

予報ファイル(xml)を活用した時刻データ解析

～Mag Drop の値はなぜ必要か～

Apr. 30, 2021

Limovie に新たに搭載された、xml 予報ファイルの読み込み機能を使って、より実際に近いであろうシミュレーションライトカーブを作り出すことができるようになりました。中でも、Magnitude Drop の予報データは、小惑星による恒星の掩蔽について有効に活用することができます。ここでは、石田正行さんから提供いただいたビデオファイルを解析しながら、その効果を見ていきます。

1. 2020年8月26日 (613)Ginevra による TYC 6924-00325-1 の掩蔽

(1) 減光時間が短い場合の課題

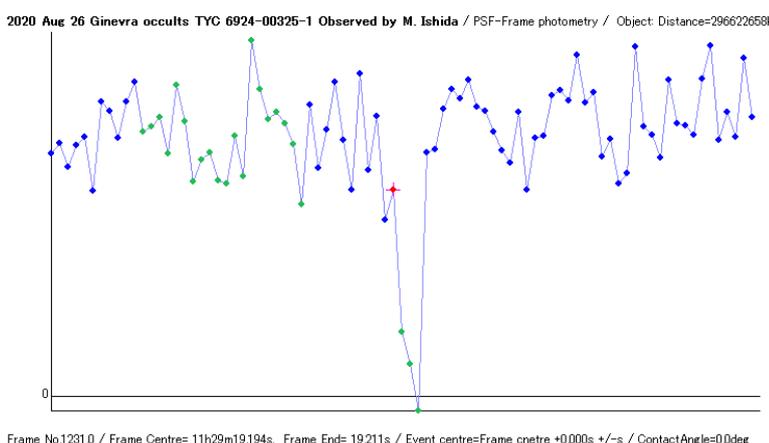


図1 (613)Ginevra による TYC 6924-00325-1 の掩蔽の光量変化 (Asteroid Timing Guide 機能で、1蓄積を1つの点として表している)

ならば増光直前に設定するのが一般的です。しかしこの場合には、それだと減光中の値が2つしかとれませんので、起点(赤い点)を減光直前とすることで、減光中の値(緑の点)を3点とれるようにしています。それでもこのように少ない数では、平均しても減光中の光量値を統計的に十分に代表できる値である、と言うには心許ない状況です。ここで、もし、予報の時点で減光等級が明らかであるのならば、減光量を計算でき、その計算値だけ減光する、というシミュレーションを作ることができます。そして、その「予報値から得た減光量によるシミュレーション」と「測定されたライトカーブから得た減光量によるシミュレーション」とを比べてみて、両者がほぼ同程度の減光量であれば、減光中の点の平均値は、減光中の光量を正しく代表している可能性(妥当性)が高いと考えることができます。

(2) 新機能「予報の Mag. Drop を用いたシミュレーション」の作り方

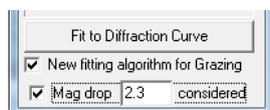


図2 Mag. Drop を考慮したシミュレーションをつくる設定

石田さんは、口径20cmのシュミットカセグレンにWAT120Nを用いて、16フレーム蓄積でこの現象を明瞭にとらえています。得られたライトカーブを図1に示します。

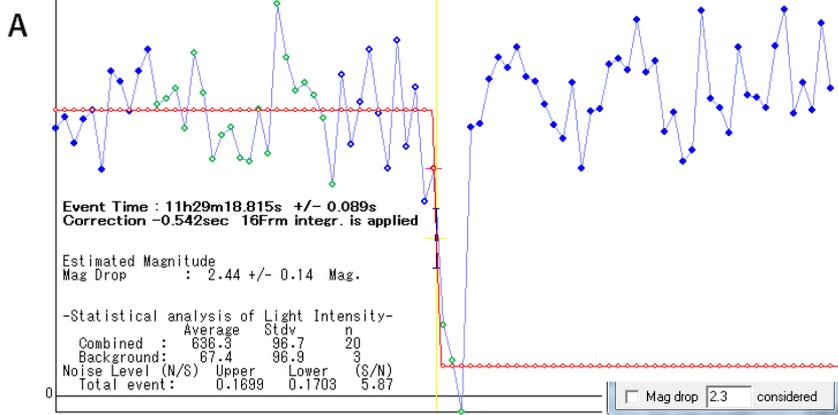
このデータから、回折シミュレーションのフィットにより、現象時刻を求めていきたいと思うのですが、このケースの場合問題になるのが、減光時間が短いため、減光中の光量の値が多くとれないことです。

Limovie の解析では、起点となる赤い点を、潜入ならば減光直後に、出現

図2のように「Mag. Drop *** considered」にチェックを入れると、減光中の値を無視して、予報から得られた、この場合であれば、2.3等級の値を使って減光(増光)のシミュレーションを作り出します。

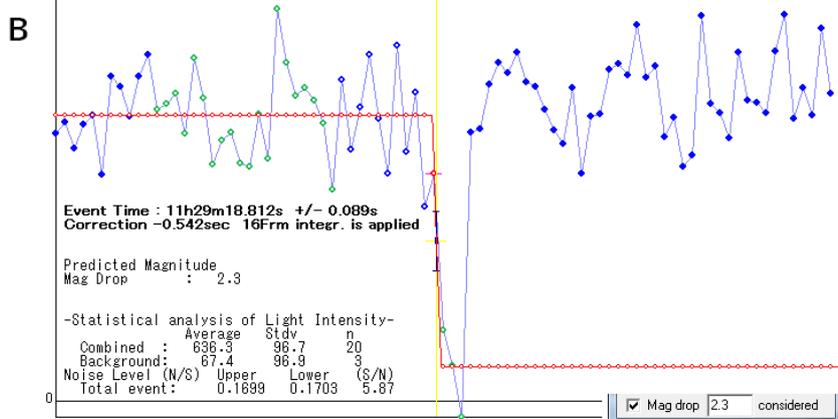
(3) 予報の Mag. Drop を用いたシミュレーションとの比較

2020 Aug 26 Ginevra occults TYC 6924-00325-1 Observed by M. Ishida / PSF-Frame photometry / Object Distance=296622658k



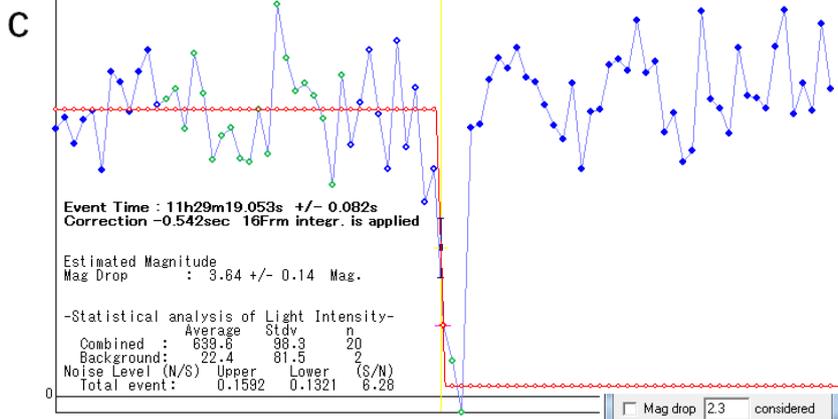
Frame No.12310 / Frame Centre= 11h29m19.194s, Frame End= 19.211s / Event centre=Frame cnetre +0.143s +/-0.089s / ContactAngle=0.0de

2020 Aug 26 Ginevra occults TYC 6924-00325-1 Observed by M. Ishida / PSF-Frame photometry / Object Distance=296622658k



Frame No.12310 / Frame Centre= 11h29m19.194s, Frame End= 19.211s / Event centre=Frame cnetre +0.143s +/-0.091s / ContactAngle=0.0de

2020 Aug 26 Ginevra occults TYC 6924-00325-1 Observed by M. Ishida / PSF-Frame photometry / Object Distance=296622658k



Frame No.12470 / Frame Centre= 11h29m19.728s, Frame End= 19.745s / Event centre=Frame cnetre -0.150s +/-0.082s / ContactAngle=0.0de

図3 減光中の値の代表値を変えたときの時刻解析結果

図3のAは、減光中の3点を平均した値を「減光中の光量の代表値」として作成したシミュレーションです。値から見積もられた減光等級は 2.44 ± 0.14 等級です。これを、予報から得た減光等級 2.3 を用いたシミュレーション (B) と比べてみましょう。

減光等級は、A, B とほぼ同じ値です。そのため、シミュレーションカーブもよく似ています。得られた現象時刻は、
A: 11h29m18.815s +/- 0.089s
B: 11h29m18.812s +/- 0.089s
と、ほとんど差がありません。

一方、Cは、減光中の2点を減光中光量の代表値として用いた場合のシミュレーションです。こちらは、暗い値の平均値ですので、減光等級は 3.64 等級にもなってしまい、恒星のカタログや観測から得られている小惑星の明るさからはかけ離れた値となってしまうと、得られた現象時刻は、
C: 11h29m19.053s +/- 0.082s
と、A や B と比べて 0.24 秒遅くなっています。

仮に、最も暗い点のみを減光中の代表値としたときには、
11h29m19.096s +/- 0.074s
となり、差は 0.28 秒に拡大しま

す。また、同様に出現時刻を求めると、

A: 11h29m20.627s +/- 0.078s B: 11h29m20.630s +/- 0.058s C: 11h29m20.621s +/- 0.058s

となり、A と B が 0.003 秒の差であるのに対し、C は B と 0.009 秒の差となっています。

現象継続時間を A と C の場合について比べると、C (1.568 秒) は A (1.812 秒) に対して 0.24 秒短くなっています。この差は現象時間の 10% 以上にもなり、無視できる量ではありません。

このように、予報から得た減光量と比べることで、より「確からしい」解析をすることができます。

2. 2020年11月16日 (702)Alaudaによる TYC 2914-00872-1 の掩蔽

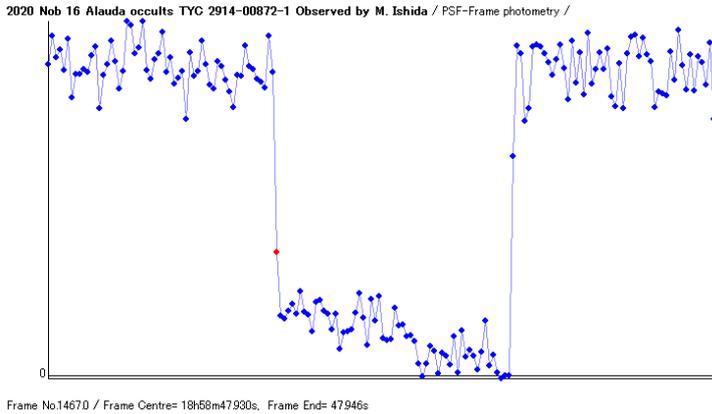


図4 (702)Alaudaによる TYC 2914-00872-1 の掩蔽の光量変化 (Asteroid Timing Guide 機能で、1蓄積を1つの点として表している)

石田さんは、口径20cmのシュミットカセグレンにWAT120Nを用いて、8フレーム蓄積でこの現象を明瞭にとらえています。得られたライトカーブを図4に示します。

これを見ると、減光期間の後半で、光量が一段、低下しています。これは重星による現象の可能性が高いと思われます。それを、予報値の減光等級から得られたシミュレーションと比較することで確かめてみましょう。

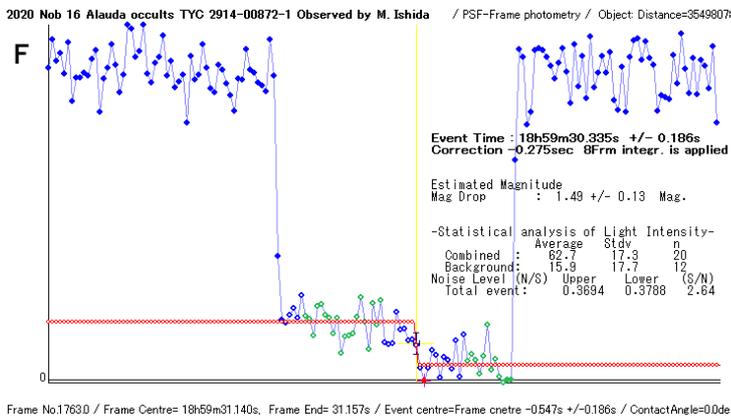
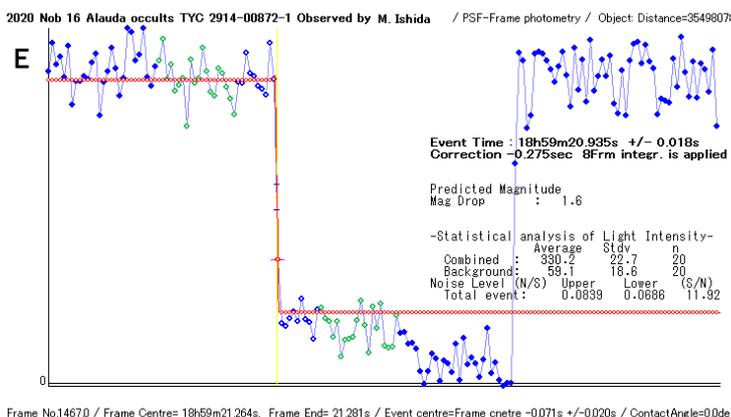
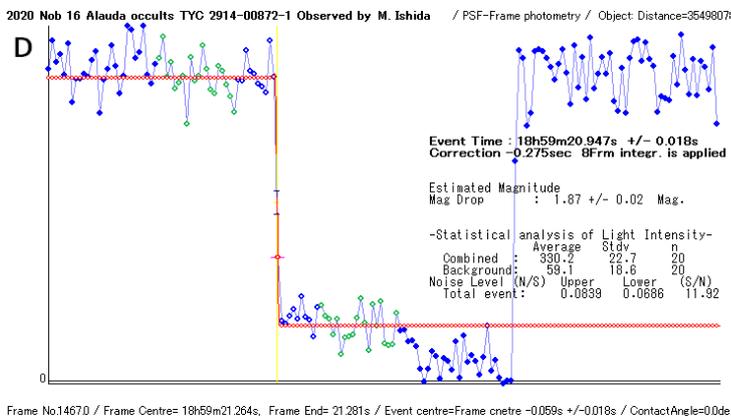


図5-1 現象時刻を求める

図5のDは、観測から得られた減光「前半部」の光量を、減光中の光量の代表値としてつくったシミュレーションです。また、Eは、予報の減光等級を元に計算したシミュレーションです。減光量の値に差が見られるのは、予報の計算に用いたのはV等級の値ですが、カメラの分光特性は赤の感度が高いため、必ずしもV等級で計算した値にはならないためだと考えられます。その点を含んだ上でD,Eからは、減光前半部は、ほぼ予報通りの減光等級であったと行うことができるでしょう。減光の後半では、それより更に暗くなっていますので、重星を構成するもう一方の星が隠されたためであるとの推測は、より確かであるだろうと考えられます。

以上を元に、現象時刻を次のように求めました。

主星潜入 18h59m20.947s +/- 0.018s
伴星潜入 18h59m30.335s +/- 0.186s
出現 18h59m36.968s +/- 0.017s

なお、主星の潜入は、シミュレーションDから求めました。この現象のように多くの測点で観測値から減光中の光量を求めることができる場合は、得られた減光中の光量の確からしさは高いと考えられます。従って、ここでは予報の減光等級を元に時刻を求める必要はありません。

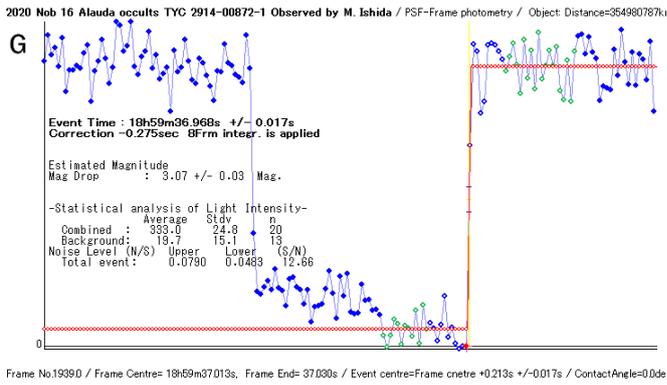


図 5-2 現象時刻を求める

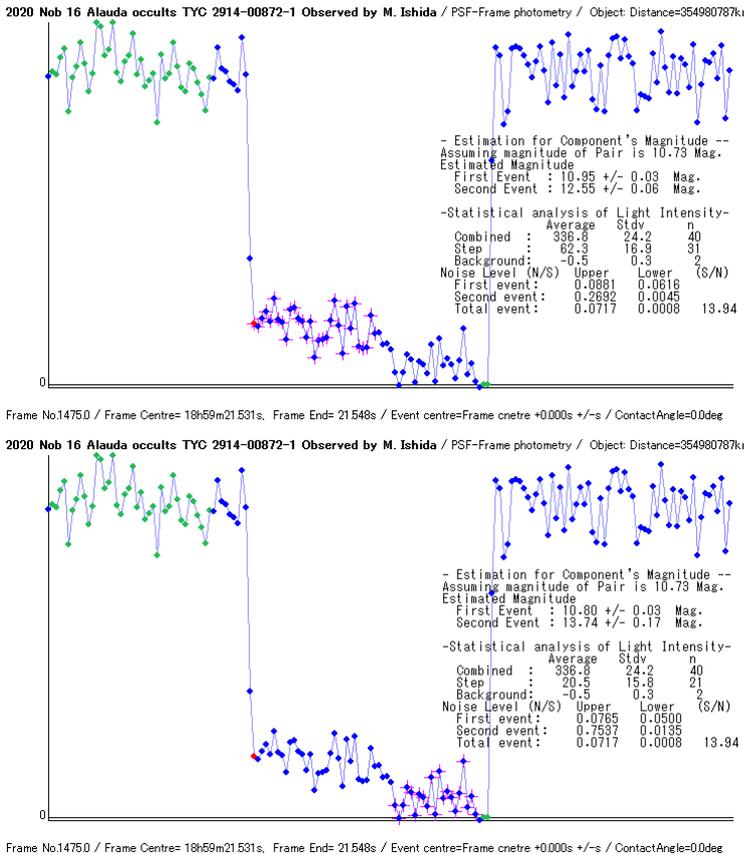


図 6 重星のコンポーネントの等級

重星を構成するコンポーネントの等級について、図 6 の H,I に解析結果を示します。予報より、小惑星は 11.01 等級、恒星は 12.32 等級であるので、合成等級は 10.73 等級となります。これを元に観測結果から見積ると、

主星 + 伴星 : 12.55 等級
伴星 : 13.74 等級

これより、

主星 : 12.99 等級
と計算できます。

3. まとめ

Magnitude Drop についての予報データを活用して、回折シミュレーションを用いて次のような解析が可能となります。

(1) 減光時間が短く、減光中のフレーム数が 1 から 3 点程度しかないときは、予報の減光等級の場合と比較して、より確実だと考えられる「減光時の光量」を選択して解析することができます。

なお、減光中のフレーム数が 1 個しかない場合は、中間フレームもない場合で、観測から得られた減光量が予報と同程度あるいはやや大きい程度 (=大きく減光している) であれば、シミュレーションとフィットさせて現象時刻を求めることはできると考えられます。

一方、観測から得られた減光が予報よりも浅いときは、減光時刻を確実に求めることは困難です。

(2) 減光中に段階的な減光が認められたときは、予報の減光量との比較をすることで、重星による現象であるかの判断の一助とすることができます。