

(2747) Cesky Krumlov による UCAC4 291-116012 の掩蔽の観測ビデオの解析

Rev.2, 2025.05.31 宮下和久

【概要】

2025年5月22日の(2747) Cesky Krumlov による UCAC4 291-116012 の観測から得られたビデオの解析を例として、「1 フレームのみの減光」をどのように理解したらよいか、またその解析についてどのような考え方と手順で行ったらよいかについて考察を述べる。

1. 観測から得られたライトカーブ

吉原秀樹氏（岡山県）と瀧本麻須美氏（三重県）は標記の現象をビデオ観測した。それぞれのライトカーブを図1, 2に示す。

20250522 155809 (2747) Cesky Krumlov observed by Hideki Yoshihara

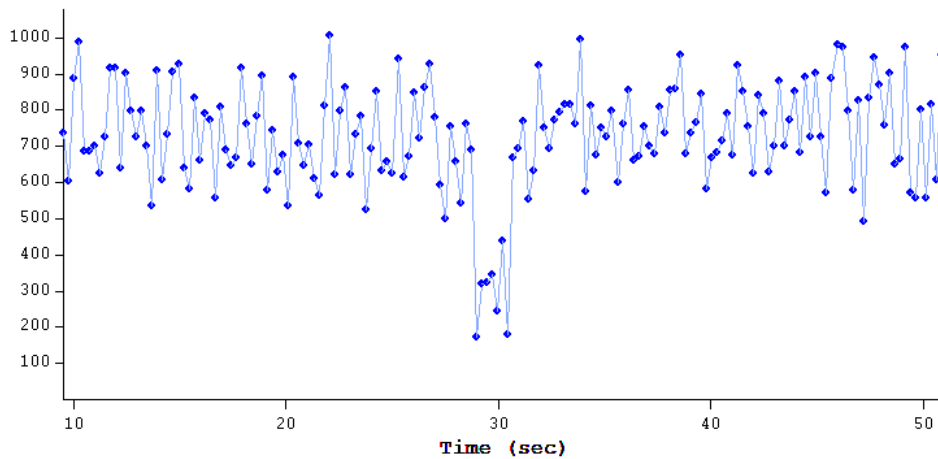
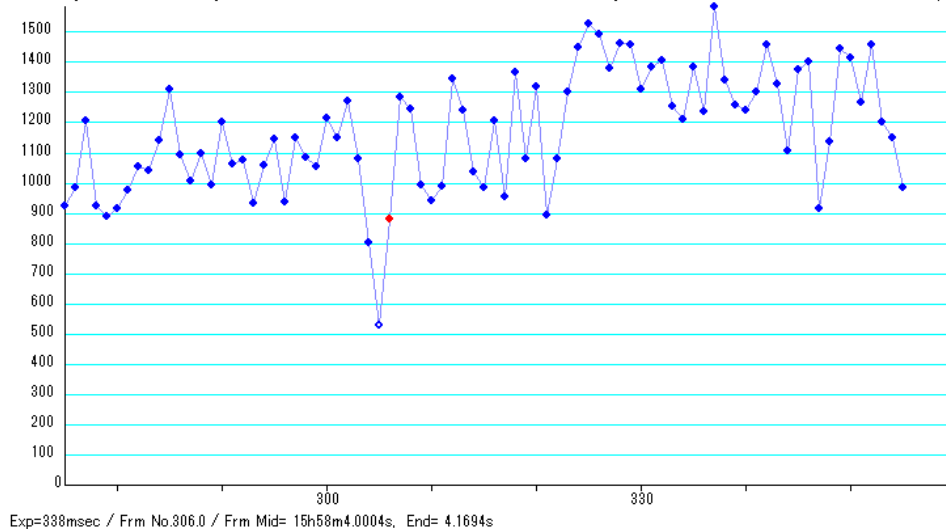


図1 吉原氏の観測。25cm ニュートン式 F=4.0 カメラ ASI290MM 露光 246msec

2025 May 22: (2747) Cesky Krumlov occults UCAC4 291-116012 Observed by Masumi Takimoto / APT-Frame Photometry /



Exp=338msec / Frm No.306.0 / Frm Mid= 15h58m4.0004s, End= 4.1694s

図2 瀧本氏の観測。40cm カセグレン 合成 F 値=1.8 露光 338msec

吉原氏の観測地点では、約 2 秒間の減光が観測されている。この現象の予報減光量は 3 等級であるとされていたが、実際に得られた減光は 1.0 等級であった。(元の光量の 6.4%まで減光するはずのところを元の 40%までしか減光していない。)これは、この恒星が重星であり、小惑星に隠されたのはそのうち的一方であることを示唆している。

また、瀧本氏の観測地点では、1 フレームのみの減光が観測されている。光量値が大きく低下したフレームの前後のフレームにもわずかに減光したフレームがあるが、これらは大気の揺らぎによるノイズの一部である可能性もあるから、掩蔽による減光かどうかはこの段階では保留とし、詳しくは後述する。

2. 重星を考慮する必要性

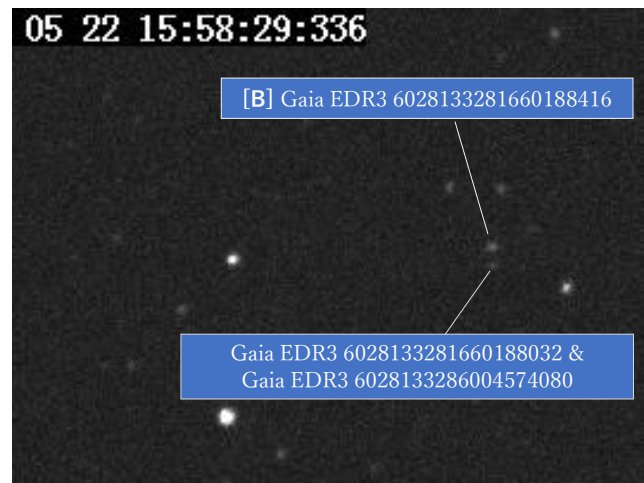
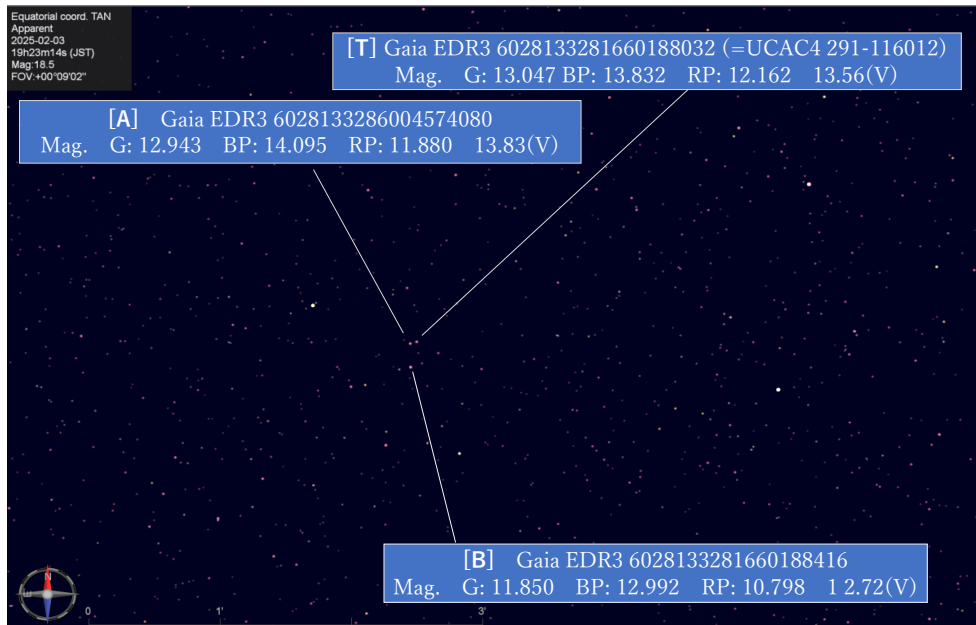


図 3 星図 (上) と観測画像 (左: 瀧本氏, 右: 吉原氏観測)

対象星から 3 秒角離れたところに対象星 (以降 T と略称) とほぼ同程度の明るさの Gaia EDR3 6028133286004574080 がある (同 A)。更に約 12 秒角離れて Gaia EDR3 6028133281660188416 (同 B) がある。観測画像においては T と B は分離して写っているが、T と A は分解できていない。したがって、対象星が減光しても、測定上は元の明るさの半分程度の明るさしか減光しない。G 等級を使って期待される減光時の光量を計算すると、 $0.4^{15.94} + 0.4^{13.047} / (0.4^{15.94} + 0.4^{12.943} + 0.4^{13.047}) = 0.493$ となる。

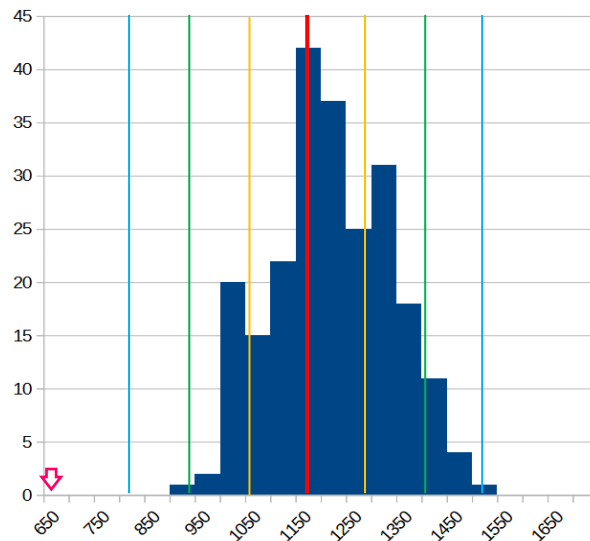
実際の観測においても吉原氏・瀧本氏ともに元の半分程度の減光となっていることから、減光部のフレームを Limovie で「減光時」と指定して時刻測定を行う必要がある。

3. 1 フレームのみの現象について理解と考慮が必要な点

3-1. 光量低下は掩蔽によるものか、あるいはノイズか？（ノイズ量の分布から）

掩蔽予報時刻以外の「星が見え続けている」ときにも、星のまたたきやカメラセンサーの読み出しノイズ等により、フレーム内の星像の光量測定値が低下することが起こる。前者は大気の実安定性が低い場合や対象星の高度が低い場合に起こり、後者は星が暗く、バックグラウンドに発生したノイズに埋もれるような場合に起こる。もちろん両者が重なると影響はたいへん大きなものになる。

これらの「星が見えている間の」光量のばらつき（ノイズ）の量は、基本的には正規分布からあまり離れていない分布を示すことから、掩蔽によると考えられる光量低下がノイズの標準偏差の何倍であるかを見ることにより掩蔽現象であるのかあるいはノイズであるのかを判別することができる。



Appendix 3 も参照のこと

図4 瀧本氏観測の「掩蔽時付近の星の消えていないフレームの光量」の分布と掩蔽時光量（ \downarrow ）

縦赤線：平均 その他の縦線は、 $\pm 1\sigma$ $\pm 2\sigma$ $\pm 3\sigma$

図3に、瀧本氏の観測における対象星の光量のばらつきを示す。多少の凸凹や変形はあるものの、ガウス分布に近似してかまわないと考えることができる。これより、瀧本氏の観測および測光が適切に行われていたことを示していると判断することができる。これによると掩蔽時の光量は平均から 4σ 以上離れており、そのフレームが測定上、他のフレームと比較して特異な状況（測光領域が星像位置を離脱するなど）ではないとみなされる場合には、かなり高い確度をもって掩蔽現象だということができる。

3-2. 追尾と星像のチェック

Limovie の 3D 表示を使うと、星像付近の光量分布および測光領域の重なりを見ることができる。2. に述べたように、付近の恒星 B と、対称星 T とすぐ横の星 A の合成された星像のようすを見ることができる。図5に、フレームごとの星像の変化を示す。瀧本氏の観測では、恒星の高度が低いことが原因で画面上の星像の広がりが大きく、恒星 B の星像の「裾野」が対象星まで広がっている。期待される減光量よりも減光時に多少高い値を示すのはそのためだとも考えられる。

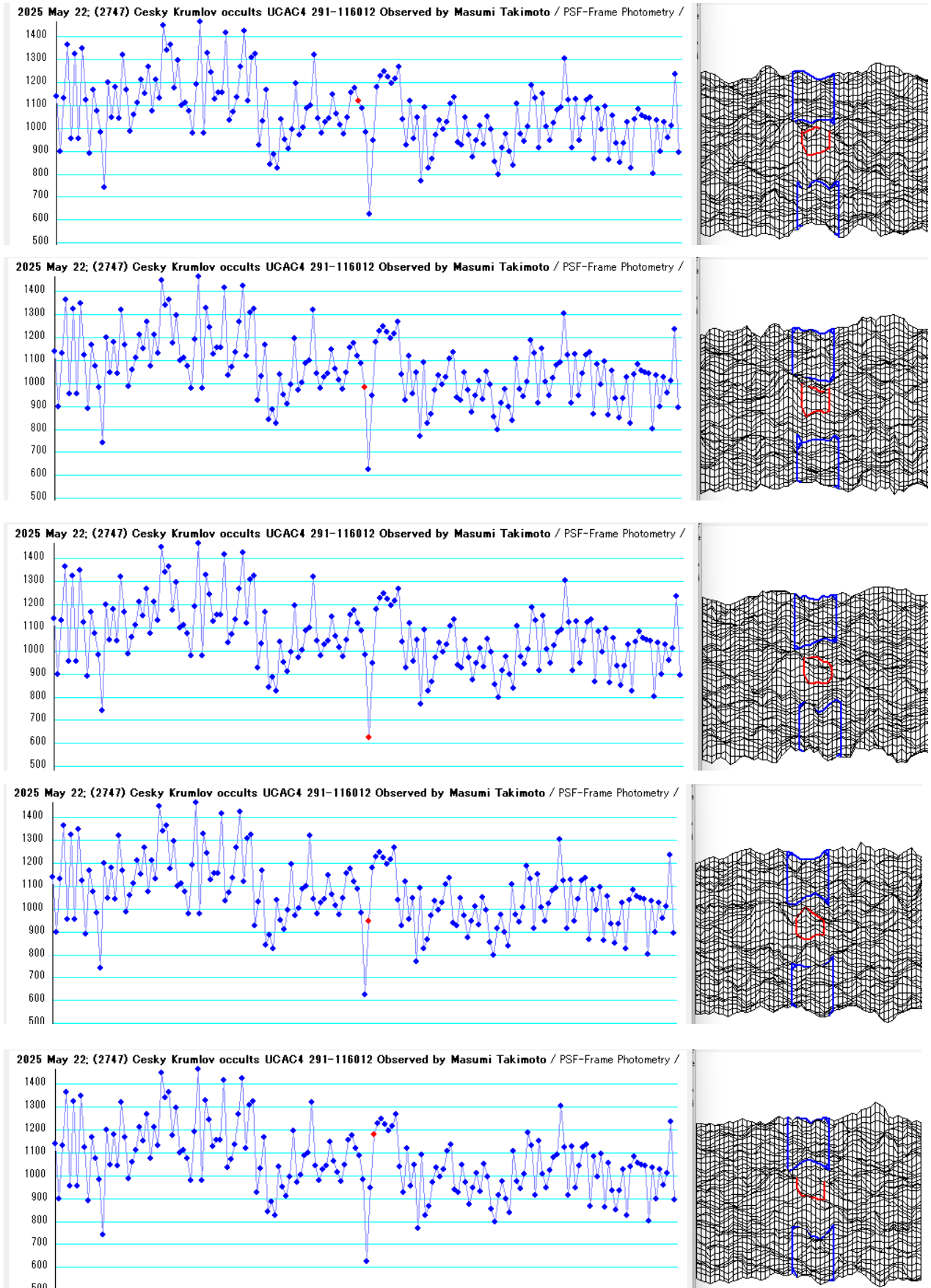


図5 星像周辺の光量分布の変化 (3D 表示)
より (時間的に) 広範囲の変化は Appendix に掲載してある

4. 測光より得られたライトカーブ

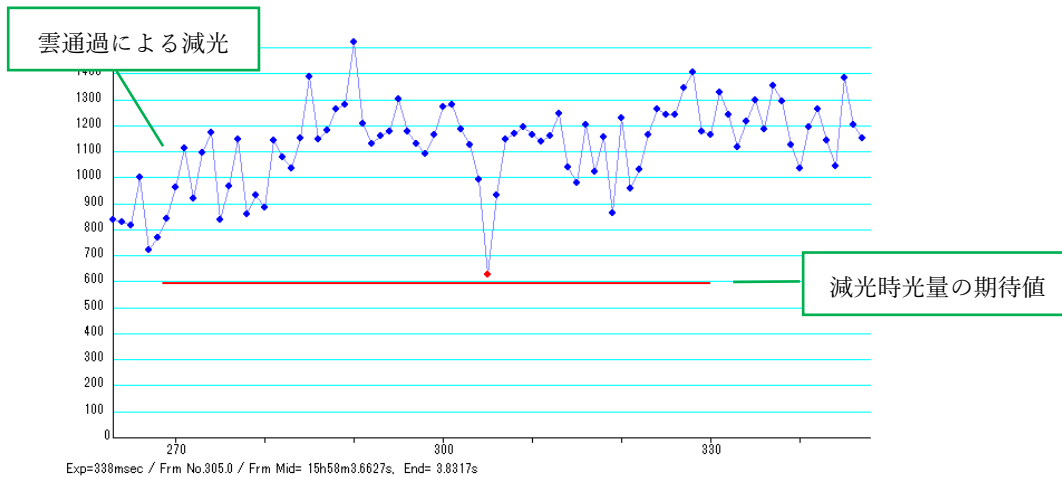
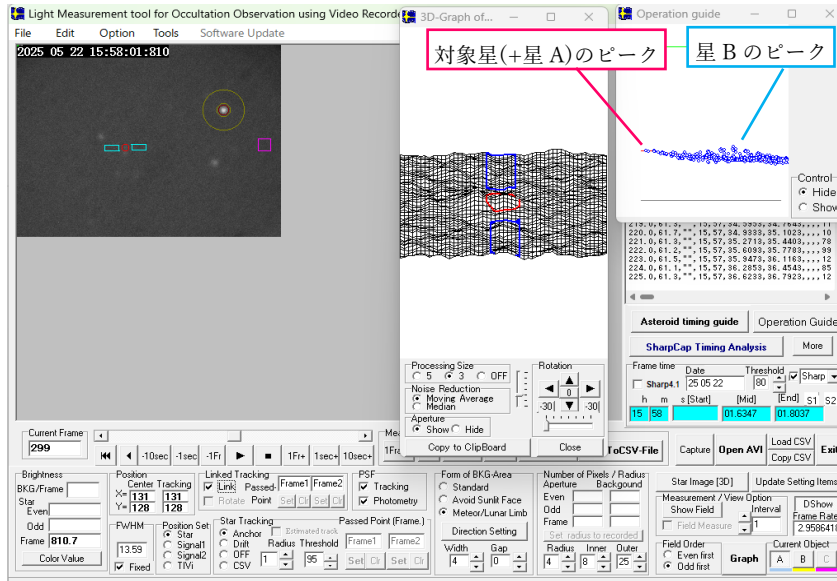


図6 瀧本氏の観測ビデオの解析（上）とその結果（下）（筆者による。図5に示したものと同一）

測光については、撮影画像の特徴に合わせて、表1のような設定することにより行った。ほぼ期待値と等しい減光値が得られていることから、確からしい測光が行えたものと考えられる。

撮影画像の特徴	対応する設定	効果
ごく近くに星がある	Meteor/Lunar limb	バックグラウンド領域に他の星を入れない。BKG値の適正化。
星像が広がっている	PSF (測光)	付近の星Bの影響をほとんど受けずに対象星のみを測定可能。図6上の図の吹き出しで述べているように、対象星の光量分布から星像の明るさをフィットした星像モデルから計算することができる。
	PSF (追尾)	大気ゆらぎで星像が「変形」しても、測光領域が星Bに引きずられて移動することを（可能な限り）防ぐ。
大気ゆらぎにより星の位置が変化する	Linked tracking	明るい星を追尾星にし、追尾星からの相対位置の変化を1ピクセルと小さく抑えることにより、星像変形時にも測光領域が不用意に不正な位置に移動しないようにする。
測光条件が厳しく、確実に測光がなされているかわかりにくい。	Star image 3D 機能	光量ピクセル分布を3D表させ、測光状況をチェックする。

表1 撮影された画像の特徴と、測光のための設定

5. 現象と回折シミュレーション

推定有効直径 31 kmの値と、DAMIT モデル #4994 より、たぶんこうであろうというシルエットを作製した。それを DALIDAS にて回折シミュレーションを行った (図7)。その結果を図8に示す。

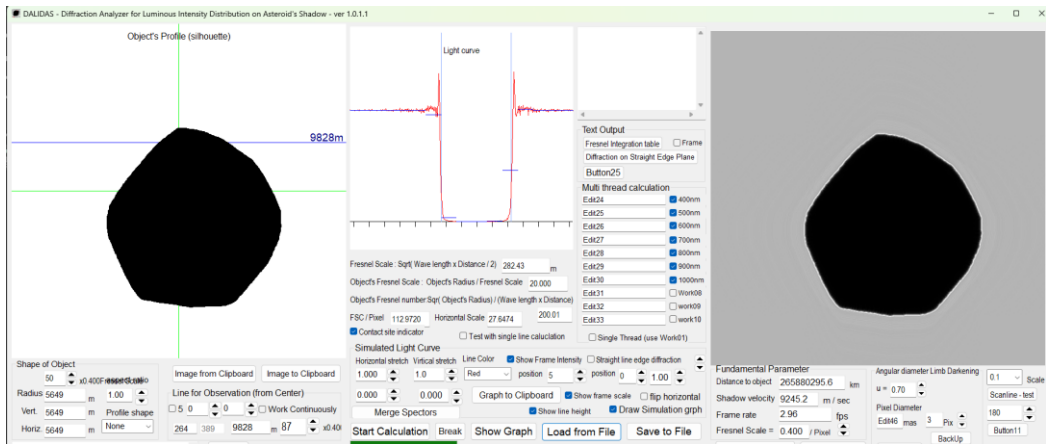


図7 DALIDAS による回折シミュレーション

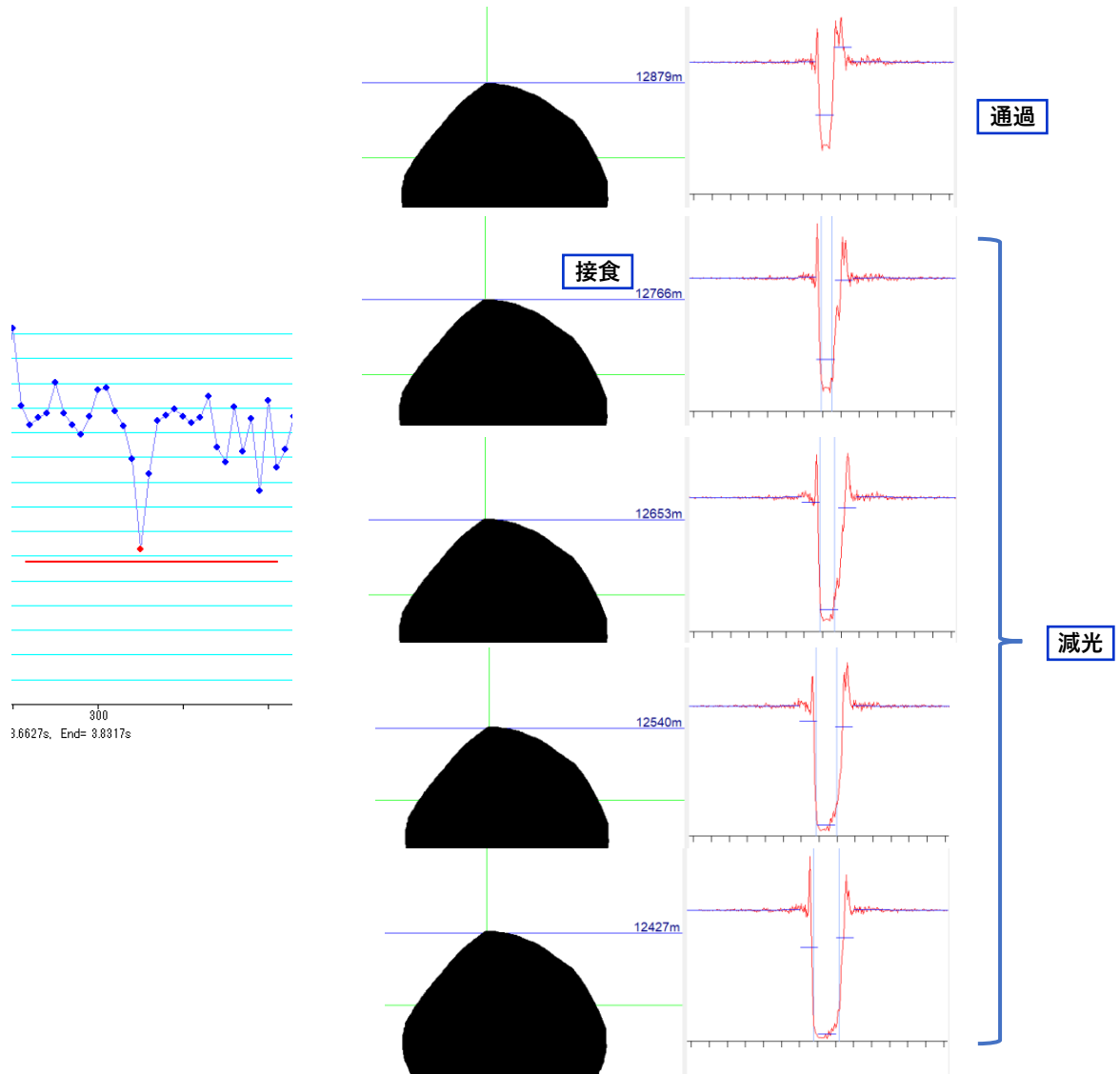


図8 シミュレーションの結果 (左は観測の測光結果)

小惑星は図の左から右へ移動している。したがって、ライトカーブは観測とは左右逆である。

図8で、観測より得られたライトカーブは、対象星とごく近い星が重なっていることから、赤直線が期待減光値である。したがって、赤線がシミュレーションライトカーブのゼロを意味している。こうして比較すると、図8のいちばん下の図が観測のライトカーブに最も近いグラフ形状をしている。

シルエットは小惑星の光度観測から推定されたモデルである。実際の小惑星がこのままの形をしているとは限らないことから、以下は、このモデルとその向きが正しいと仮定しての議論となる。

このモデルは図の上に向かってやや尖った形をしているが、もし丸みを帯びた形であれば、図9の例のように、ライトカーブも丸みを帯びてくる、と考えてよく、仮に Cesky Krumlov が丸みを帯びていれば、瀧本氏の観測地点でも複数のフレームにわたる減光が観測されたであろうことは確実である。このことから、モデル#4994の「尖った形」は、かなり確からしい、と推測することができる。

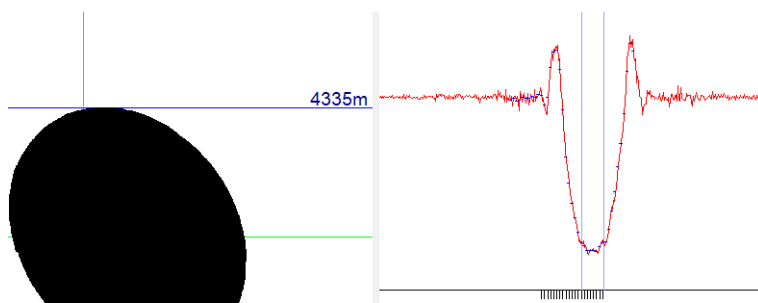


図9 丸みを帯びた形の小惑星の場合

(2747) Cesky Krumlov の小惑星・現象のモデルではない。他の現象の例であることに注意。

6. 瀧本氏の観測地点における現象時刻を求める

前項に述べたように、モデルとして想定する形状によっても異なるライトカーブが推定される。したがって、1フレームの減光についての潜入(D)と出現(R)の時刻を精密に特定することは困難である。手数と時間がかかる、という理由で、従来は(現在でもそうであるが...) DALIDASを適用することも少なかった。そこで、Limovieの持つ「直線の縁を持つ無限半平面」の場合のシミュレーションライトカーブをフィットさせて時刻を求めてきていた。一般的にはそれで精密な時刻を求めることが可能であるが、接食の場合には適用に無理がある。そこで、次善の策として、次のような手法を提案してきた。

6-1 (「このケースの場合のような重星」ではない) 一般的な場合

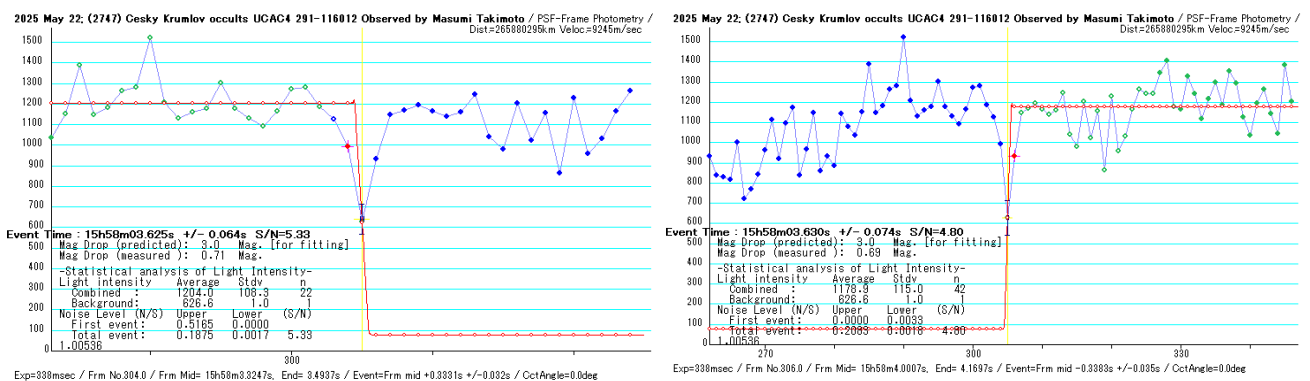


図9 Limovieのみを用いた時刻解析方法 (Mag drop にチェックをつけた場合)

図9は、Mag drop にチェックを付けた場合のフィットの結果である。3 フレーム以下の減光の場合は、このように Mag drop にチェックを付けて解析するとよい。(※ただし、一般的には適切だが、この場合は星の重なりがあるので適用できないことに注意。)

この観測の時刻解析結果は、

Event Time D: 15h58m03.625s +/- 0.064s S/N=5.33

Event Time R: 15h58m03.630s +/- 0.074s S/N=4.80

のようにたった5 ミリ秒の減光期間となった。ほぼ完全な接食状態であることを意味している。

場合によっては、D と R の時刻が反対になり、「星が隠れる前に潜入した?? ?」という結果となることもある。そのようになったときは、重星ではない場合には、「通過ではあるが、近くを通った影の端のぼやけた部分が通り過ぎたので少し暗くなった」状態を表している。星と小惑星の縁と観測者が一直線上に並んだときには、隠される前の25%の光量となる。それ以上明るければそれは通過である。そのときはD と R の時刻が逆になることが多いのである。

以上は一般的な場合について言えることであり、二つの星が重なっている今回のケースでは、これとは別の解析法を適用しなければならない。

6-2 この観測のケースの場合 (および、観測減光量が予報減光量とほぼ等しい場合)

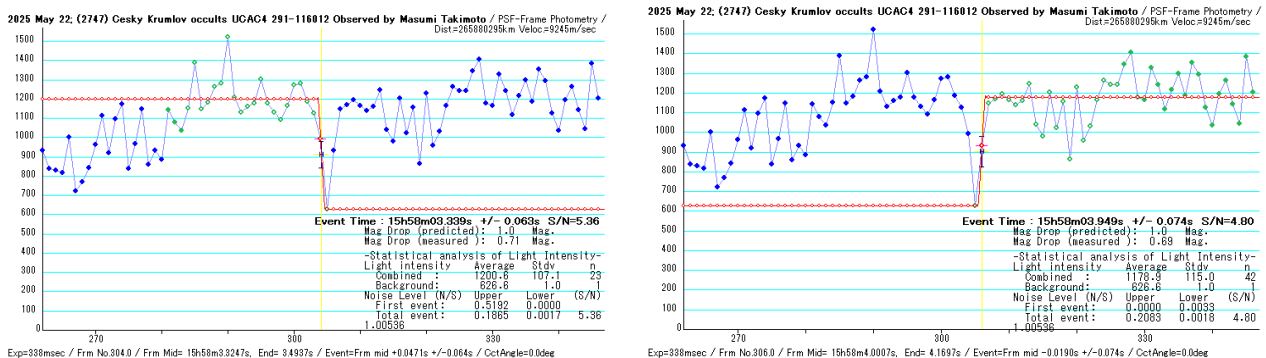


図10 Limovieのみを用いた時刻解析方法 (Mag drop にチェックをつけた場合)

図10はMag drop のチェックを外した場合の結果である。

Event Time D: 15h58m03.339s +/- 0.063s S/N=5.36

Event Time R: 15h58m03.949s +/- 0.074s S/N=4.90

一見、適切であるように見えるが、ここでもまだ問題がある。それは、この小惑星は推定直径が30kmと大きく、減光時間も最大3.3秒に達する。撮影時のフレーム露光長はその10分の1でしかないから、小惑星の影の中央が観測地を通過したのではなく、ごく端の方が掠めたに過ぎない状態のはずである。その場合には、小惑星の縁の方向が小惑星の進行方向に近く(コンタクトアングルが大き)、光量変化はゆっくりしたものになるはずである。仮にもっとフレーム露光時間を短くして撮影ができ、減光に数フレームを要したとしたら、そのゆっくりした光量変化を回折曲線にフィットさせることで、コンタクトアングルとともに現象時刻を精密に求めることが可能である。そしてその場合には、上記で求めた現象継続時間よりもかなり短い(つまりDが遅く、Rが早い)結果となる。

ところが、この現象では、はっきりした減光は1フレームのみであるから、コンタクトアングルを求めることは困難である。したがって、たぶんあまり適切とは言えないであろう上記の時刻を現象時刻として求めるのが限界である。以上から、Limovieのみを用いてできる時刻解析はここまでである。

6-3 DALIDAS の解析から現象時刻を推定する

図 8 の最下図がもっとも現象に近い状態だと考えて、フレームに対する D.R の位置から時刻を求める。結果は

D: 15h58m03.440s +/- 0.085s

R: 15h58m03.920s +/- 0.085s

である。誤差量は、フレームの 1/4 を与えてある。それ以上大きくなることはないだろうと考えられる。

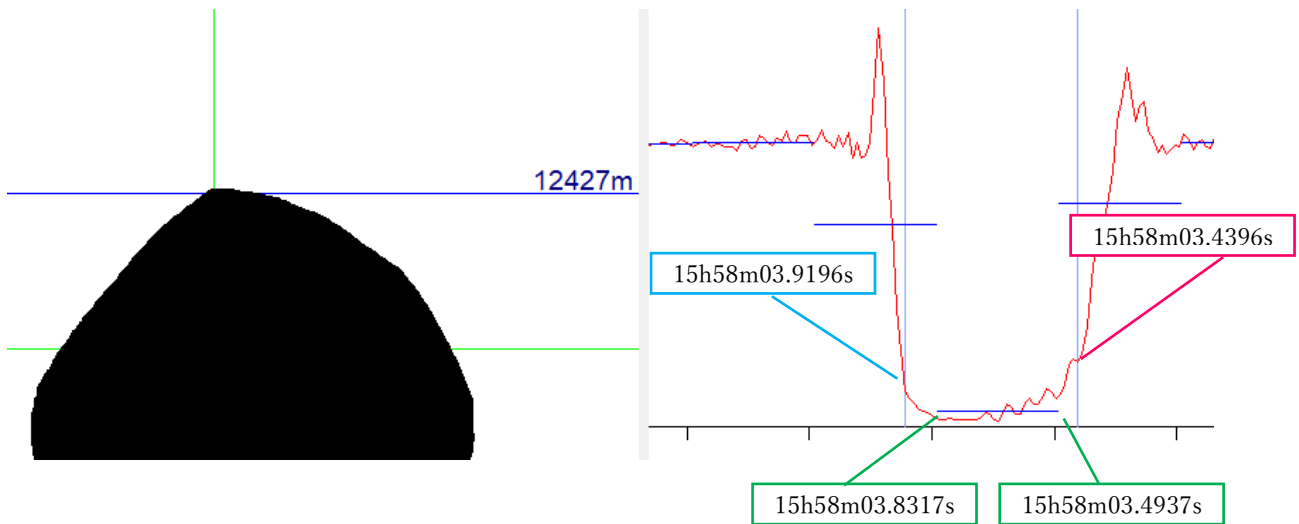


図 11 DALIDAS の回折シミュレーション結果を用いた時刻解析

この図で、シルエットモデルの小惑星は、左から右に向かって移動している。右図のライトカーブは、左図の 12427m と表示された青い直線上での光量の分布を示しており、左右方向はシルエットと同様に表されている。したがって、右図のライトカーブは、通常の測光ライトカーブと左右逆像で表示されていることに注意されたい。

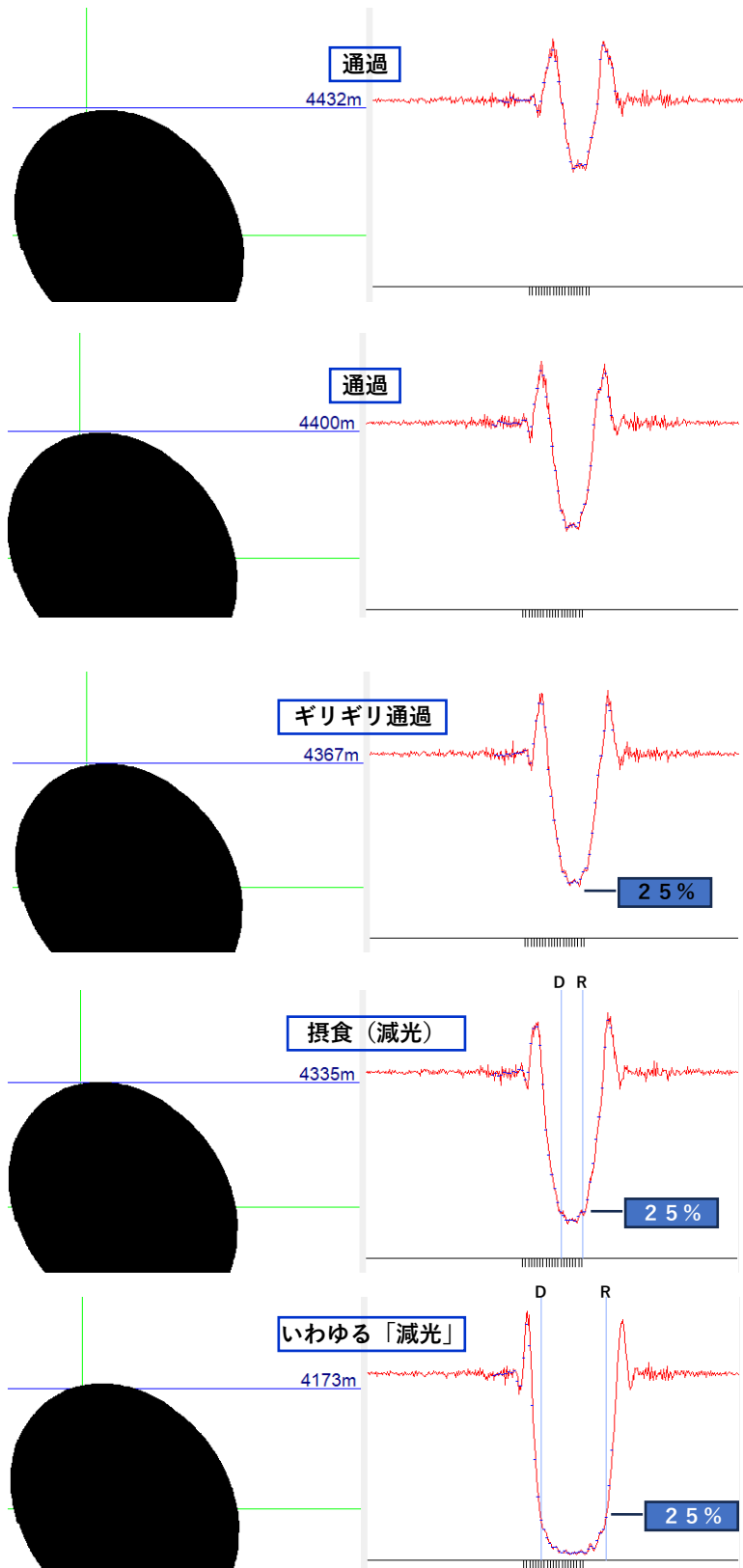
7. まとめ

小惑星の場合、大きさもさまざまであるが、掩蔽される位置が影の中央なのかあるいは端の方(接食)であるのかは予報から知ることはほぼ不可能であるし、また、減光の観測地点数が少ない場合には、やはりどのような影の位置なのかははっきりしない。したがって、たぶん影の中央だろう、とか、接食であれば、コンタクトアングルはこのくらいだろう、とか、いくつもの仮定の下に時刻を推定しているのが現実である。更には、影のできかたは、小惑星の大きさや地球との距離により異なることから、全ての小惑星およびその掩蔽に適用できる「確たる設定や解析の方法」というのは厳密には存在しない、とあってよい。多数の減光成功観測から、コンタクトアングルを求めながら漸近的に小惑星の形に合わせていくことにより精密な時刻を求めていくことが理想であるが、現実には難しい。

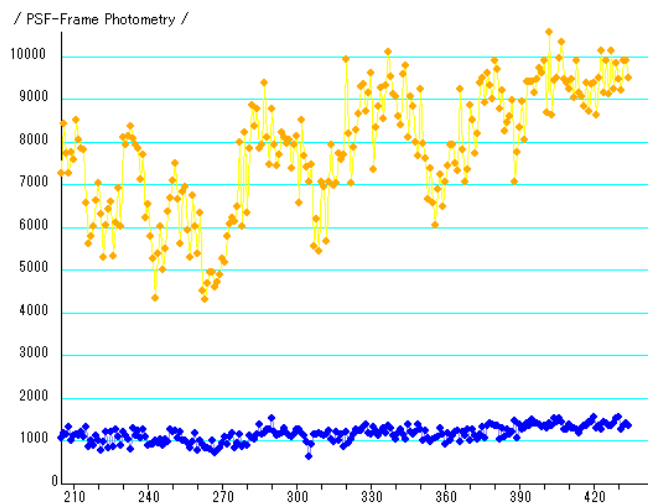
とりわけ、1 フレームのみの減光という場合には、それがノイズであるかどうかを検討することから始めて、小惑星の大きさとの関係についても考慮しながら解析法を決めていく必要がある。

このような様々な事例を解析しながら、より確実な解析を行うための「手法の選択判断」の手順を今後明らかにしていきたいと考えているところであるが、通常は 6-1 および 6-2 のどちらかの段階まで解析を進めていただき、それ以上のところは DALIDAS にらせていただくしかない、というのが現時点での結論である。

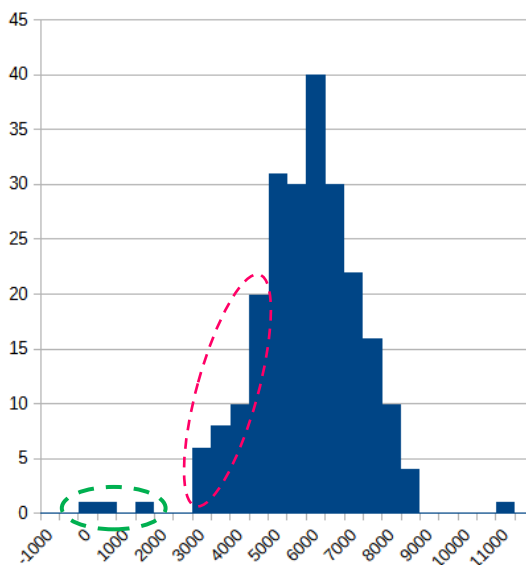
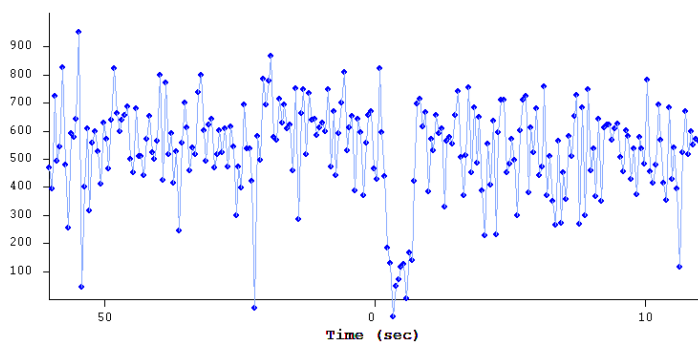
Appendix 1. 現象時刻は光量が 25% になったときであることを示す図 (星が点光源の場合)
光量が 25% より大きい (明るい) 場合は「通過」である



Appendix 2. 瀧本氏観測ビデオから得られたライトカーブ (比較星とともに示す)
現象の前と後に雲通過による光の吸収があったことを示している。



Appendix 3. トラッキングミスが多発している例



ある地域 (日本以外) の観測で多発している状況。

右図 (ヒストグラム) は、掩蔽時を除いた部分の光量値の分布を示す。測点 (サンプル数) が多いことから一見整った形に見えるが、3000 から 4000 の値が多く、全体に値が「ずり下がっている」ように見えることができる。極端な状態ではそれが 0 から 2000 程度までの低い値としてあちこちに現れることになる。典型的なトラッキングミスの事例であり、これは特定の測光ソフトウェアで頻繁に起きていることであるようだ。

今回の (2747) Cesky Krumlov による掩蔽観測でこのようなトラッキングミスが起きていたとしたら、そもそも 1 フレームだけの減光になど気づけなかったに違いない。世界的な掩蔽観測関係者の一部は、1 フレームの減光は観測として認めない方がよい、との考えも持っている (現時点ではそうしているわけではなさそうだが) ようだが、それはこういった観測結果を多数目にしてしているからだろう。

もし Limovie で左の図のようなグラフになったときは、より確実な追尾ができるような設定を工夫していただきたい。今回の観測で、図 1, 2 に示した吉原・瀧本両氏による Limovie による解析には、このようなトラッキングミスは全く見られず、図 4 ではサンプル数が少ないので形は整っていないが、掩蔽されてないときの値がたいへん安定していることを示している。

Appendix 4. 現象の予報および諸パラメーター

AsteroidIdentification

1. Load from XML file or Paste Clear [2747] ^ Back v Forward

2. Select (click) observed Event

2025 May 22 15.9h UT	(14940)Freiligrath occults UCAC4 362-171206
2025 May 22 15.9h UT	(0)2019 BS6 occults UCAC4 389-098816
2025 May 22 15.9h UT	(695089)2015 VV56 occults HIP 89480
2025 May 22 15.9h UT	(472819)2015 FB169 occults J181710.21-173655.7
2025 May 22 15.9h UT	(381165)2007 HH65 occults UCAC4 336-170228
2025 May 22 15.9h UT	(0)2007 QP4 occults UCAC4 322-092560
2025 May 22 15.9h UT	(429717)2011 JZ26 occults UCAC4 374-076493
2025 May 22 15.9h UT	(278801)2008 SJ235 occults UCAC4 404-085472
2025 May 22 15.9h UT	(0)2015 XC454 occults UCAC4 314-207628
2025 May 22 15.9h UT	(345032)2005 EP162 occults UCAC4 338-073343
2025 May 22 15.9h UT	(651723)2013 EG55 occults UCAC4 430-059079
2025 May 22 15.9h UT	(211586)2003 SQ227 occults TYC 7378-00110-1
2025 May 22 16.0h UT	(501144)2013 TT55 occults UCAC4 311-130130
2025 May 22 16.0h UT	(2747)Cesky Krumlov occults UCAC4 291-116012
2025 May 22 16.0h UT	(695378)2015 XF154 occults UCAC4 482-130788

3. Occultation Elements of observed Event Source: JPL#61+INTG:2024-Oct-12

Date / Time: 2025 May 22 16.0 UT Combined(Asteroid + Star) Mag: 12.98 Mag drop: 3.0

Object: (2747)Cesky Krumlov Mag: 15.94 Contact angle: 0.0 deg.

Target star: UCAC4 291-116012 B: 13.83 V: 13.05 R: 12.16 B-V: 0.78 Spectrum Type: 0.0 mas

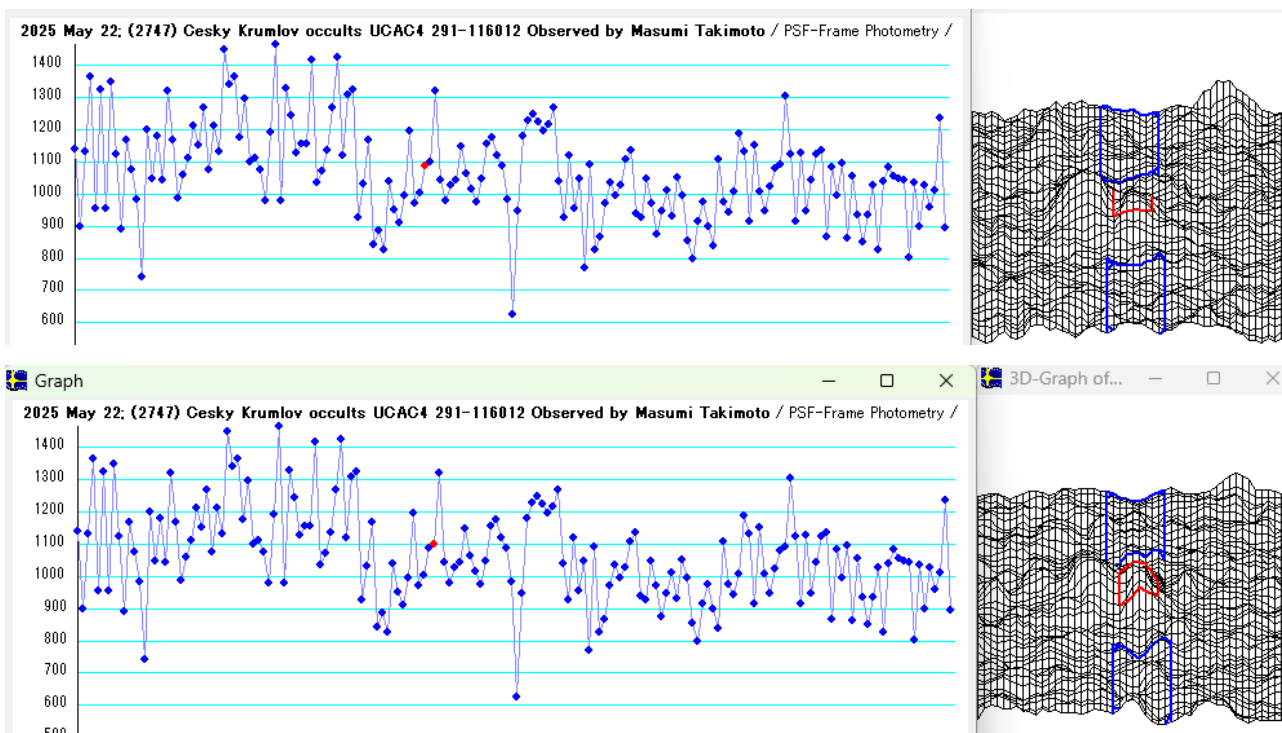
Shadow's Vwlocity: 9245.2 m/sec

Distance of Object: 265880295.6 km Uncertainty (Asteroid + Star): 0.0023 arcsec 2965 m 3.3 sec Fresnel number: 1467

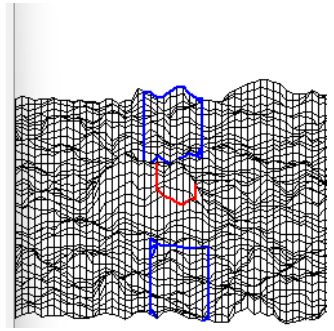
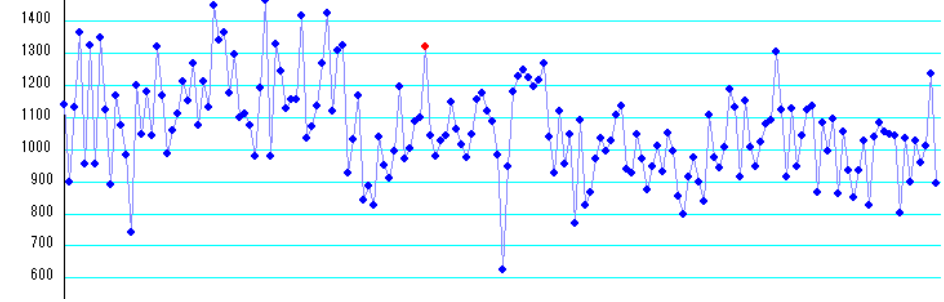
Diameter of Object: 30.6 km

RUWE: 0.90 Error ellipse: 0.0024 0.0003 0.321 sec Observation simulation

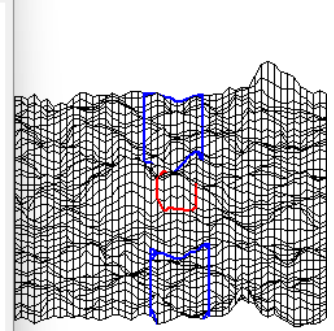
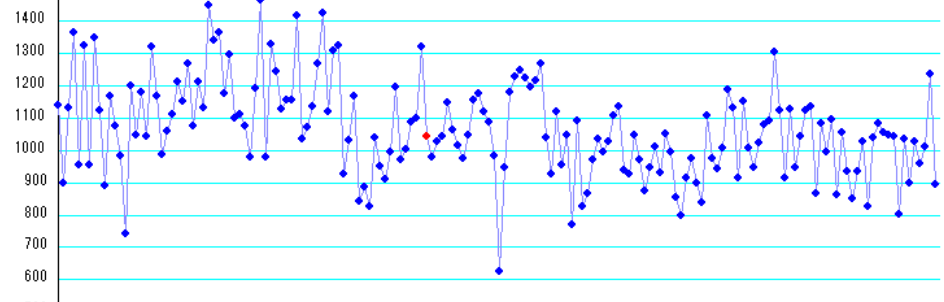
Appendix 5. 図5をより広い時間範囲で示す



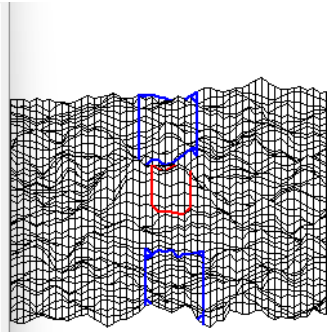
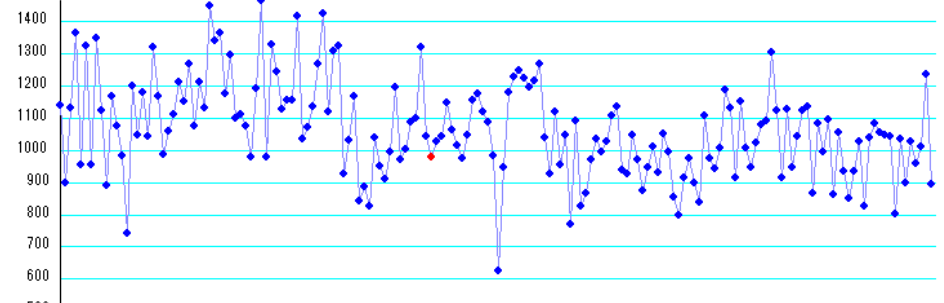
2025 May 22: (2747) Cesky Krumlov occults UCAC4 291-116012 Observed by Masumi Takimoto / PSF-Frame Photometry /



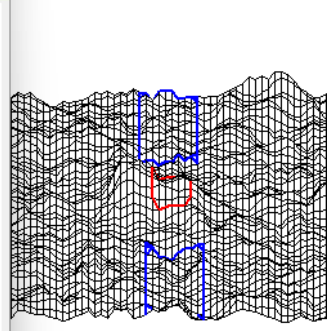
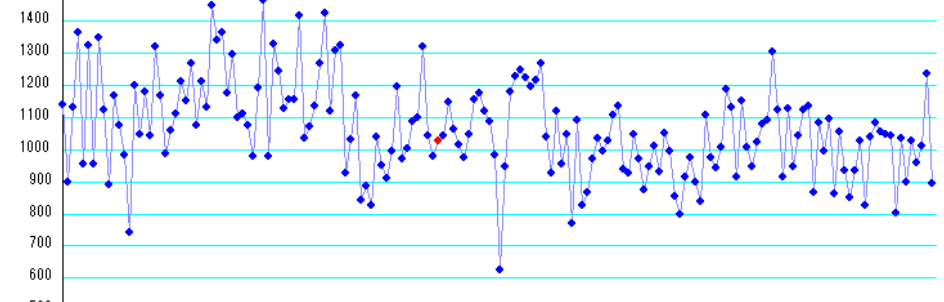
2025 May 22: (2747) Cesky Krumlov occults UCAC4 291-116012 Observed by Masumi Takimoto / PSF-Frame Photometry /



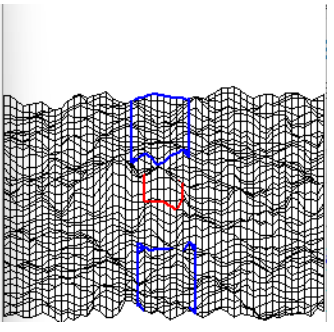
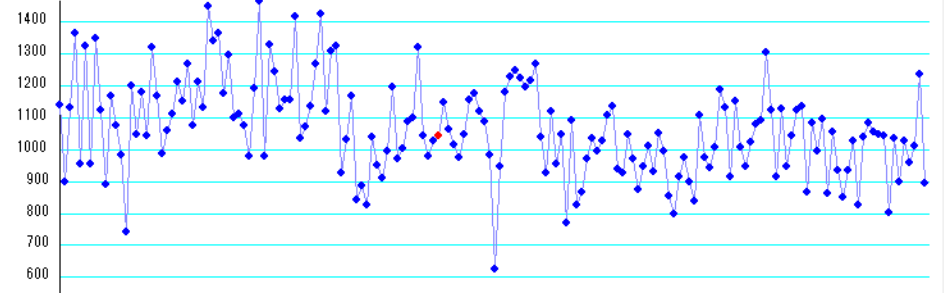
2025 May 22: (2747) Cesky Krumlov occults UCAC4 291-116012 Observed by Masumi Takimoto / PSF-Frame Photometry /



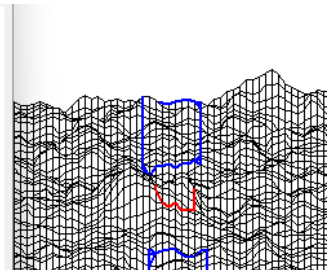
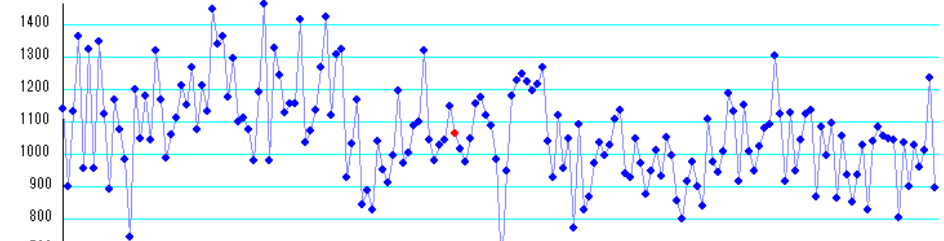
2025 May 22: (2747) Cesky Krumlov occults UCAC4 291-116012 Observed by Masumi Takimoto / PSF-Frame Photometry /



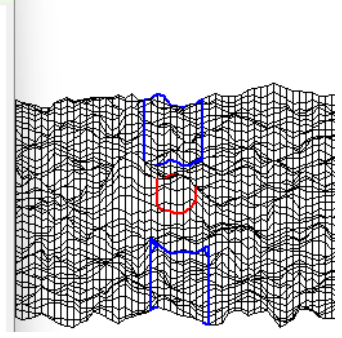
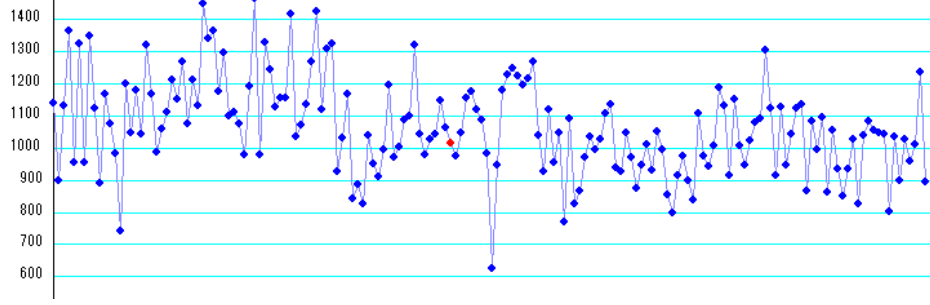
2025 May 22: (2747) Cesky Krumlov occults UCAC4 291-116012 Observed by Masumi Takimoto / PSF-Frame Photometry /



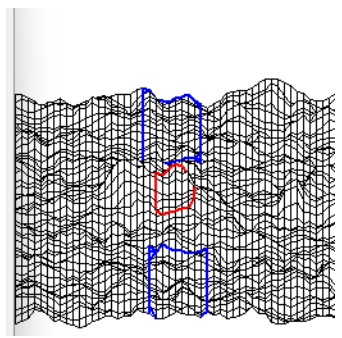
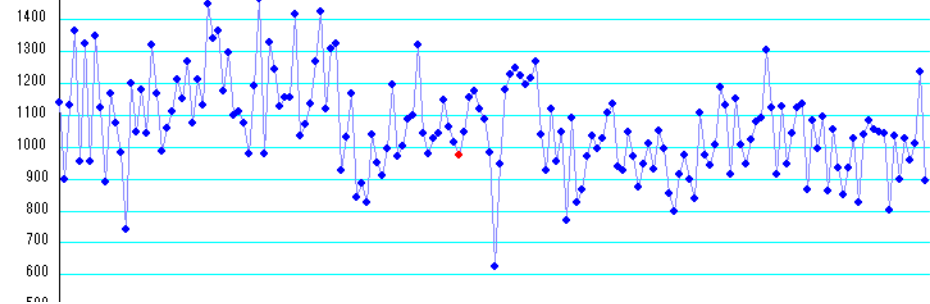
2025 May 22: (2747) Cesky Krumlov occults UCAC4 291-116012 Observed by Masumi Takimoto / PSF-Frame Photometry /



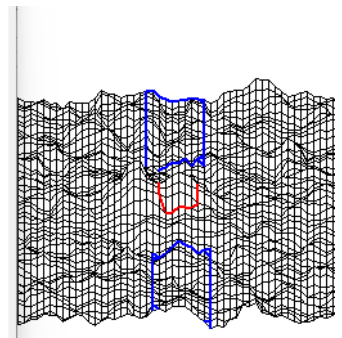
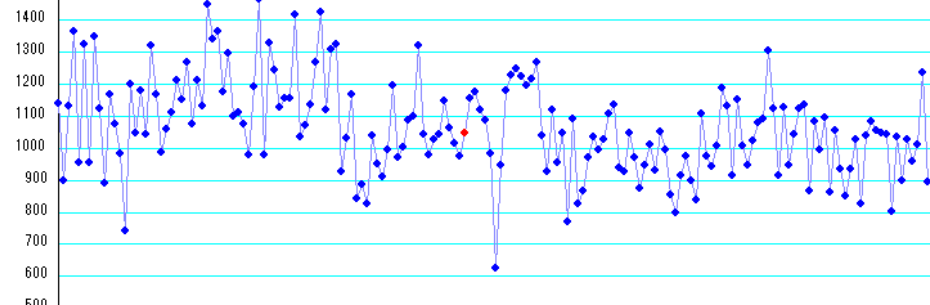
2025 May 22: (2747) Cesky Krumlov occults UCAC4 291-116012 Observed by Masumi Takimoto / PSF-Frame Photometry /



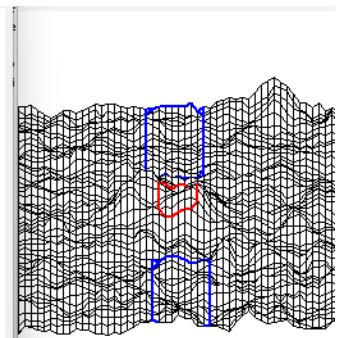
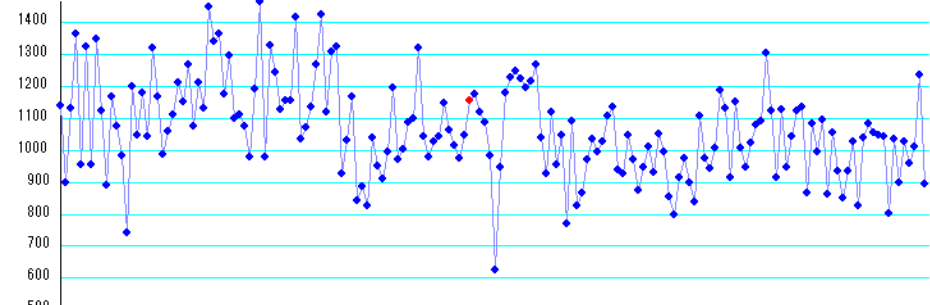
2025 May 22: (2747) Cesky Krumlov occults UCAC4 291-116012 Observed by Masumi Takimoto / PSF-Frame Photometry /



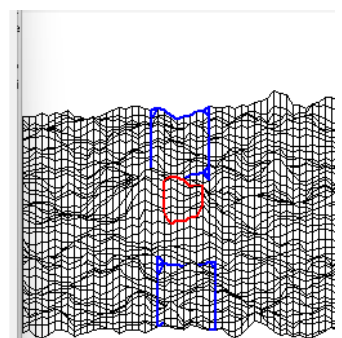
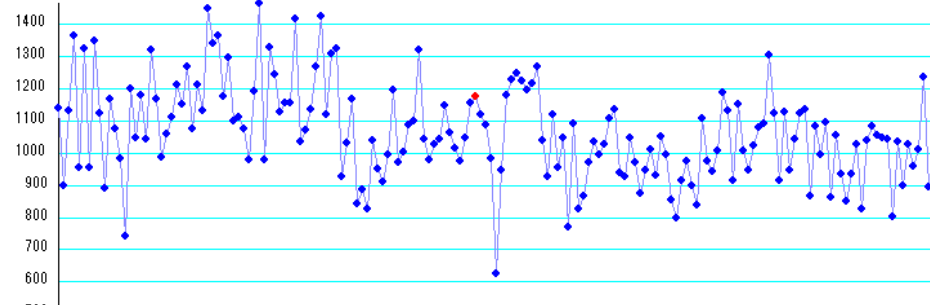
2025 May 22: (2747) Cesky Krumlov occults UCAC4 291-116012 Observed by Masumi Takimoto / PSF-Frame Photometry /



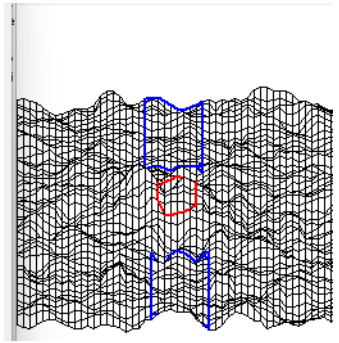
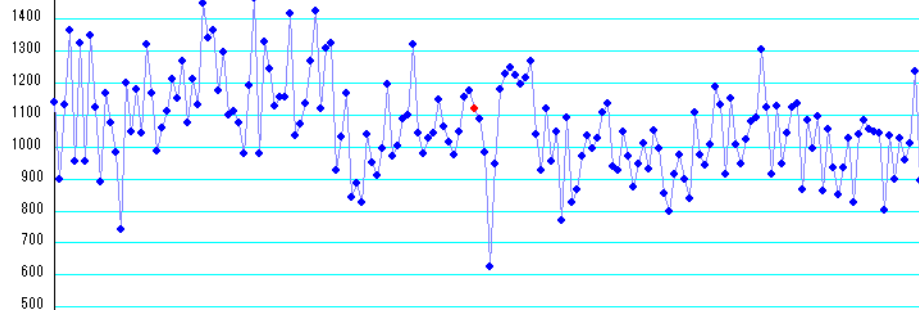
2025 May 22: (2747) Cesky Krumlov occults UCAC4 291-116012 Observed by Masumi Takimoto / PSF-Frame Photometry /



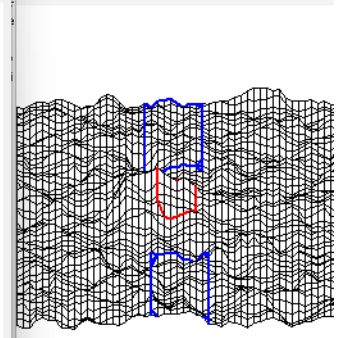
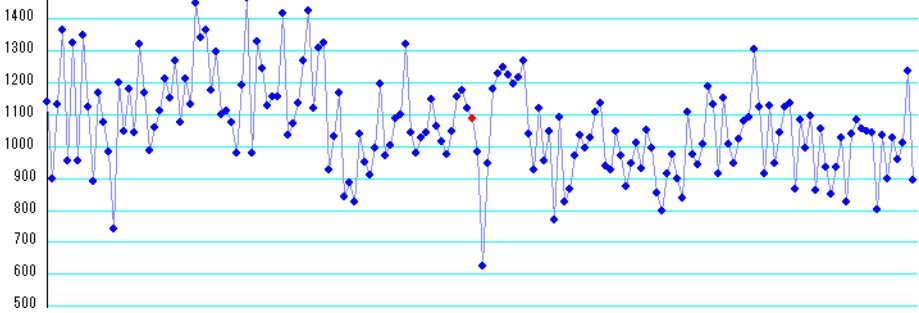
2025 May 22: (2747) Cesky Krumlov occults UCAC4 291-116012 Observed by Masumi Takimoto / PSF-Frame Photometry /



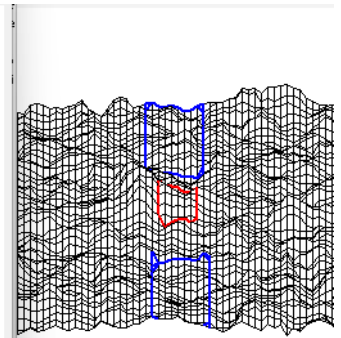
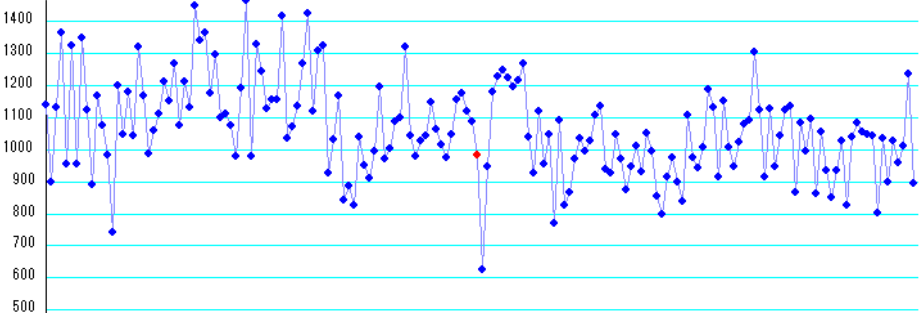
2025 May 22: (2747) Cesky Krumlov occults UCAC4 291-116012 Observed by Masumi Takimoto / PSF-Frame Photometry /



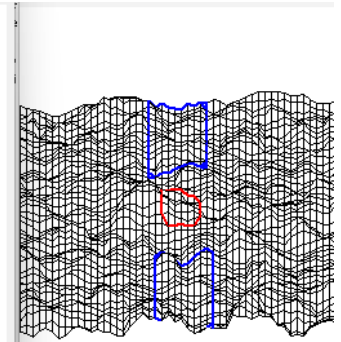
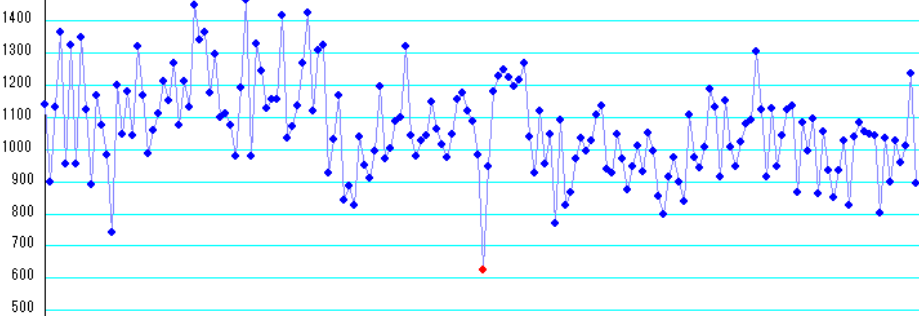
2025 May 22: (2747) Cesky Krumlov occults UCAC4 291-116012 Observed by Masumi Takimoto / PSF-Frame Photometry /



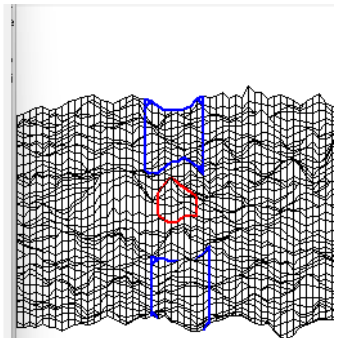
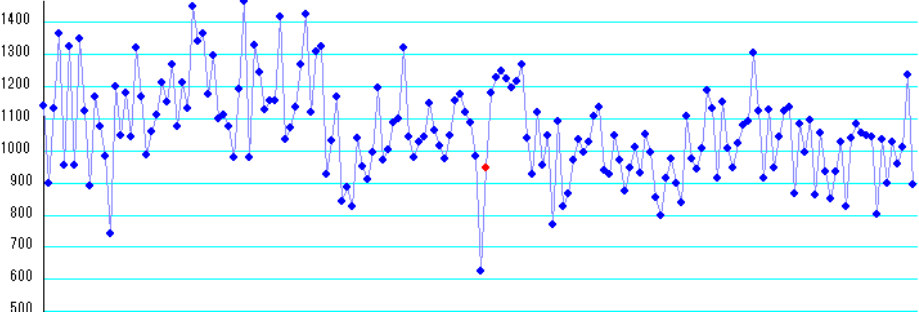
2025 May 22: (2747) Cesky Krumlov occults UCAC4 291-116012 Observed by Masumi Takimoto / PSF-Frame Photometry /



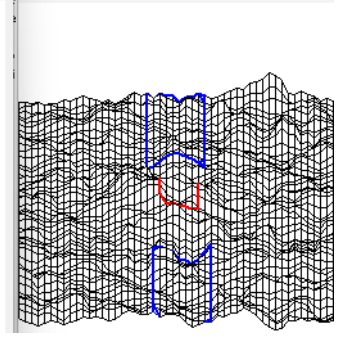
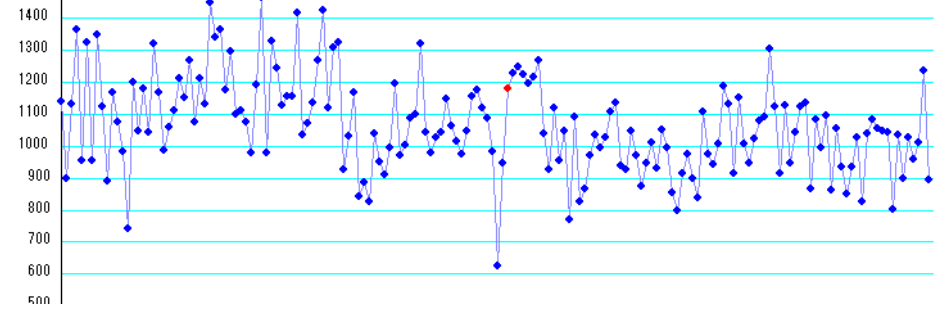
2025 May 22: (2747) Cesky Krumlov occults UCAC4 291-116012 Observed by Masumi Takimoto / PSF-Frame Photometry /



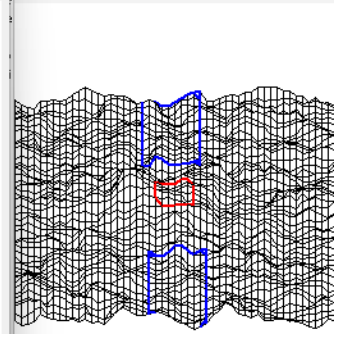
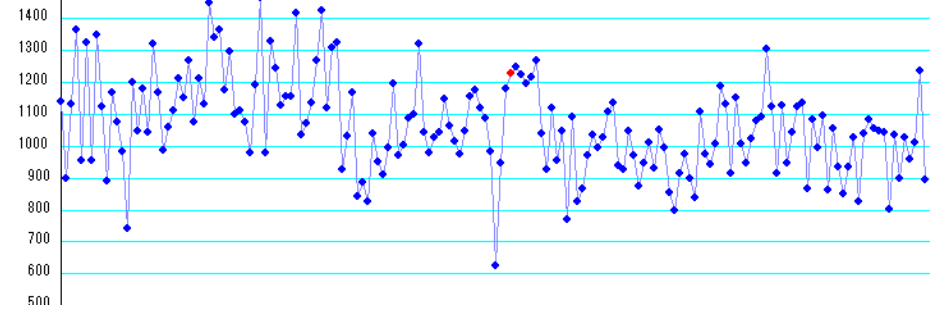
2025 May 22: (2747) Cesky Krumlov occults UCAC4 291-116012 Observed by Masumi Takimoto / PSF-Frame Photometry /



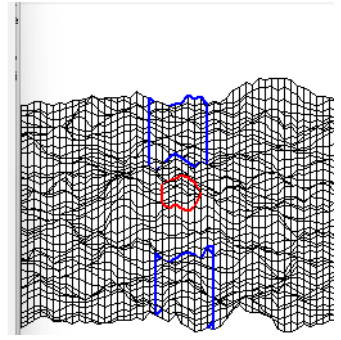
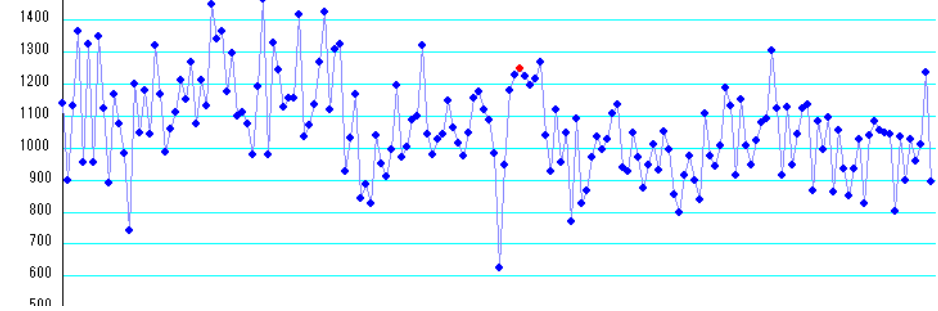
2025 May 22; (2747) Cesky Krumlov occults UCAC4 291-116012 Observed by Masumi Takimoto / PSF-Frame Photometry /



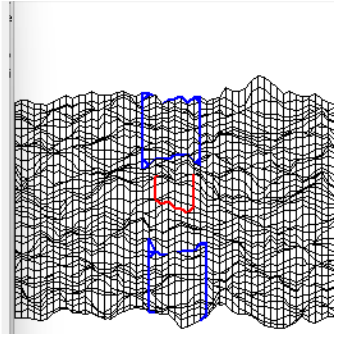
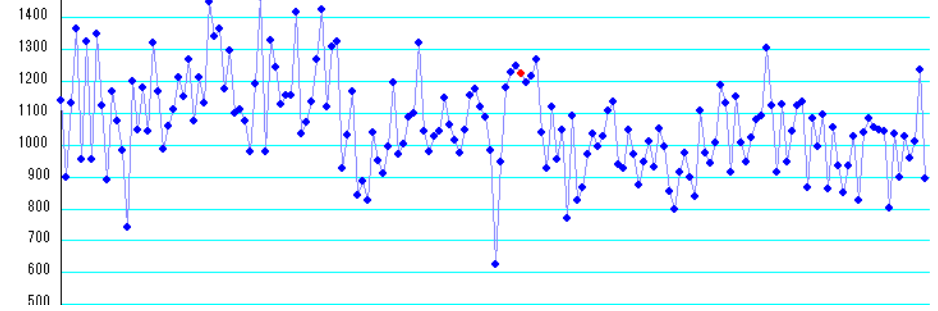
2025 May 22; (2747) Cesky Krumlov occults UCAC4 291-116012 Observed by Masumi Takimoto / PSF-Frame Photometry /



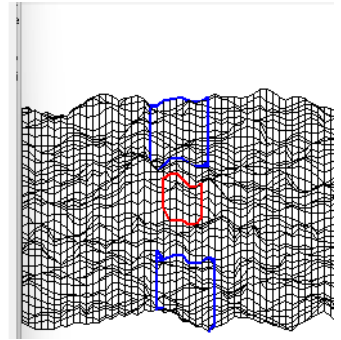
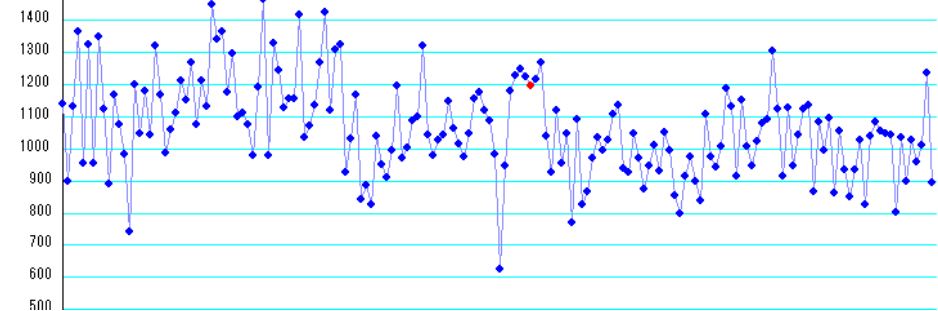
2025 May 22; (2747) Cesky Krumlov occults UCAC4 291-116012 Observed by Masumi Takimoto / PSF-Frame Photometry /



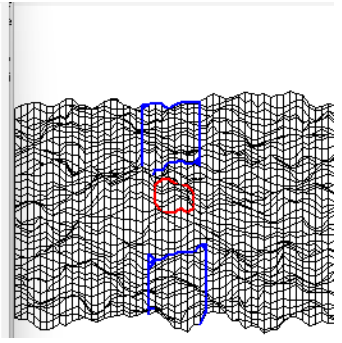
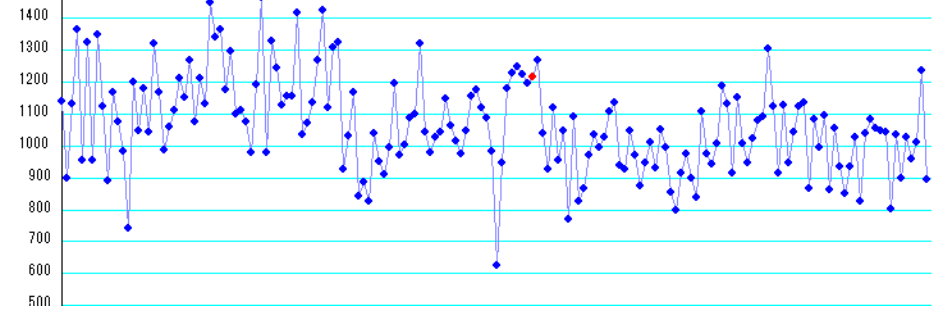
2025 May 22; (2747) Cesky Krumlov occults UCAC4 291-116012 Observed by Masumi Takimoto / PSF-Frame Photometry /



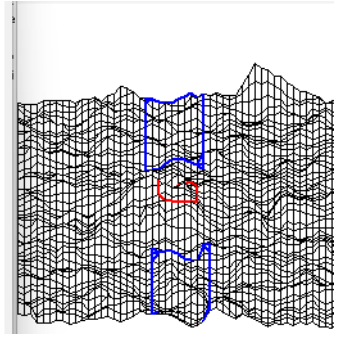
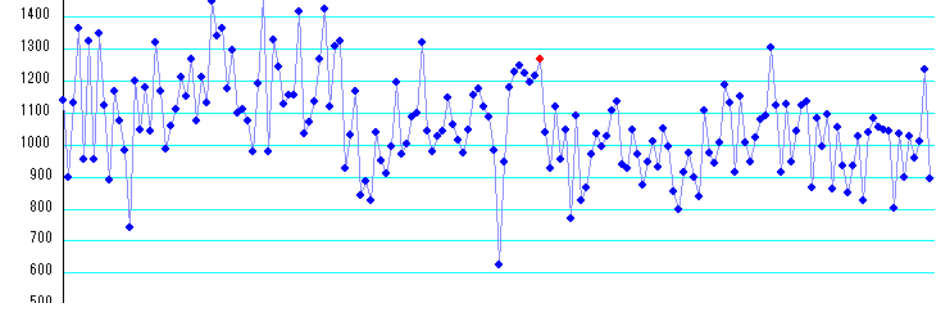
2025 May 22; (2747) Cesky Krumlov occults UCAC4 291-116012 Observed by Masumi Takimoto / PSF-Frame Photometry /



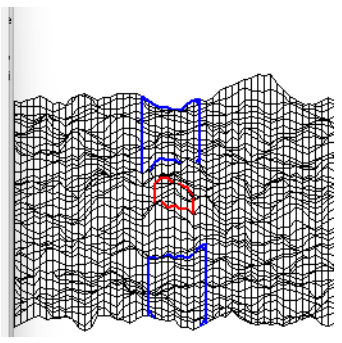
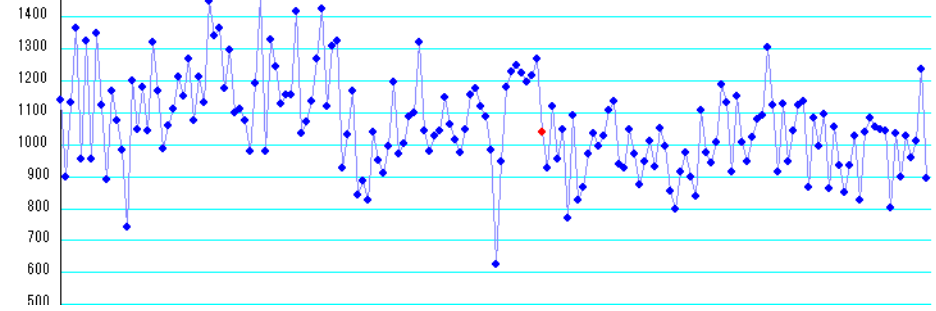
2025 May 22; (2747) Cesky Krumlov occults UCAC4 291-116012 Observed by Masumi Takimoto / PSF-Frame Photometry /



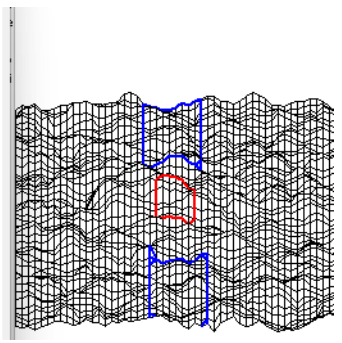
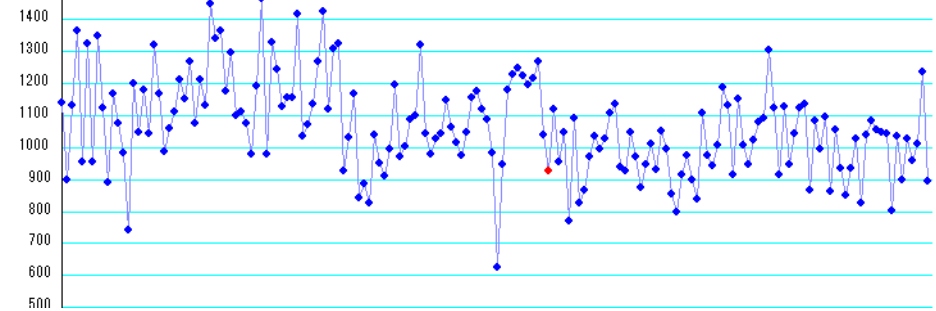
2025 May 22; (2747) Cesky Krumlov occults UCAC4 291-116012 Observed by Masumi Takimoto / PSF-Frame Photometry /



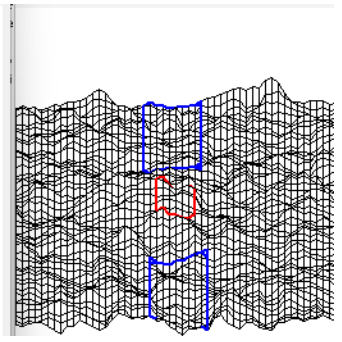
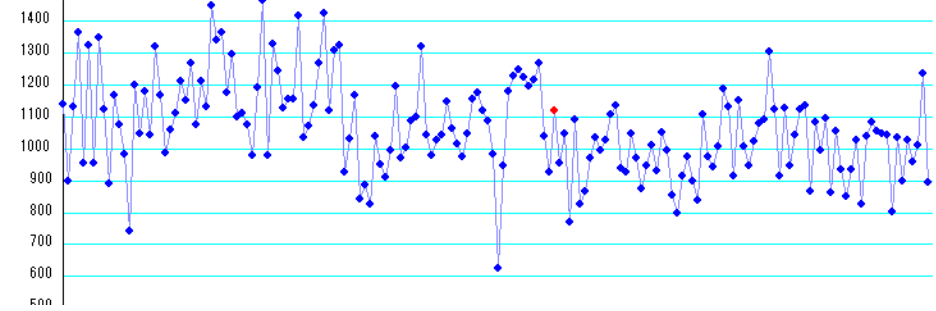
2025 May 22; (2747) Cesky Krumlov occults UCAC4 291-116012 Observed by Masumi Takimoto / PSF-Frame Photometry /



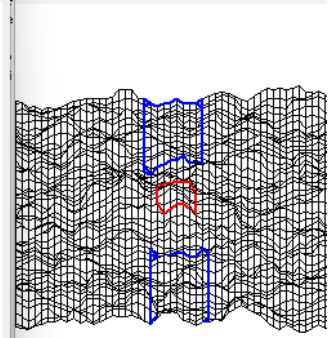
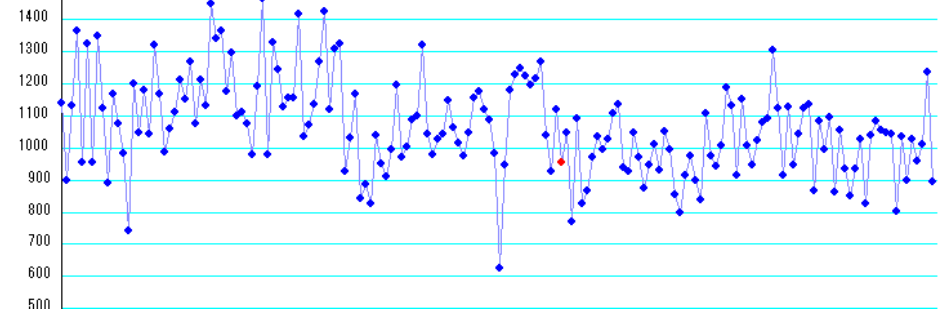
2025 May 22; (2747) Cesky Krumlov occults UCAC4 291-116012 Observed by Masumi Takimoto / PSF-Frame Photometry /



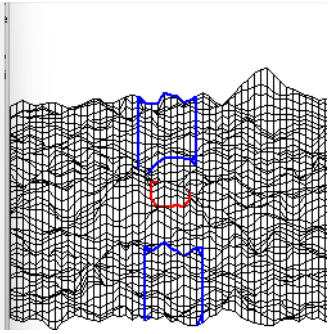
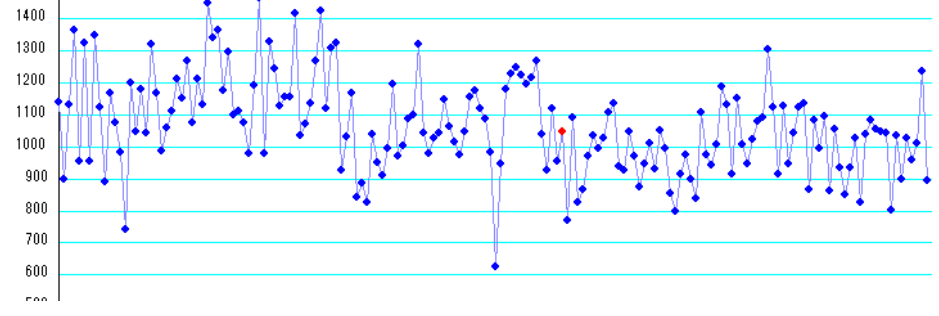
2025 May 22; (2747) Cesky Krumlov occults UCAC4 291-116012 Observed by Masumi Takimoto / PSF-Frame Photometry /



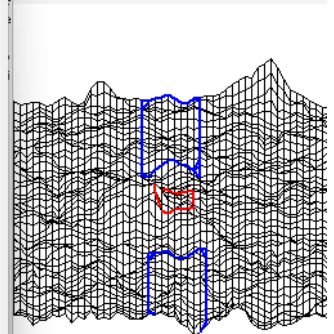
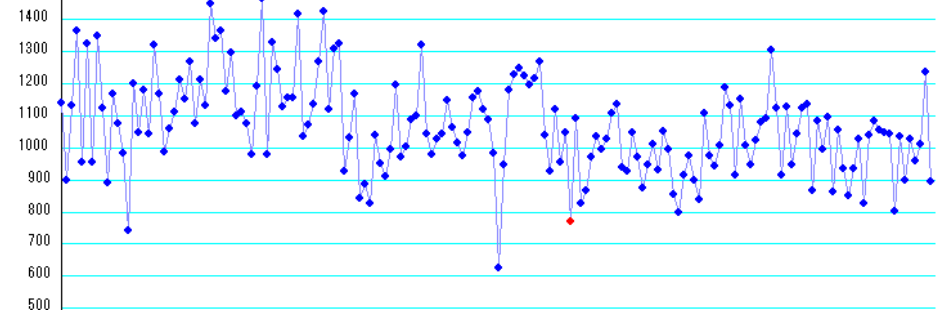
2025 May 22; (2747) Cesky Krumlov occults UCAC4 291-116012 Observed by Masumi Takimoto / PSF-Frame Photometry /



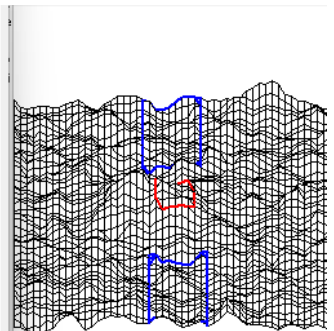
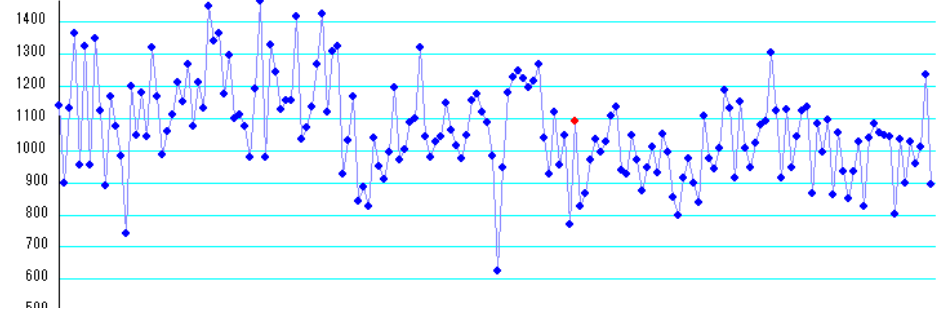
2025 May 22; (2747) Cesky Krumlov occults UCAC4 291-116012 Observed by Masumi Takimoto / PSF-Frame Photometry /



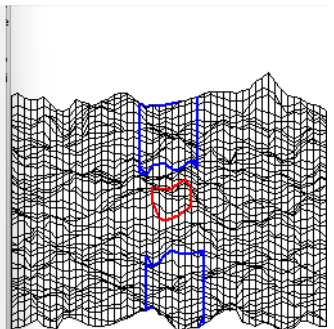
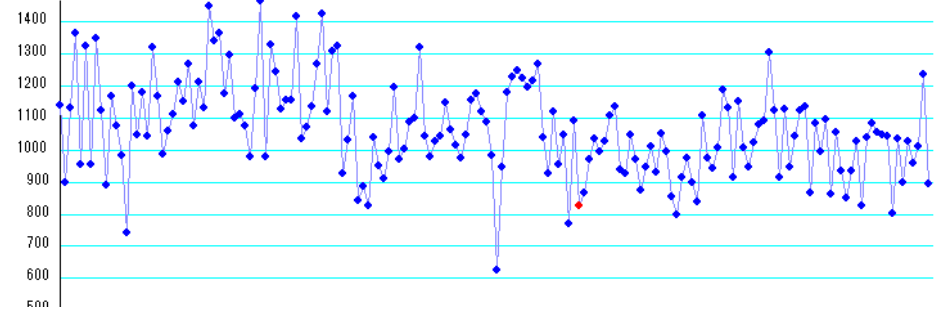
2025 May 22; (2747) Cesky Krumlov occults UCAC4 291-116012 Observed by Masumi Takimoto / PSF-Frame Photometry /



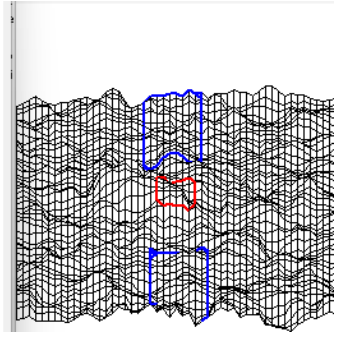
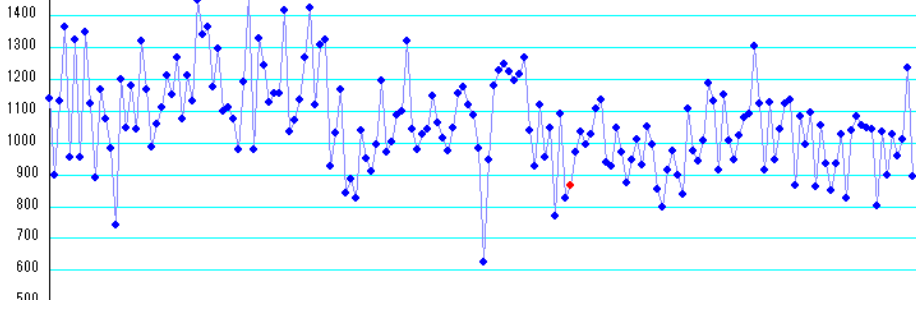
2025 May 22; (2747) Cesky Krumlov occults UCAC4 291-116012 Observed by Masumi Takimoto / PSF-Frame Photometry /



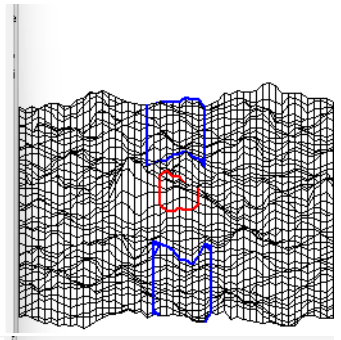
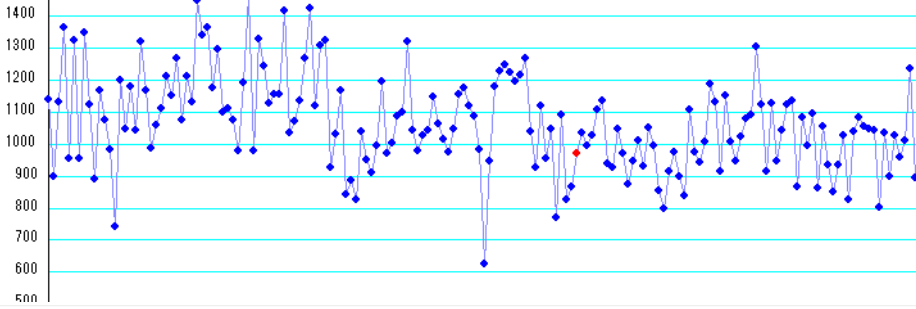
2025 May 22; (2747) Cesky Krumlov occults UCAC4 291-116012 Observed by Masumi Takimoto / PSF-Frame Photometry /



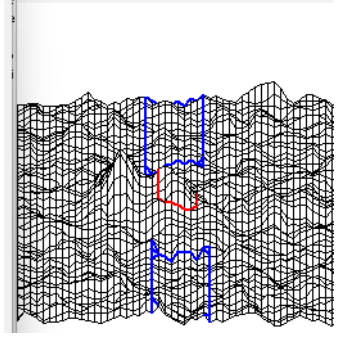
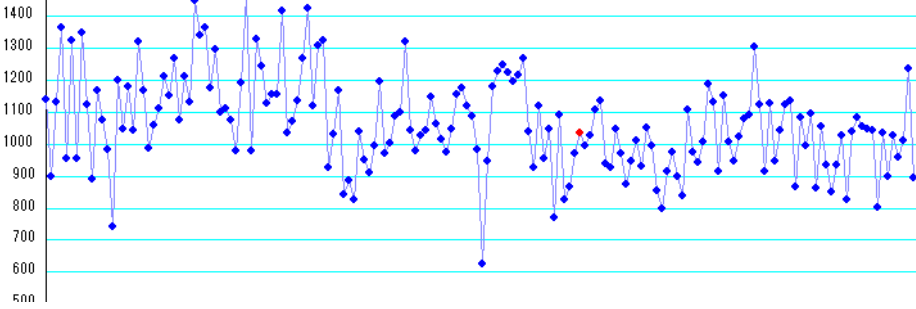
2025 May 22: (2747) Cesky Krumlov occults UCAC4 291-116012 Observed by Masumi Takimoto / PSF-Frame Photometry /



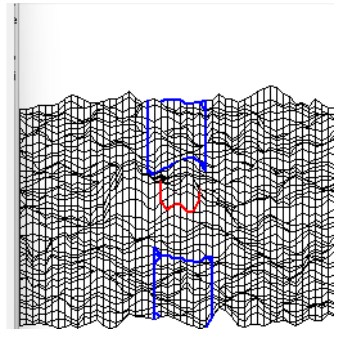
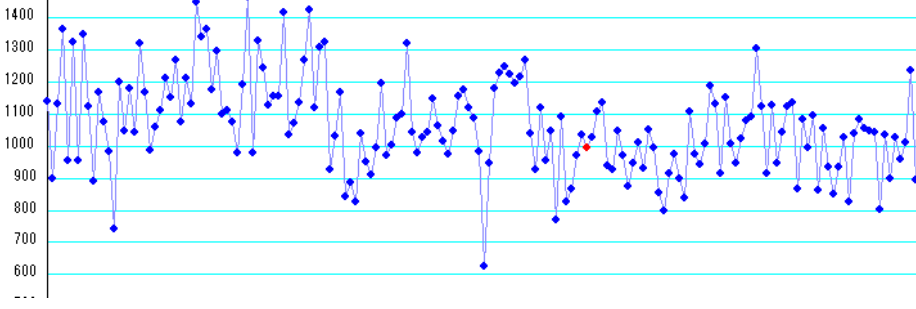
2025 May 22: (2747) Cesky Krumlov occults UCAC4 291-116012 Observed by Masumi Takimoto / PSF-Frame Photometry /



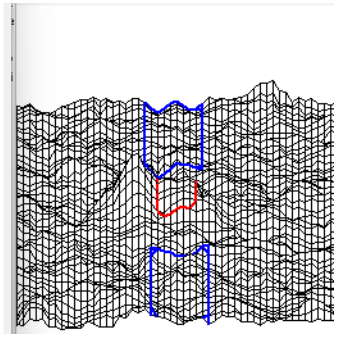
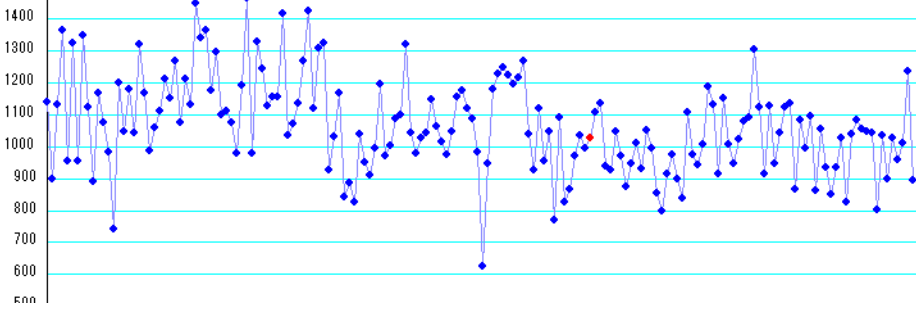
2025 May 22: (2747) Cesky Krumlov occults UCAC4 291-116012 Observed by Masumi Takimoto / PSF-Frame Photometry /



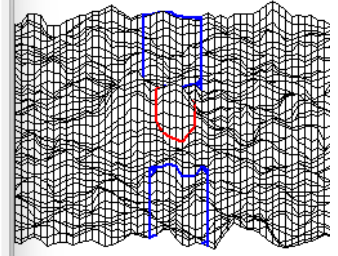
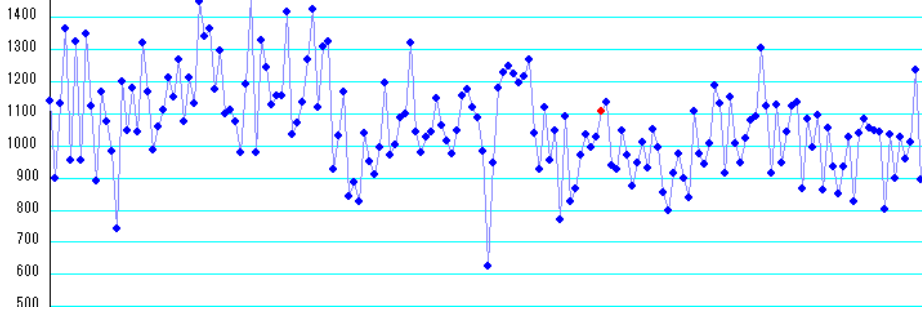
2025 May 22: (2747) Cesky Krumlov occults UCAC4 291-116012 Observed by Masumi Takimoto / PSF-Frame Photometry /



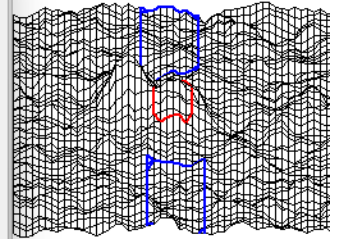
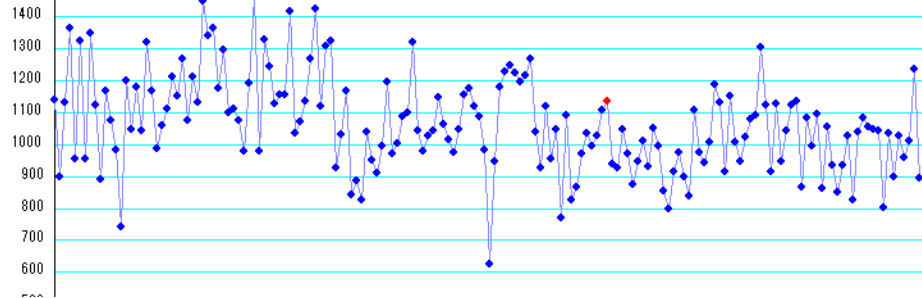
2025 May 22: (2747) Cesky Krumlov occults UCAC4 291-116012 Observed by Masumi Takimoto / PSF-Frame Photometry /



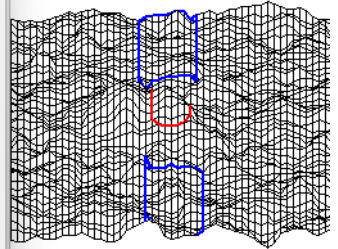
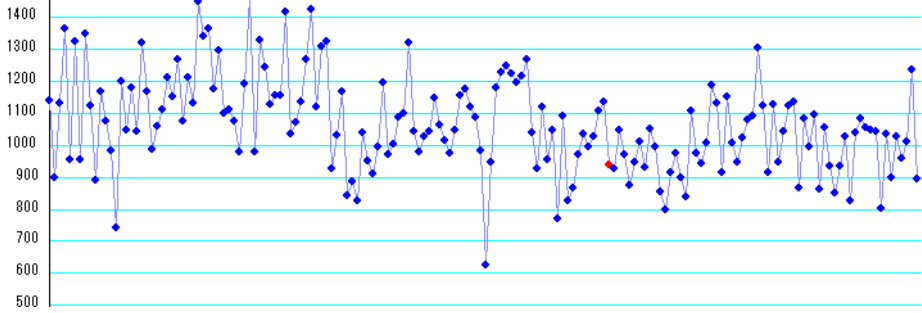
2025 May 22; (2747) Cesky Krumlov occults UCAC4 291-116012 Observed by Masumi Takimoto / PSF-Frame Photometry /



2025 May 22; (2747) Cesky Krumlov occults UCAC4 291-116012 Observed by Masumi Takimoto / PSF-Frame Photometry /



2025 May 22; (2747) Cesky Krumlov occults UCAC4 291-116012 Observed by Masumi Takimoto / PSF-Frame Photometry /



2025 May 22; (2747) Cesky Krumlov occults UCAC4 291-116012 Observed by Masumi Takimoto / PSF-Frame Photometry /

