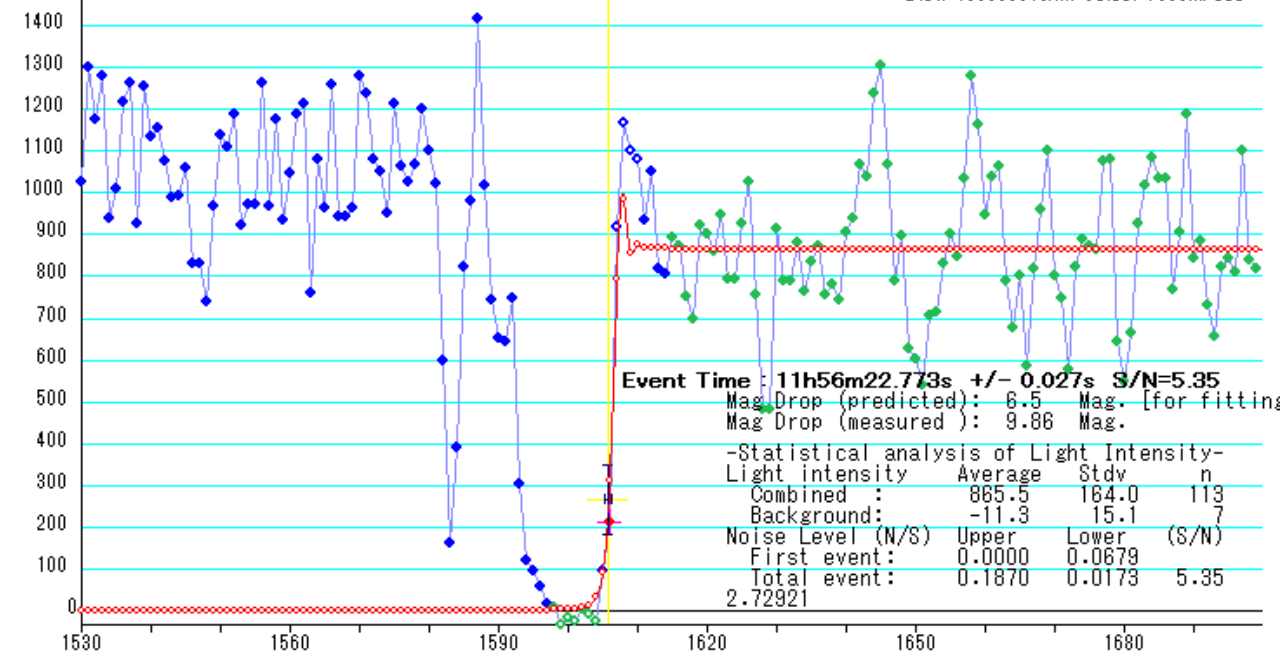
Figure 5. Light curve of the first short drop and analyzed event time

2025 Jul 13; (21814) Shanawolff occults UCAC4 360-131284 Observed by Hidetoshi Yoshida / PSF-Frame Photometry /
 Dist.=186398946km Veloc.=7368m/sec



Exp=45.3msec / Frm No.1593.0 / Frm Mid= 11h56m22.2233s, End= 22.2460s / Event=Frm mid +0.0075s +/-0.027s / OctAngle=73.0deg

2025 Jul 13; (21814) Shanawolff occults UCAC4 360-131284 Observed by Hidetoshi Yoshida / PSF-Frame Photometry /
 Dist.=186398946km Veloc.=7368m/sec



Exp=45.3msec / Frm No.1606.0 / Frm Mid= 11h56m22.8123s, End= 22.8349s / Event=Frm mid -0.0060s +/-0.023s / OctAngle=61.9deg

Figure 6. Light curve of the second main drop and analyzed event time

掩蔽観測による小惑星(021814)Shanawolff の衛星の発見

吉田秀敏氏は 2025 年 7 月 13 日に (021814) Shanawolff による UCAC4-360-131284 の掩蔽を観測し、光度曲線上に 2 回の減光を見つけた。

D1: 11h56m21.711s +/- 0.020s (UTC) S/N=7.30 0
 R1: 11h56m21.777s +/- 0.031s (UTC) S/N=7.12 0.066 486.3
 D2: 11h56m22.198s +/- 0.031s (UTC) S/N=7.45 0.421 3102.0
 R3: 11h56m22.773s +/- 0.027s (UTC) S/N=5.35 0.575 4236.7

最初の減光は非常に短く、持続時間は 0.066 秒であるが、減光の深さは 2.0 等級（元の明るさの 16%）に達し、比較星（対象星より 2 等級暗い）に到達する（図 1、2 参照）。

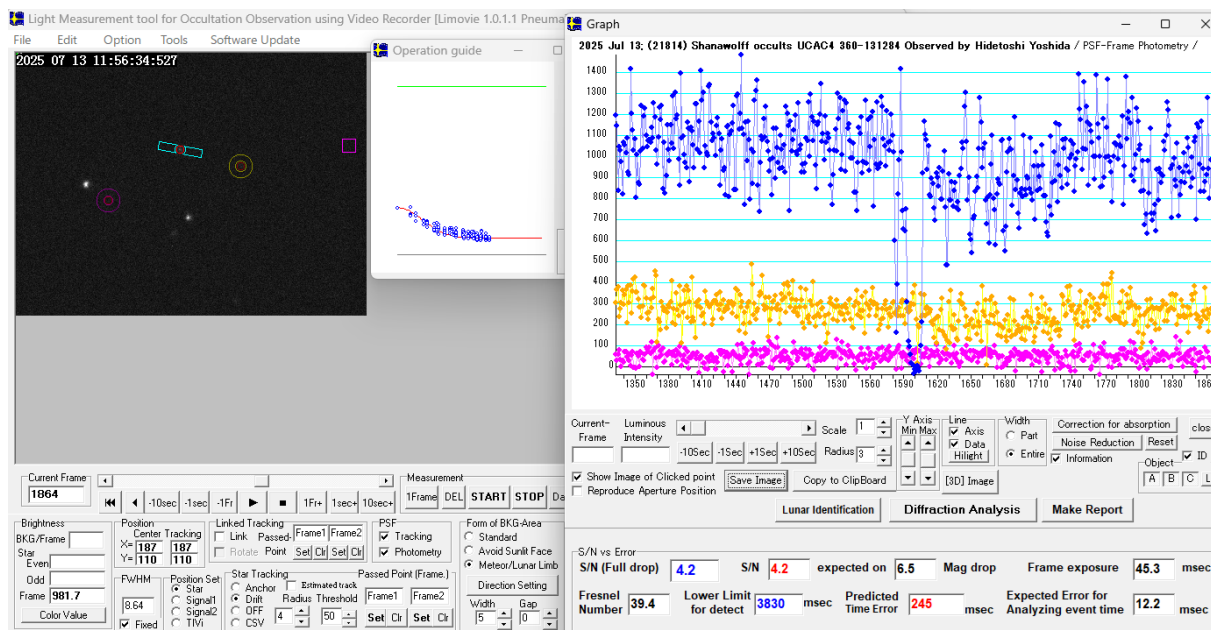


図 1. 対象星と比較星の光度変化の分析

点の色は、図 2 における各星の説明ボックスの色に対応する。

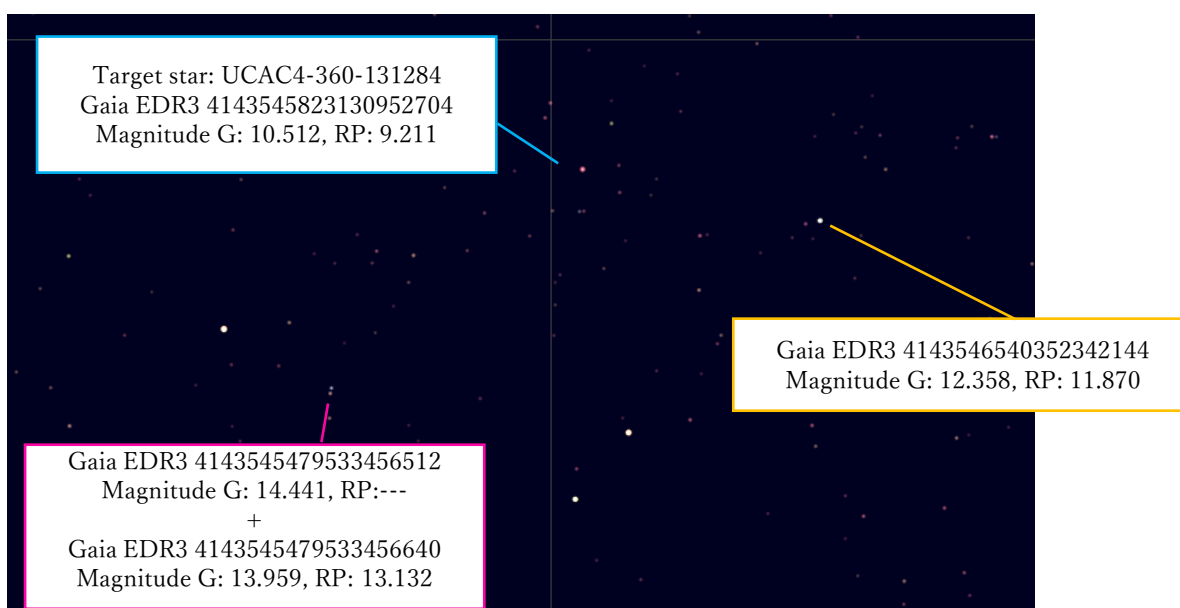


図 2. 対象星と比較星

二番目の減光には消失時に階段状の変化が見られる。一般的に階段状の変化は二重星効果によるものと考えられるが、光度曲線には大気乱流の影響によるV字型の谷が多数存在し、この現象付近でその規模が大きくなる。二番目の減光における階段状の光度低下は、大気運動の影響によるものと推測される。以上より本稿では二重星効果を考慮せず「この短時間の減光は衛星によるものか」について論ずる。

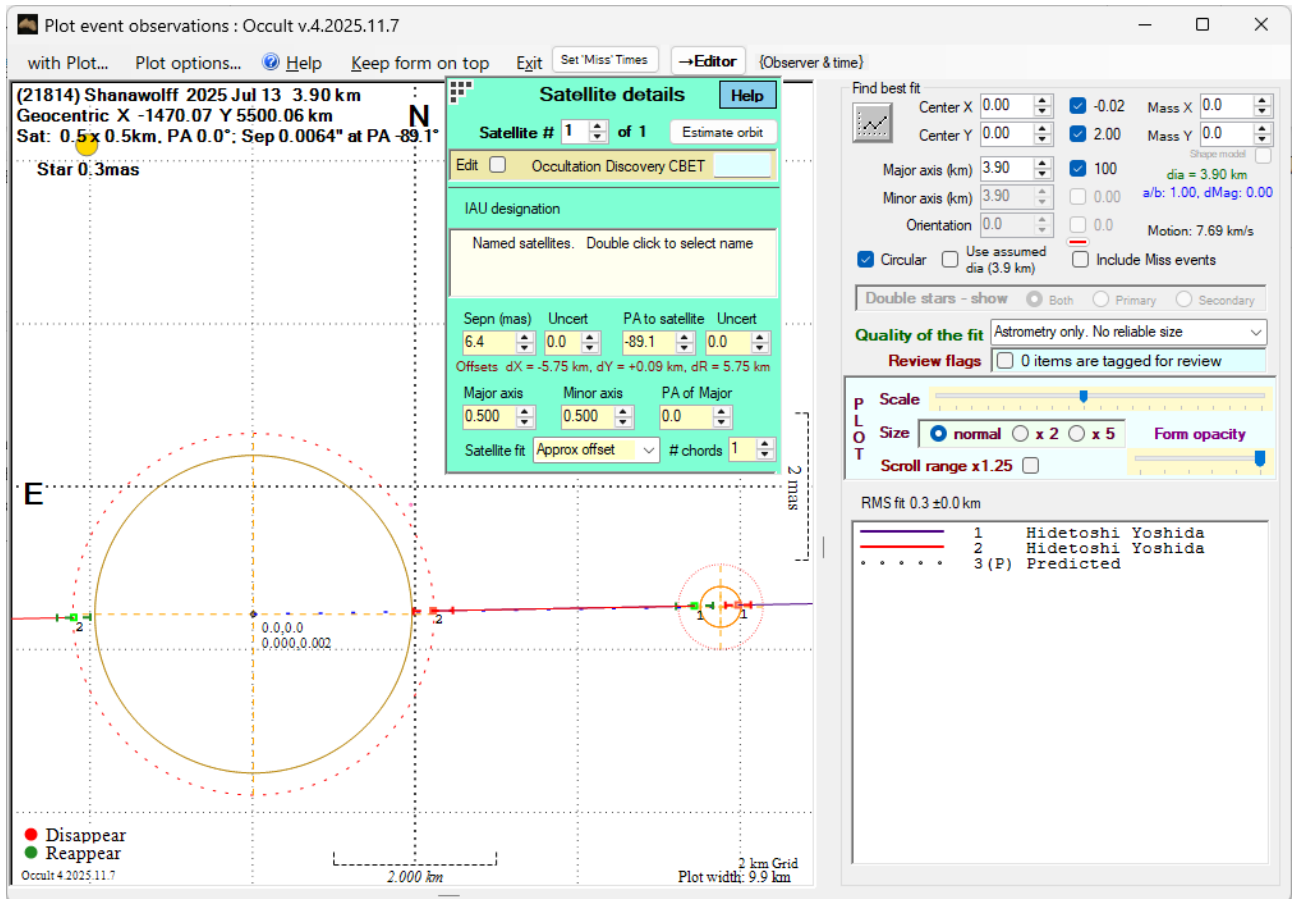


図 4 整約図

図 4 はこの観測結果を縮小したものである。主体の影の垂線長は、この小惑星の推定直径とほぼ等しい。短い垂線の影は小さく（直径：490m）、二つの影の縁の間の距離は3100mである。この「隙間」は主体の影とほぼ同じ大きさである。以上のことから、短い影は衛星の影であると考えられる。

さらに、この衛星の直径が490mの場合、そのフレネル数は5.4となる。これは衛星がフレネル領域内にあることを意味し、地球上に実在かつ明瞭な影を投下していることを示している。

ここで著者はさらに回折シミュレーションを用いて小惑星の形状情報を取得を試みた。様々な作成シルエットが投じる影の回折パターンをフレネル・キルヒホッフ回折式で計算した（図5）。これらのシルエットは小惑星推定直径3.9kmから算出した断面積に等しく設計されている。青色で0mと表示された線が観測位置を示す。星の消失・出現時、接触角が大きい場合（小惑星縁が星の相対運動方向に近接する方位）では、光度変化が緩やかになり、光度曲線に回折曲線が明瞭に現れる。この関係を利用すれば、掩蔽観測から得られた光度曲線に良く適合するシルエットを作成できる。ただし、高い信頼性をもつての推定が可能なのは観測線（青線）付近の領域に限られる点に留意が必要である。残りの領域では小惑星の形状は観測から明確に描き出せない。さらに、単一の線（コード）のみを観測したため、主天体と衛星のシルエットは観測線（青線）を軸に互いに鏡像となる可能性があり、本観測では正しい向きを決

定できない。また、シミュレーションソフトウェアは左から右へのスキャンしか実行しないため、シルエットと影は左右反転している点に留意されたい。

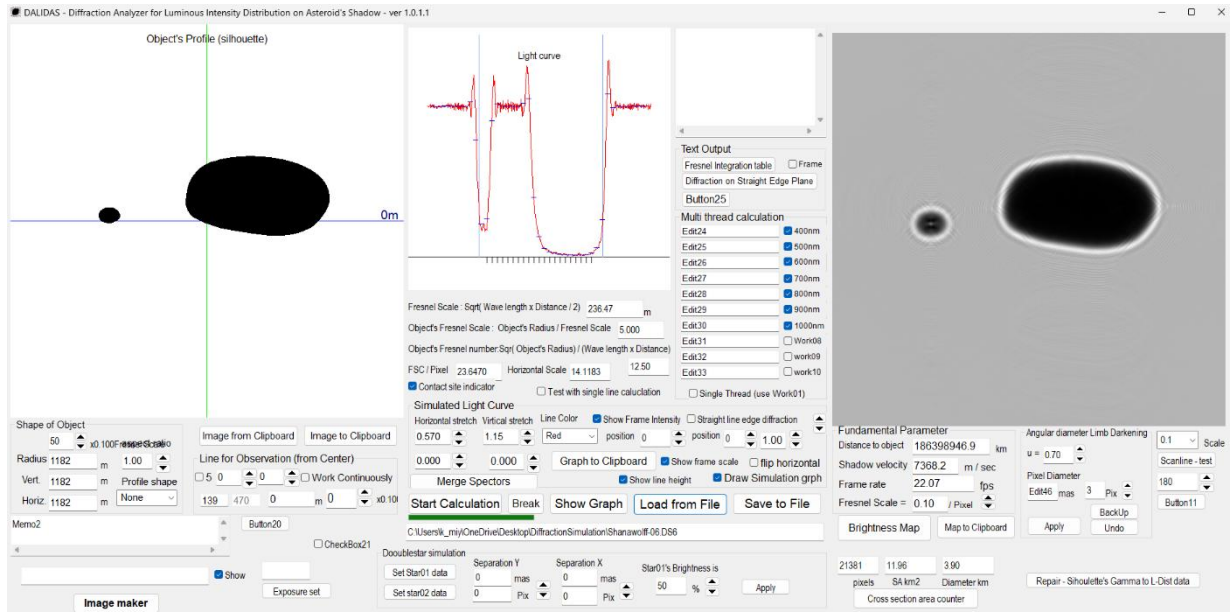


図5 推定される本体および衛星のシルエットとそれがつくる影の回折シミュレーション

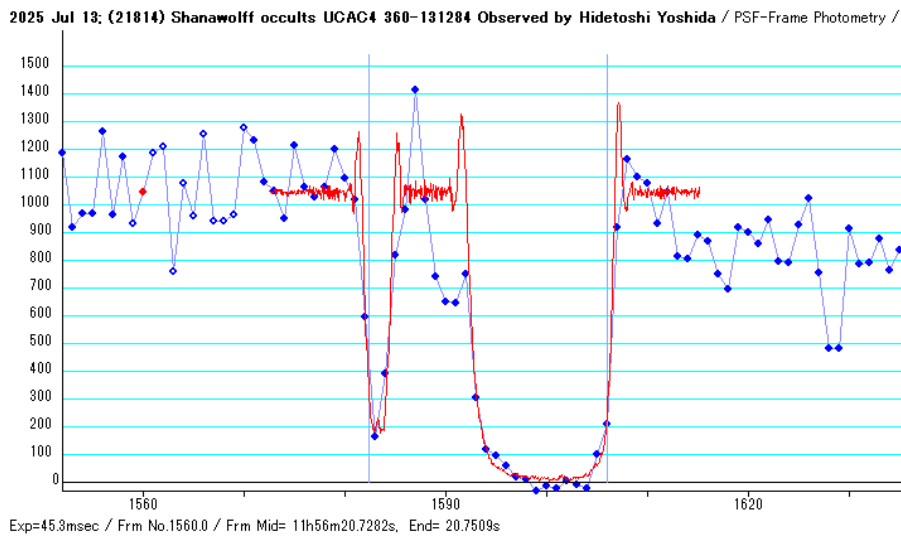


図6 シミュレーションと観測ライトカーブとの比較

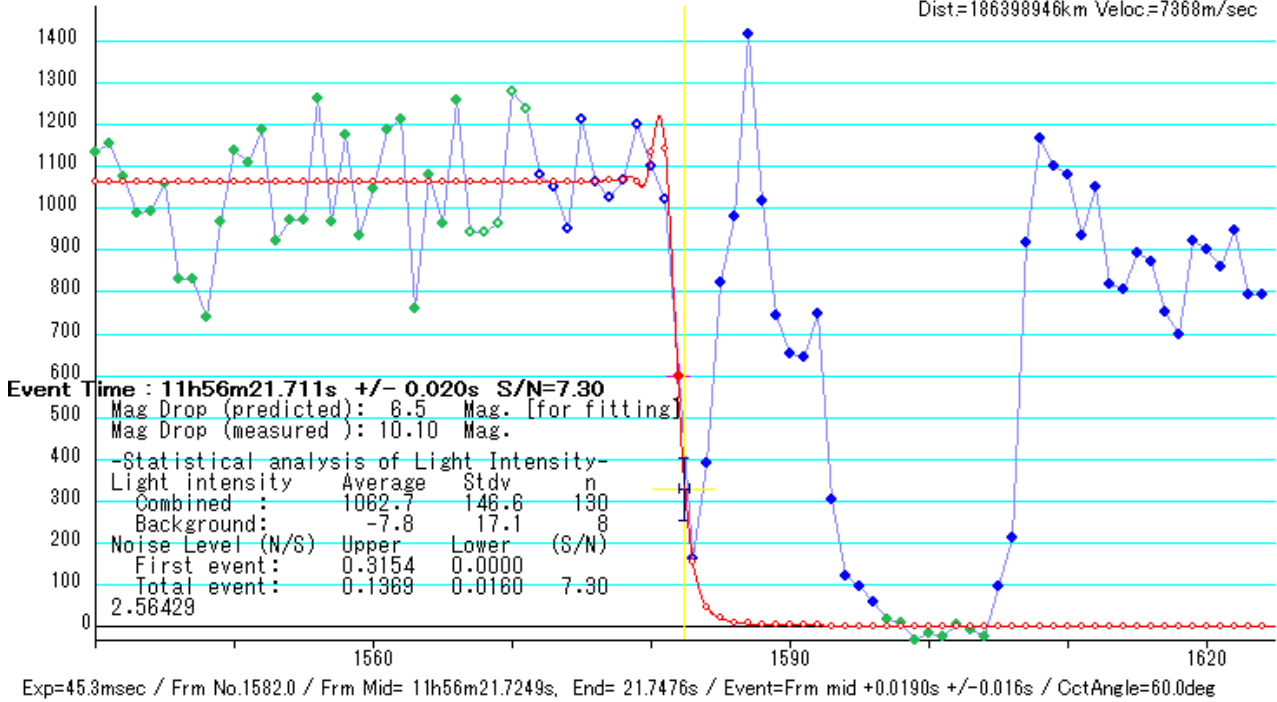
結論

小惑星(021814) Shanawolff の新たな衛星が、掩蔽観測により比較的高い確かさをもって発見されたと考えられる。衛星の分離角と方位角はシンプルな掩蔽時刻測定から得られたものとしては、それぞれ 6.4mas、-89 度と推定される。また、観測された光度曲線と回折シミュレーションの結果を比較した結果から、短時間の光度低下を引き起こした天体は小惑星の本体とは独立した別の天体である可能性が強く示唆される。

(Nov. 13, 2025 宮下和久)

Appendix

2025 Jul 13; (21814) Shanawolff occults UCAC4 360-131284 Observed by Hidetoshi Yoshida / PSF-Frame Photometry /
Dist=186398946km Veloc=7368m/sec



2025 Jul 13; (21814) Shanawolff occults UCAC4 360-131284 Observed by Hidetoshi Yoshida / PSF-Frame Photometry /
Dist=186398946km Veloc=7368m/sec

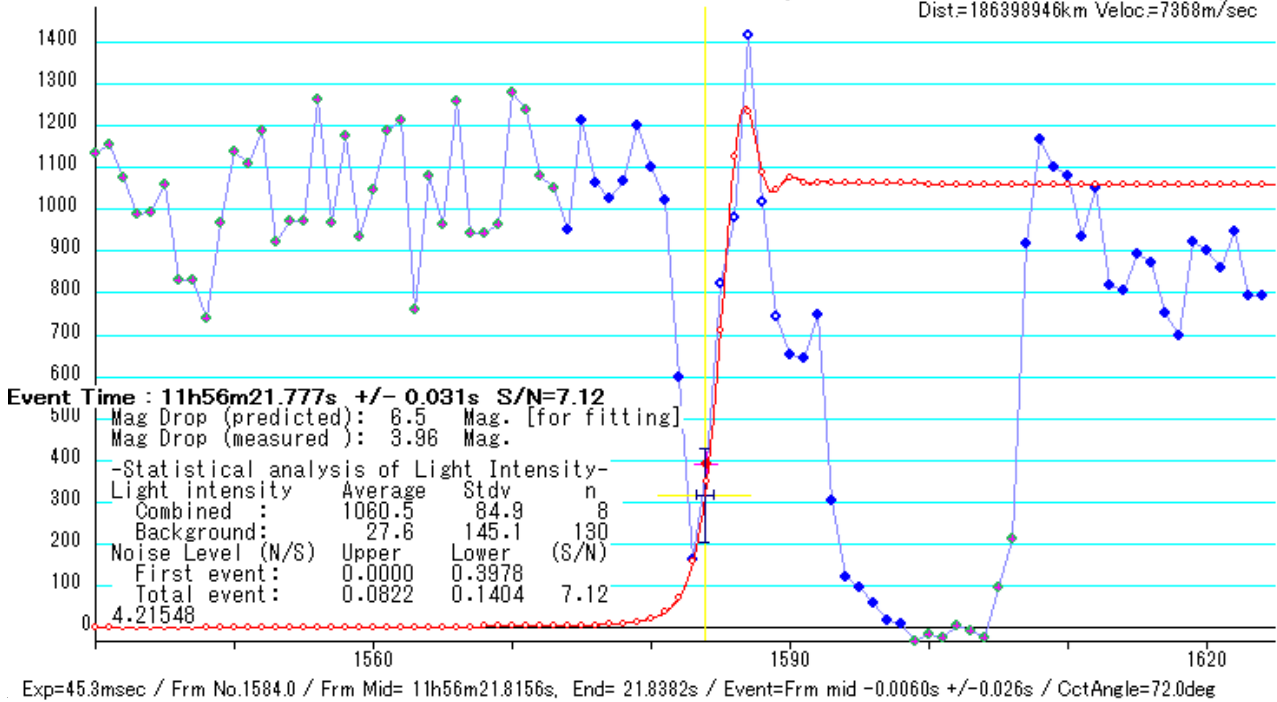
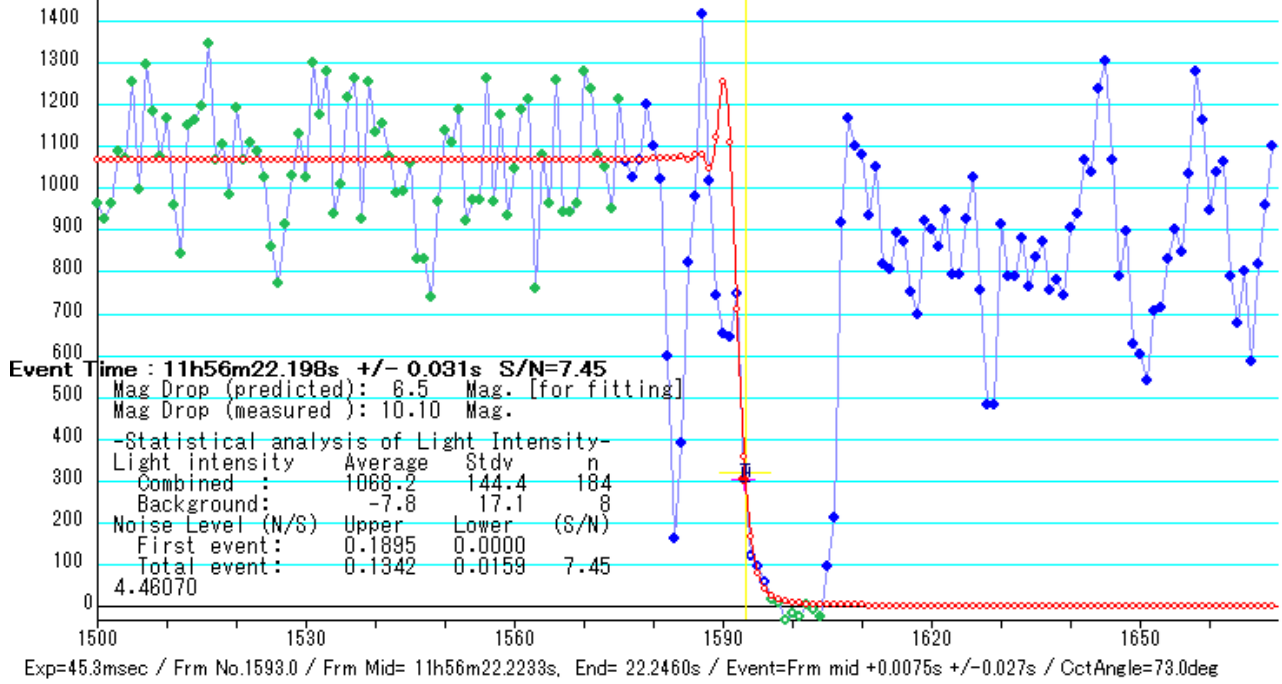


図 7. 最初の短時間の減光の現象時刻を求める

2025 Jul 13; (21814) Shanawolff occults UCAC4 360-131284 Observed by Hidetoshi Yoshida / PSF-Frame Photometry /
Dist.=186398946km Veloc.=7368m/sec



2025 Jul 13; (21814) Shanawolff occults UCAC4 360-131284 Observed by Hidetoshi Yoshida / PSF-Frame Photometry /
Dist.=186398946km Veloc.=7368m/sec

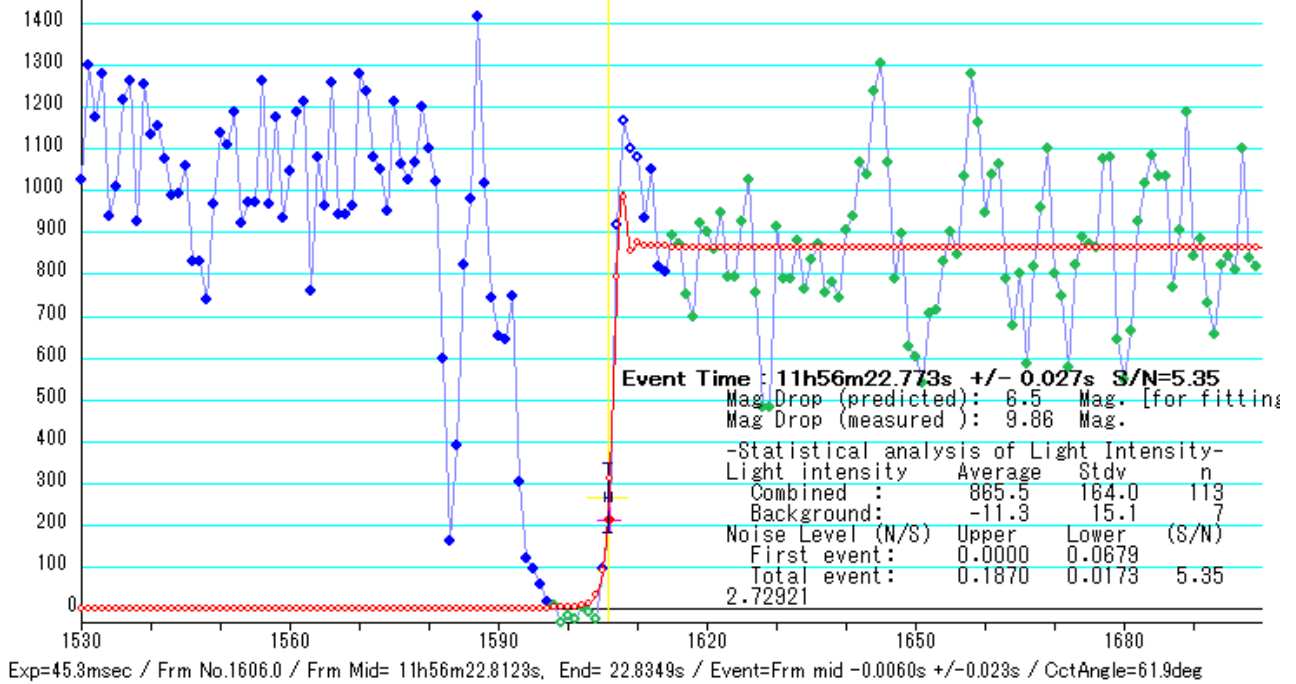


図 8. 2 回目の減光（比較的長時間の減光）の現象時刻を求める

