

# Limovieによる解析方法



(光度変化測定用ソフト：Ver.0.9.99.5A(Aqua)-5i7を用いて)



2021/10/3 広島県尾道市百島にて  
小惑星(3200) Phaethonの遠征観測 風景

Section	作業Step	ページ
1 概要 および予備解析	1. 概要	2
	2. 解析の流れと5つの出力	3
	3. 各部の機能	4
	4. 予備解析を行う	5 ~ 11
2 本解析	1. 時刻補正を行う(前段)	12 ~ 15
	2. 時刻補正を行う(後段)	15
	3. 測光グラフをつくる	16 ~ 18
	4. グラフと時刻のフィッティング	18 ~ 20
	5. 現象時刻を決定	21
3 報告とまとめ	1. 結果をまとめ報告する	22 ~ 23
	2. 整約図を受けとる	24
補足資料		25 ~ 33

共 著

関西学院大学工学部(物理学専攻 M1)

林 宏憲

JOIN/日本天文同好会/さんだ天文クラブ

加瀬部 久司 (発行責任者)

(e-Mail : hikoboshi-k@jttk.zaq.ne.jp)

Section	作業step	補足事項
1. -1 概 要	<p>「小惑星による恒星食」の観測動画を、“Limovie（光度変化測定用ソフト）”により解析する方法を解説する。</p> <p>「Limovie」の正式名称は、            ‘a <b>L</b>ight <b>M</b>easurement tool for <b>O</b>ccultation observations using <b>V</b>ideo Recorded’。</p>	<p>LimovieダウンロードURLは            【最新】 <a href="http://astro-limovie.info/limovie/cmos/">http://astro-limovie.info/limovie/cmos/</a></p> <p>【旧】 <a href="https://astro-limovie.info/limovie/limovie.html">https://astro-limovie.info/limovie/limovie.html</a></p>
	<p>恒星が小惑星によって隠されるこの現象は、キャプチャーソフト「SharpCap」を利用しaviという拡張子で動画撮影するが、減光／復光時刻の決定や光度差計測は「Limovie」を用いて解析する。この解析ソフトは、拡張子.aviのみに対応しており、星食観測用として2005年に宮下和久氏によりリリースされた。</p> <p>Limovieは、ビデオファイル画像を1フレームごとに読み出し測光を行うことにより、ビデオに記録された掩蔽現象を定量的にとらえることができ、次のような研究成果を上げてきた。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 月縁および小惑星による掩蔽の現象時刻の解析</li> <li>2. ビデオカメラの露出と時刻の関係の解析</li> <li>3. 重星を構成する恒星の等級（複数の観測からは位置角、離角）を得る</li> <li>4. 新たな重星の発見</li> <li>5. 月縁および小惑星の表面の形状（コンタクトアングル）の推定</li> <li>6. 恒星の視直径の推定</li> <li>7. 小惑星による恒星食で減光量の少ない現象の検出や短時間の現象の検出 ←本著が解説している分野</li> <li>8. 衛星の惑星による食、および衛星の相互食の解析</li> </ol>	<p>以下の器材を使用して撮影</p> <p>(1)カメラ：ZWO-ASI290MM</p> <p>(2)キャプチャーソフト：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>①SharpCap V4.0 (フリー)</li> <li>②SharpCap pro (有料)</li> </ol>

Section	作業step	補足事項
§ 1- 2. 解析の流れと5つの出力	<p>本マニュアルは解析の流れに沿って記述しており、一連の作業を通じてグラフ・データなど5つの出力取得を目的としています。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> <p><b>§ 1. 概要および予備解析</b></p> <p>P2</p> <p>§ 1-1 概要</p> <p>P3</p> <p>§ 1-2 解析の流れと5つの出力</p> <p>P4</p> <p>§ 1-3 各部の機能</p> <p>P5~</p> <p>§ 1-4 予備解析を行う</p> <p>出力</p> <p>①画面情報</p> <p>現象の有無を見極め、減光/復光時刻などの把握</p> </div> <div style="width: 35%;"> <p><b>§ 2. 本解析</b></p> <p>P12~</p> <p>§ 2-1 時刻補正を行う(前段)</p> <p>P15</p> <p>§ 2-2 時刻補正を行う(後段)</p> <p>P16.~</p> <p>§ 2-3 測光グラフを作る</p> <p>出力</p> <p>②減光グラフ ③CSVデータ</p> <p>P18~</p> <p>§ 2-4 グラフと時刻のフィッティング</p> <p>P21.~</p> <p>§ 2-5 現象時刻を決定</p> <p>出力</p> <p>④減光グラフ ⑤復光グラフ</p> </div> <div style="width: 30%;"> <p><b>§ 3. 報告とまとめ</b></p> <p>P22.~</p> <p>§ 3-1 結果をまとめ報告する</p> <p>記録</p> <p>P24</p> <p>§ 3-2 整約図を受取る</p> <p>記録</p> <p><b>補足資料 (P25~33)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 記録として残すもの</li> <li>• pps測光ポイントの位置調整</li> <li>• Mag. Dropについて</li> <li>• 落込みポイントのとり方</li> <li>• 各種救済方法</li> <li>• 観測前の確認事項</li> <li>• フィッティング時刻の誤差について</li> <li>• 動画カメラのシャッター方式について</li> <li>• 測光領域とバックグラウンドのとり方</li> <li>• グラフの見方</li> <li>• 小惑星要素の手入力</li> </ul> </div> </div>	

Section	作業step	補足事項
---------	--------	------

§ 1 -  
3.  
各部の機能

1. Limovieの全体画面。 赤で囲った部分が主に使うボタンである。

動画ファイルを読み込むと、  
画像がここへ展開される。

各フレームごとに計測された結果が、ここにスクロール表示されながら記録される。

ビデオコントロールエリア      測光エリア      図2

Limovieのアイコン

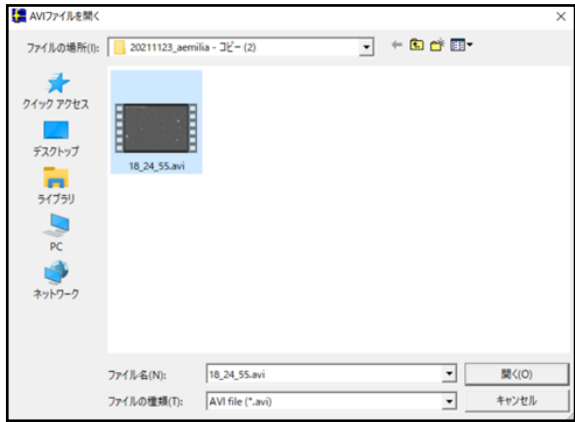
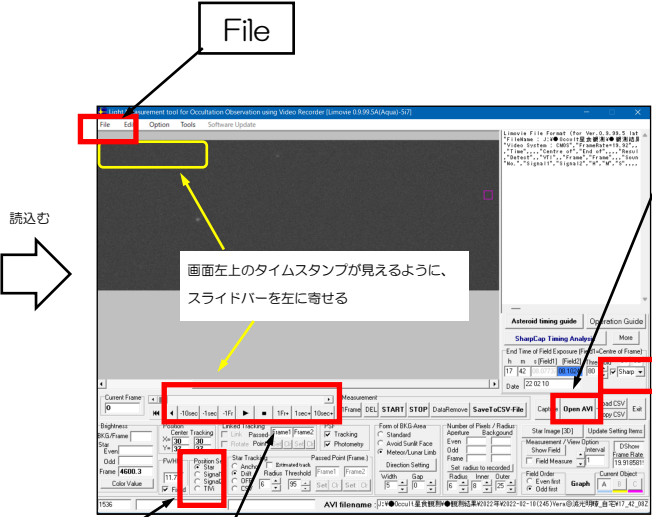
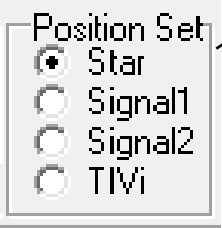
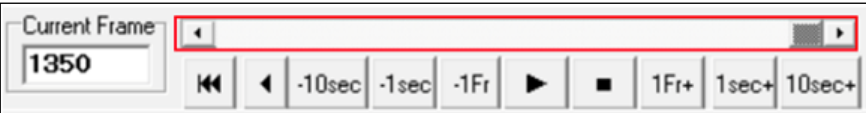
図1

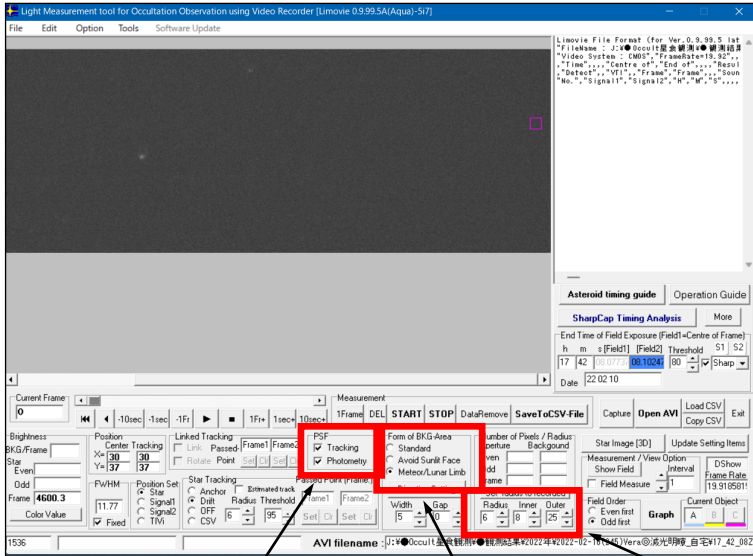
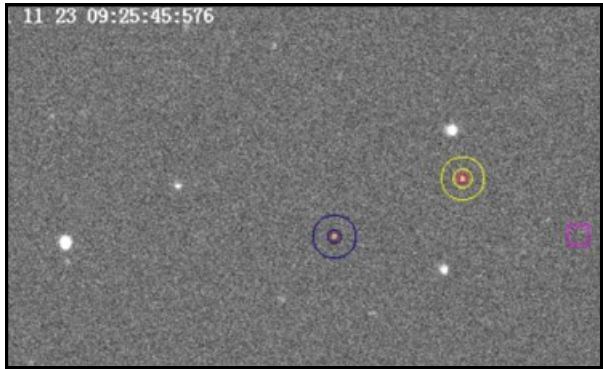
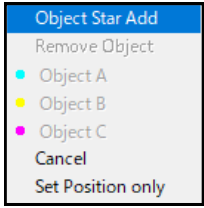
No	記載ページ
①	P5図2
②	P5図4
③	P6図5
④	P6図4
⑤	P7図4
⑥	P7図2
⑦	P26図1
⑧	P7図3
⑨	P9図1
⑩	P10図2/P16図3
⑪	P12図4
⑫	P8図1
⑬	
⑭	

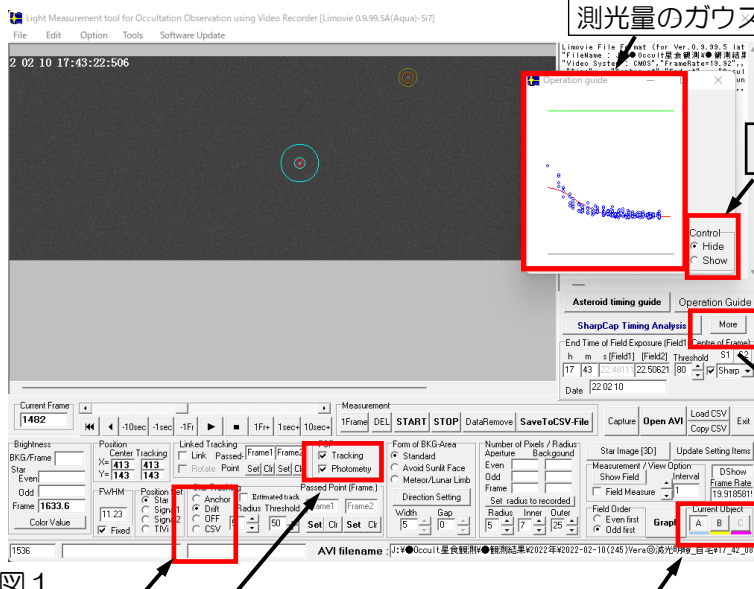
通常動画は全体が基本3分として取得し、その構成は中央部に観測動画部1分（水色部）を挟んで、前後に40秒～1分ずつ時刻補正用にGPSから取得したpps発光を写し込んでいる。

図3   pps発光あり(前段部：約1分)	pps発光なし(観測動画部：1分)	pps発光あり(後段部：約1分)
-----------------------	-------------------	------------------

減光が30秒を超えるような長時間掩蔽は、観測動画部を1分以上に延長して対応することがよい。


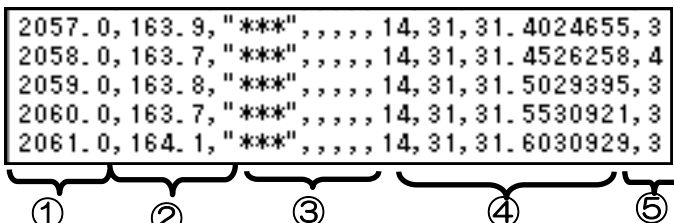
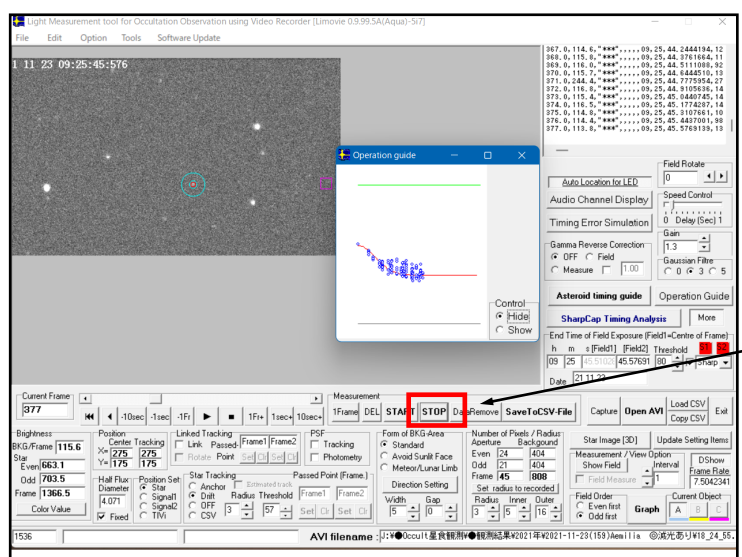
Section	作業step	補足事項
§ 1 - 4. 予備解析を行う	<p>動画を選択し読み込む。</p>  <p>図 1</p>  <p>図 2</p>	<p>「Open AVI」を左クリックすると、ファイルを選択できる。          (図2の「File」からでも可)</p> <p>観測で得られた動画(.aviファイル)を選択し「開く」をクリック。P4図2の水色部に動画が反映される。</p> <p>「SharpCap」でキャプチャしたAviファイルを読み込んだら、自動認識し「Sharp」と表示される。</p>
	<p>「Star」が選択されていることを確認する。</p>  <p>図 3</p>	<p>Position Set」の各機能</p> <p>Star：現在のデジタルC-Mosカメラ用機能</p> <p>Signal 1・Signal2：2000年ごろ、pps光をカメラセンサーへファイバーで照射していた時代の機能。</p>
	<p>スライダーと動画操作</p>  <p>図 4</p> <p>図4の赤色の四角で囲まれたバーを左右に動かし、タイムスタンプ時刻を見ながら希望時刻へ移動させる。</p> <p>Current Frameは、見ているフレーム番号のこと。</p>	<p>TIVI：デジタルビデオカメラ時代の、タイムインポーズに対応したOCR機能</p>

Action	作業step	補足事項						
<p>§ 1 -4. 予備解析を行う</p>	 <p>図1</p> <p>PSF P7図4で説明。</p> <p>Form of BKG-Area  <input checked="" type="radio"/> Standard  <input type="radio"/> Avoid Sunlit Face  <input type="radio"/> Meteor/Lunar Limb</p> <p>図5</p> <p>図2</p> <p>図3</p> <p>恒星（または任意位置）を左クリックすると、細い長方形が出る（図2）。これは主に月による星食測光用（注1）。</p> <p>「Standard」に切り換えると小惑星測光用の円形に変わる（図3）。 (P30に関連記載あり)</p> <p>図4：アパーチャの半径値</p> <table border="1" data-bbox="1227 847 1610 963"> <tr> <td>Radius</td> <td>Inner</td> <td>Outer</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>7</td> <td>21</td> </tr> </table>	Radius	Inner	Outer	4	7	21	<p>【図4 アパーチャ半径値の設定】</p> <p>Radius→赤色円のビクセル半径値。赤円内を測光する。通常5~8</p> <p>この赤色円設定は、Aperture測光のみで意味を持ち、PSF測光では調整不要。</p> <p>Inner/Outer→バックグラウンド領域の二つの青色円（ビクセル半径値）。 Inner：通常7~10（ただし赤丸より小さく設定できない）。 Outer：通常18~22（デフォルトは25で上限値）</p> <p>星のない場所（バックグラウンド=BKG）は真っ暗ではなく、ノイズが砂嵐状に存在する。</p> <p>一般的には、赤色円を可能な限り小さくするのに対し、BKG領域面積は大きくする。即ちOuterは大きく、Innerは小さくすることで、面積を広くとり、S/N比の高い測定を狙う。</p> <p>ただしBKGが明るくノイズが非常に多い場合は、BKG幅を小さくしノイズの影響を意識的に少なくすることがある。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>比較星のアパーチャ径も、基本対象星と同じ値でよい。</li> </ul>
Radius	Inner	Outer						
4	7	21						
	<p>比較星を選択する。対象星の近くで同じような明るさのものを1~2個選ぶ。</p> <p>図6</p>  <p>図7</p>  <p>マウスポインターを対象星に合わせ、右クリックすると図7が出るので「Object Star Add」を左クリックする。最初の比較星はObject B（黄色円）、2つ目はObject C（ピンク円）として表示される。</p>	<p>注1：図2は、対象星のすぐ近くに別な星がある場合、まれに使うことがある。詳しくはP30参照。</p>						

Section	作業step	補足事項
<p>§ 1 -4. 予備解析を行う</p>	<p>測光量のガウス表示：積算分布断面の半分を赤線でグラフ表示</p>  <p>図1</p> <p>図2 通常はDriftを使う</p> <p>図3 対象星と比較星の切換スイッチ部。A (青) が対象星、他は比較星。</p> <p>図4</p> <p>図5</p> <p>図6</p> <p>図7</p> <p>図8 参照</p> <p>図9 説明</p> <p>図10</p> <p>図11</p> <p>図12</p> <p>図13</p> <p>図14</p> <p>図15</p> <p>図16</p> <p>図17</p> <p>図18</p> <p>図19</p> <p>図20</p> <p>図21</p> <p>図22</p> <p>図23</p> <p>図24</p> <p>図25</p> <p>図26</p> <p>図27</p> <p>図28</p> <p>図29</p> <p>図30</p> <p>図31</p> <p>図32</p> <p>図33</p> <p>図34</p> <p>図35</p> <p>図36</p> <p>図37</p> <p>図38</p> <p>図39</p> <p>図40</p> <p>図41</p> <p>図42</p> <p>図43</p> <p>図44</p> <p>図45</p> <p>図46</p> <p>図47</p> <p>図48</p> <p>図49</p> <p>図50</p> <p>図51</p> <p>図52</p> <p>図53</p> <p>図54</p> <p>図55</p> <p>図56</p> <p>図57</p> <p>図58</p> <p>図59</p> <p>図60</p> <p>図61</p> <p>図62</p> <p>図63</p> <p>図64</p> <p>図65</p> <p>図66</p> <p>図67</p> <p>図68</p> <p>図69</p> <p>図70</p> <p>図71</p> <p>図72</p> <p>図73</p> <p>図74</p> <p>図75</p> <p>図76</p> <p>図77</p> <p>図78</p> <p>図79</p> <p>図80</p> <p>図81</p> <p>図82</p> <p>図83</p> <p>図84</p> <p>図85</p> <p>図86</p> <p>図87</p> <p>図88</p> <p>図89</p> <p>図90</p> <p>図91</p> <p>図92</p> <p>図93</p> <p>図94</p> <p>図95</p> <p>図96</p> <p>図97</p> <p>図98</p> <p>図99</p> <p>図100</p>	<p>【 Drift 】</p> <p>測光領域は自由に動くことができ、小惑星による恒星食などで恒星が完全に消えない場合は、このモードが適している。</p> <p>【Threshold】</p> <p>Driftモードにおける、“しきい値”を意味する。</p> <p>Limovieは、最初に対象星をクリックしたとき星の明るさを記憶しており、Threshold 値はそれに対する割合を表す。たとえば70 (%) ならば、その明るさになったら追尾を止めて測光領域がその場に固定される。</p> <p>Radius・・・シンチレーションに合わせ動く範囲(ピクセル値)を設定する。通常3~5で使うが、星が3ピクセルを超えて大きくまたたく場合は、適宜▲▼で調整。</p> <p>Threshold・・・デフォルトは95。対象星が暗い場合70(%)程度まで下げることあり。</p> <p>注意：緑線を超えないこと！</p> <p>図7</p> <p>緑線：ピクセル飽和値</p> <p>赤線(ガウス曲線)：対象星の光量積算レベル</p> <p>「Operation Guide」グラフで、計測のピークが緑線を超えた事例。減光等級などに影響する。本来は観測前テストで、Gainやシャッタースピードを適正に。 P28に関連記載あり。</p>
<p>PSF (Point Spread Function)</p> <p>Tracking</p> <p>めったに使わないがチェック外すと追従性が改善することがある。追従性が悪い時は試してみる。</p> <p>Photometry</p> <p>チェックあるとPSF測光。図5グラフが機能する。</p> <p>チェックなしはAperture測光。</p> <p>PSFが測光バラツキ少ない</p> <p>PSF測光/Aparture測光の違いは、「星食観測ハンドブック2020」P135を参照。</p>	<p>「Analyzer for occulted star」が対象星</p> <p>「Base star for tracking」 および「Comparison star」が比較星</p>	

Section	作業step	補足事項
§ 1 -4. 予備解析を行う	<div data-bbox="371 181 770 443" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="568 466 622 497" data-label="Caption">           図1         </div> <p data-bbox="819 169 1084 201">[More] の内部機能。</p> <p data-bbox="819 220 1693 284">「Speed Control」バーを数値盛り右へスライドすると、測光スピードが遅くなり現象を視認することが容易になる。</p> <p data-bbox="819 306 1693 379">「Gain」は、恒星が暗いときに上げると、モニター上視認し易くなる。数値を変えても解析には影響しない。</p>	<p data-bbox="1706 169 2141 300">「Speed Control」でゆっくり進めることで視認性は改善する。しかし測光の追従性向上機能はもっていない。</p>
	<p data-bbox="336 545 1189 609">3Dプロファイル機能を利用すると、Aperture径を確認しながら適切な設定ができる。</p> <div data-bbox="380 683 1111 1219" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="1003 1228 1061 1260" data-label="Caption">           図2         </div> <div data-bbox="421 1251 725 1327" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="743 1292 801 1324" data-label="Caption">           図3         </div> <p data-bbox="336 1362 1211 1442">「Star Image3D」ボタンで、対象星へのピクセル値分布を確認できる。測光位置やAperture径を確認する(図5)。</p>	<div data-bbox="1254 616 1653 903" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="1576 909 1635 941" data-label="Caption">           図4         </div> <p data-bbox="1706 545 2141 609">図4は、ノイズリダクション機能を使い、星像比較した事例。</p> <p data-bbox="1706 632 2141 727">ノイズリダクションは3Dグラフの表示上で効いているだけで、測光には影響を与えない。</p> <p data-bbox="1706 750 2141 1158">図4の事例では、OFFでも十分星像が認められるが、バックグラウンドノイズが大きいときはノイズに埋もれて星像が見えない、ということがある。そのような場合、図6「Processing Size」ボタンで切換え、ノイズリダクションをかけることで、星像の大きさを知ることができる。現れた星像(3Dガウス曲線)の裾野を取り囲むように、Aperture径(赤円)を設定する。</p> <div data-bbox="1254 983 1653 1168" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="1590 1177 1648 1209" data-label="Caption">           図5         </div> <div data-bbox="1245 1225 1653 1430" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="1603 1439 1662 1471" data-label="Caption">           図6         </div>



Section	作業step	補足事項
§ 1 -4. 予備解析を行う	<p>測光の「START」ボタンを押す前に、これまでの設定がすべて適切にできているか確認すること。</p> <p>「START」ボタンを押し、測光を開始する。</p>  <p>図1</p>	<p>測光は対象星だけでなく、比較星も同時に行うこと。</p>
	<p>測光が開始される。測光中は各フレームごとの光度レベルが、リアルタイムに表示されていく。</p>  <p>図2</p> <p>テキスト情報の意味</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>①フレーム番号</li> <li>②pps信号レベル(ピンク色四角部の光量レベル)</li> <li>③フレーム中央時刻(動画左上のタイムスタンプ時刻より換算)</li> <li>④タイムスタンプ時刻(同上)</li> <li>⑤測光領域の光量レベル(小数点以下もある)(隠れているがこれ以外の情報もあり)</li> </ol>  <p>図3</p> <p>【注意】</p> <p>この段階の時刻は、SharpCapのタイムスタンプそのものが使用されており、まだ0.5secほどの誤差が内在する。</p> <p>信頼できる精度ではないので注意する。→その誤差は、このあとの時刻補正作業によって補正される。</p> <p>後半のpps発光が始まる前のタイミングで、「STOP(図3)」を押し停止させる。</p> <p>「pps信号なし」の部分における、測光グラフが作成できる。</p>	

Section

作業step

補足事項

§ 1  
-4. 予備解析を行う

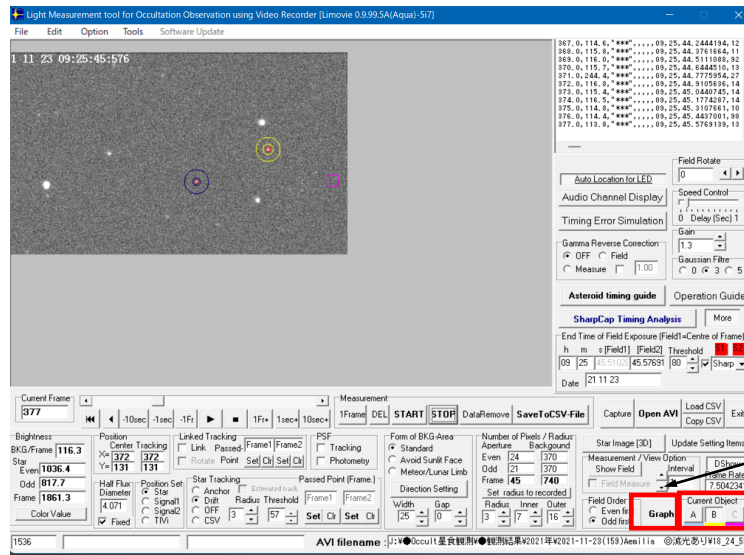


図1

測光を停止させたら、「Graph (図2)」ボタンを押す。

予備解析では、シンチレーションの影響を見極める意味で、対象星と比較星の両方を解析することが望ましい



図2

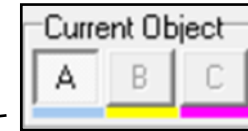


図3

以下は得られたグラフのうち、減光を見逃しそうになった事例。

(1)減光(落込み)が少ない。

①比較的良好な事例で、小惑星が対象星より明るい場合

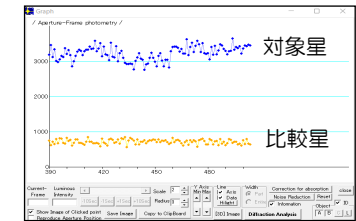


図6  
a

②極めて稀で、連星A星のみ掩蔽され、B星は光り続けた事例。2022/6/3(1768)Appenzella

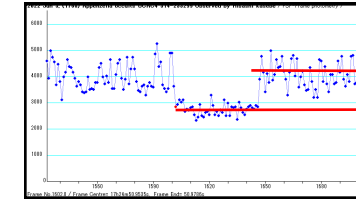


図6  
b

(2)減光時間が短い事例。

小惑星の端を観測し短時間になった。2022/3/10(13561)Kudogou

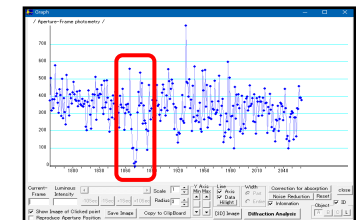


図6  
c

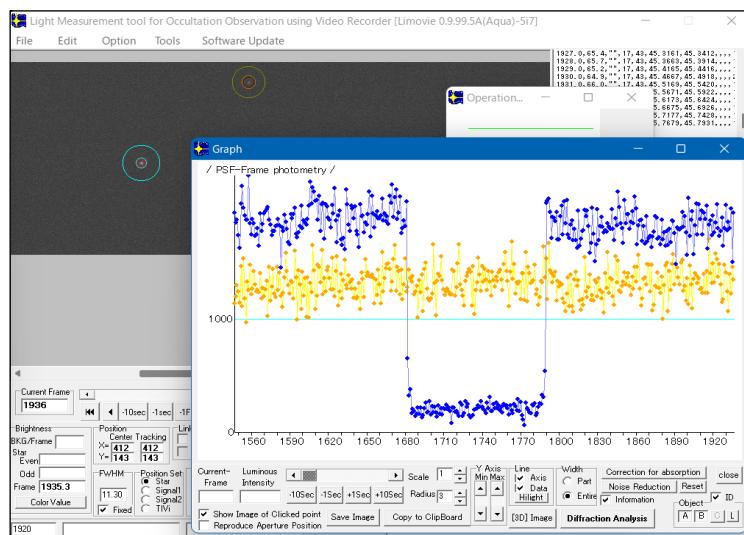


図4

計測されたグラフが表示されたら減光の有無を確認する。しかし図4の様に一目で判断できる減光はむしろ少ない。(右欄参照)

減光が見つかり難い時は、解析を繰り返すことを含め丁寧にチェックする。

必要に応じ図3で、比較星を消すと見やすい。

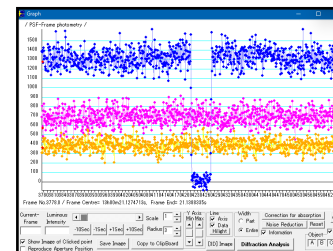


図5

グラフの細かい見方については、P31[補足資料]にも関連記載あり。

Section

作業step

補足事項

§ 1

-4. 予備解析を行う

グラフができたなら、減光状態など確認する。

1回目は「仮解析」とし、計測時刻など大まかに見極めた上で、複数回やり直し確認するのがよい。

グラフにより、現象を確認する。

(1) グラフを判定する。

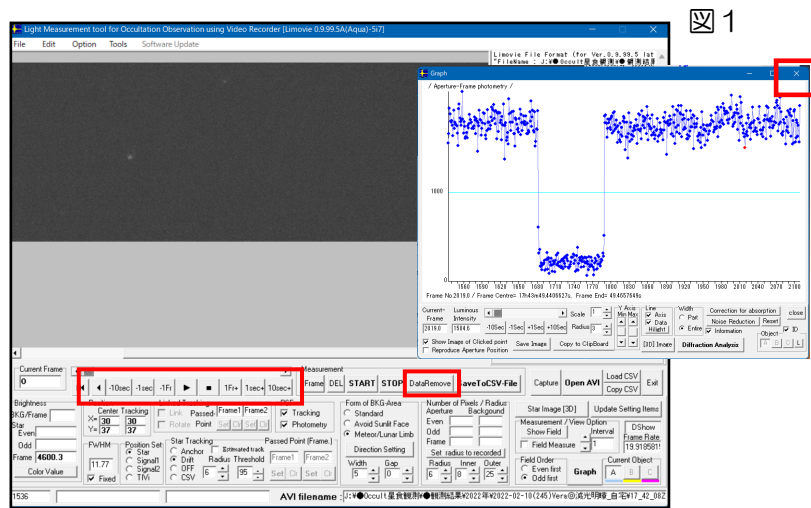


図1

グラフの縦軸は光量カウント値、横軸はフレーム番号である。減光の有無、時刻（減光開始・復光）とフレーム番号、pps発光の終了と開始時刻、グラフの特徴を把握しメモする。

(2) グラフを作り直し、再確認したい場合

① 図2右上の図をクリックすると、グラフが消える。

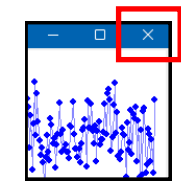


図2

② 「Data Remove」をクリックし、テキスト情報を消す(図3)。

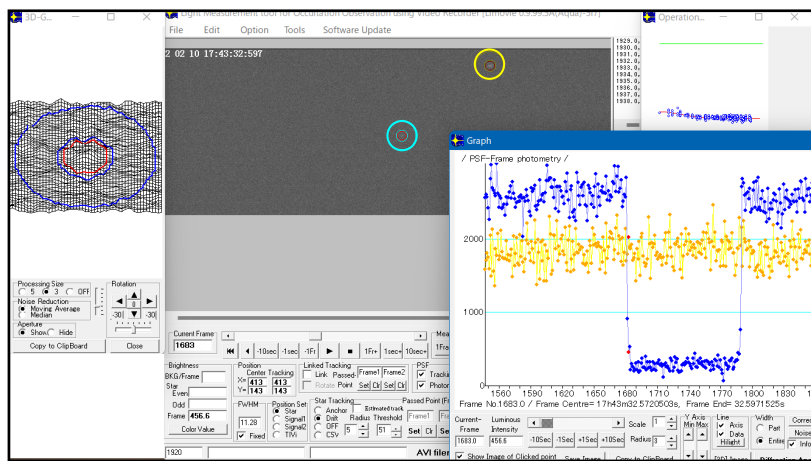


図3

③ スライダーで、計測開始時刻へ戻し、Startで解析開始。

画面を「スクリーンショット」で記録する。

図4



(1) 対象星・比較星が画面上のどの星であるかを明確化しておくために、解析画面をスクリーンショットして残す。



図5

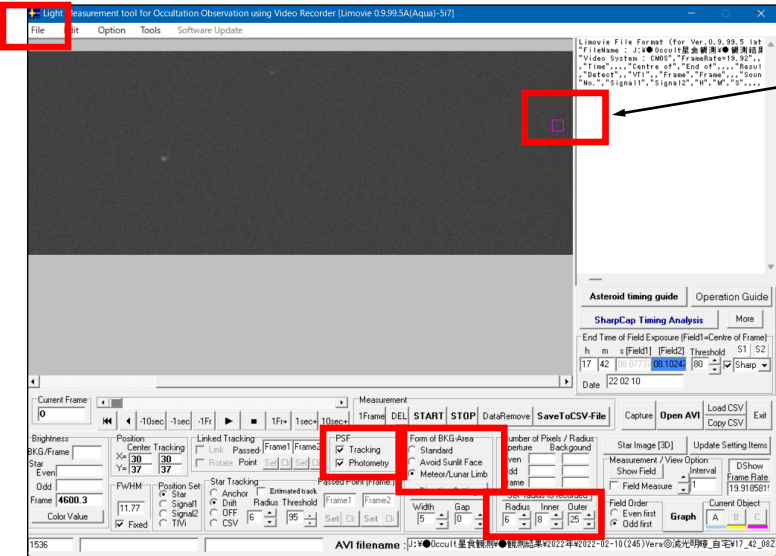
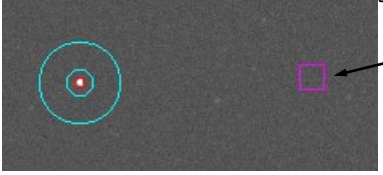


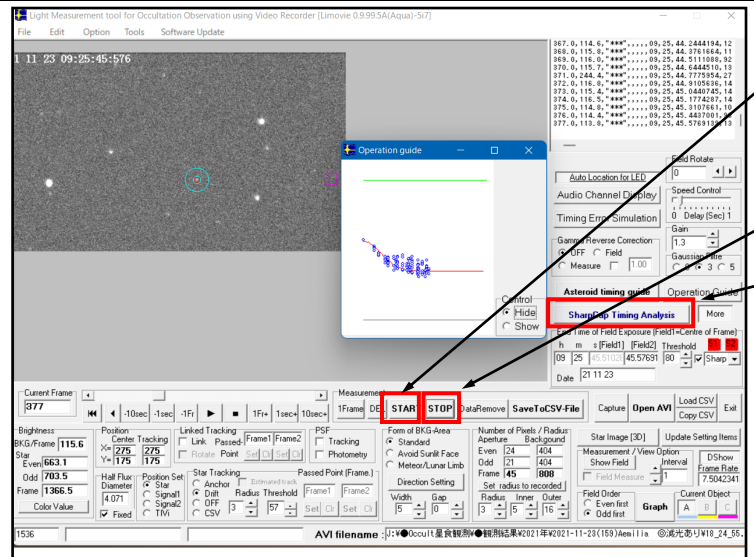
(2) キーボード内の図5「PrintScreen」を押す。

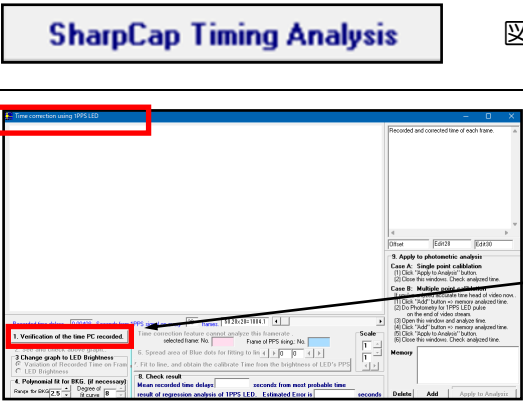
(3) 「ペイント」を立ち上げ、貼り付け後保存する。

保存した画面は、再解析時や他人へ解析依頼するときに等に添付。

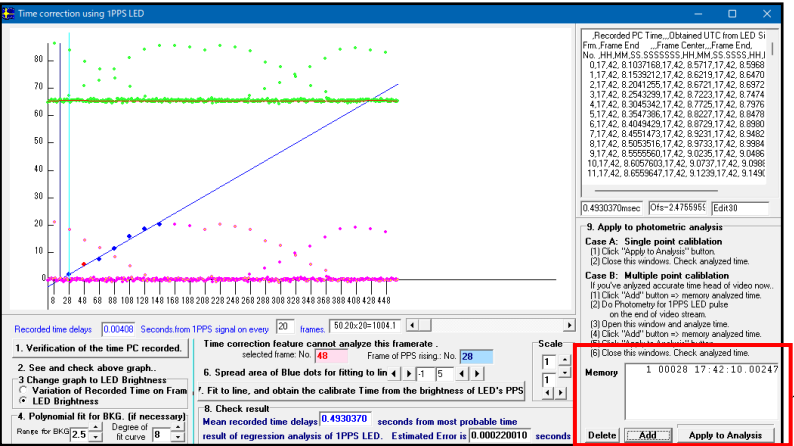
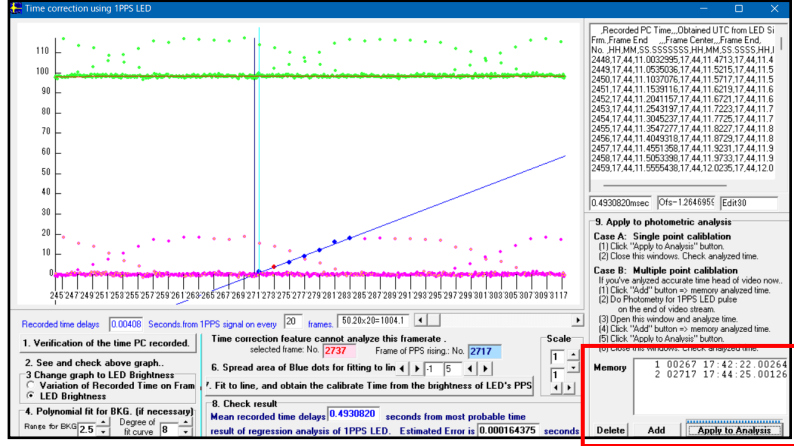
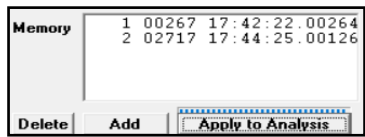
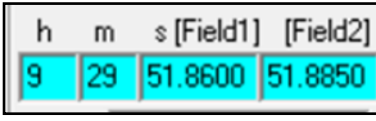
(4) 保存ファイル名は、P25「補足資料」(2) 参照。

§ 2. 本解析へ進む前に、図1~3でこれまでのグラフ類すべてを消す。

Sction	作業step	補足事項
<p>§ 2 本解析</p> <p>-1 時刻補正を行う（前段）</p>	<p>次に、タイムスタンプ時刻（観測動画左上）をpps発光と対比させ、正しい時刻との補正量を求める。</p>  <p>図1</p>  <p>図2</p> <p>詳細はP6と同じ要領。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>対象星をクリックし、       <ol style="list-style-type: none"> <li>Standard（青色円）</li> <li>3つの円のサイズ</li> </ol> </li> <li>右端のpps測光用□確認。</li> <li>スライダーで開始時刻へ</li> <li>必要に応じMoreの操作</li> </ol> <p>のあと、「Start」をクリックしppsタイミング測光を開始する。</p> <p>30~50秒計測したら「STOP」で停止する。</p>  <p>図4</p> <p>「SharpCap Timing Analysis」を押す。</p>  <p>図5</p>  <p>図3</p>	<p>比較星を含めて作業する。</p> <p>対象星を左クリックすると測光領域に加えて、右端にピンク色の四角が出てくる（図2）。</p> <p>これは、pps発光を検出する場所で、Limovie画面上の対象星から水平に右端にある。この位置は自動設定だが、偶然そこに別な星があり重なって邪魔な場合は、フルメニュー→Option→Measurement Optionで、□位置を水平方向に移動できる。「P26補足資料2」参照。</p> <p>なお図2の事例（標準）では対象星そのものを確定しているが、Limovie原理上は星がない場所であってもpps測光は可能。</p>

Section	作業step	補足事項
<p>§ 2 本解析 -1 時刻補正を行う (前段)</p> <p>P4図3 参照</p>	<p>これを押すと、新しいwindow (図2) が出てくる。左上にwindow名があり、「Time correcting using 1pps LED」となっていることを確認する。</p> <p>左下の「1.Verification of the time PC recorded」を押すと、図4a/4bの様なグラフが出てくる。</p>  <p>図1</p> <p>図2</p> <p>図3</p>	<p>図4a/4bを見ると、青い点が水平に一致したものもあれば、バラついた事例もある。この散らばりは、正秒 (pps発光) に対するフレーム時刻の誤差を示している。</p> <p>PC時刻をGPSに同期させたので、タイムスタンプ時刻は正確な時刻と信じたいが、PCの内部処理による遅れや変動が内在する。</p> <p>Limovieでは、この誤差を把握・補正するため、カメラ前からGPSのLED発光信号 (正秒で立ち上がったpps) を録り込む方法を採用している。</p>
	<p>図4 a</p> <p>図4 b</p> <p>図4</p> <p>図5</p> <p>図6</p>	<p>斜めに表れた事例。 図6</p> <p>“コマ落ち”が発生し前詰めされたもの。PCの処理能力にもよるが、20msecなどの高速シャッターでは起こり易い。防止策は発生させないことで、事前にテスト撮影およびLimovie解析で、コマ落ち (Frame Drop) がないことを確認しておく。</p> <p>(P27に関連記載あり)</p>
	<p>図5の「LED Brightness」のボタンをONすると、P14図1の画像が出てくる。</p>	

Section	作業step	補足事項
<p>§ 2</p> <p>-1時刻補正を行う（前段）</p> <p>ビデオ画像のバックグラウンドレベル （ピクセル飽和値ではない。P7図7と同じ緑線だが役割が異なる）</p> <p>明るさが微妙に変化している場合もあるが、どのフレームでもこれがゼロになるように補正したものが下のピンク傾斜点となる。</p>	<p>ppsタイミンググラフは、様々な形ができる（図1）。その中で「塗りつぶされた」ピンク点」が上がる（または下がる）傾斜を探す。 （ピンク点の連なりは数点~10点くらいと様々だが、できるだけ多く傾斜点があることが望まれる。因みに白抜きのピンク点は、ppsが消えたタイミングであり、この機能の対象外なので使わない）</p> <p>図2a</p> <p>図1</p> <p>こちらは白抜きピンク点の列</p> <p>塗りつぶされたピンク点の列</p> <p>図3</p> <p>6. Spread area of Blue dots for fitting to line ◀ ▶ -1 1 ▶▶</p> <p>(1)塗りつぶされたピンク点」の、下から2~3番目を左クリックする（図1）と、やや大きい赤点になる。</p> <p>(2)それを基準に図3◀で1~2下へ、▶で右上数個をクリック。青点の傾斜列を作る。注意点として、最上位やゼロ位（ノイズレベル）のピンク点は青点にしない。</p> <p>図4</p> <p>図5</p> <p>縦線の説明</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>水色：タイムスタンプ時刻</li> <li>黒線：補正時刻</li> </ul> <p>図6</p> <p>7. Fit to line, and obtain the calibrate Time from the brightness of LED's PPS</p> <p>次に、図6の「Fit to line, and obtain the calibrate Time from the brightness of LED's pps」を押す。</p> <p>すると選択された青点での近似直線が描かれ、縦黒線および補正された時刻ラインが表示される。</p> <p>その時刻差は、同時に「Recorded time delays」としてここへ表示される。</p> <p>pps(UTC)に対するタイムスタンプの平均遅れ。「0.5sec以下」を確認。</p> <p>図7</p> <p>注意：「0.5sec以下」が重要。しかし数値は、SharpCapのTimeStamp時刻がppsとどれだけずれているかを示しているだけで、もしGPS受信が誤った時刻をPCへ与えていれば、その時点で正しい観測時刻ではないことになる。</p>	

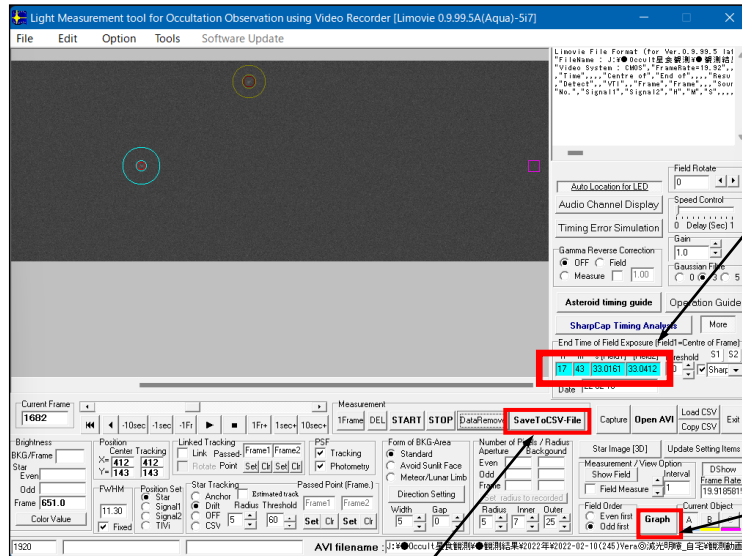
Section	作業step	補足事項
§ 2-本解析 1. 時刻補正を行う (前段)	 <p>「Add」を押し、上の「memory」部 (図3)にデータを入れる。</p> <p>図2</p> <p>図3</p> <p>前段の時刻補正データが、記録された。</p>	<p>これで、前段部の時刻補正值は求められた。</p> <p>P11の図1~3を参考に、「Data Remove」を押すなどして前段部ppsの関係windowを閉じ、後段部の時刻補正を準備。</p>
§ 2-本解析 2. 時刻補正を行う (後段)	 <p>後段のpps測光開始時刻へ合わせ、同様の作業を繰返す。</p> <p>図5</p> <p>図6</p> <p>後段の時刻補正データも、記録された。</p>	<p>P13~14を参考に行う。</p> <p>後段のpps測光が終わったら、図5「Add」を再び押す。図6のように2つ目のデータが入る。</p> <p>図7の後、図4ウィンドウの右上にある図をクリックし閉じる。</p>
	 <p>図7</p>  <p>図8</p> <p>最後に図7「Apply to Analysis」を押す。青色のプログレスバーが右端まで到達すれば、時刻補正がすべて完了。</p> <p>同時に時刻表示領域が水色(Aqua)に変わること確認できる(図8)。</p>	<p>図8の[Field1]と[Field2]は、そのフレームにおける補正された中央時刻と、終了時刻である。</p>
<p>グラフ・解析されたテキストデータを、右上図ですべて消す(時刻補正結果は、すでに記憶されている)。</p>		

Section

作業step

補足事項

§ 2本解析  
3. 測光グラフ  
を作る



SaveToCSV-File 図2

図1

水色（補正後の時刻）を確認

- (1) P5予備解析と同様、対象星・比較星を選択し本解析を準備する。
- (2) スライダーにより、減光開始時刻の10秒くらい前へ戻す。
- (3) 「START」をクリックし測光を開始する。
- (4) 復光後10秒くらい過ぎて停止。
- (5) 図3「Graph」を押し確認。

Graph 図3

- (6) 図2「Save to・・・」で、TextデータをCSVファイルで保存。

現象時刻等は、予備解析段階で把握できているので、比較星まで対象とするかは必要に応じ判断。

時刻補正した後で、比較星を入れた対象星の本測光を行おうとすると、比較星の測光エリア（黄色リング）が表示されないことがある。

この対処法としては、P6（予備測光段階）で対象星と比較星の両方を同時に測光しておくとうい。

保存名は、P25参照

再計測されたグラフが表示される。



Save Image 図5

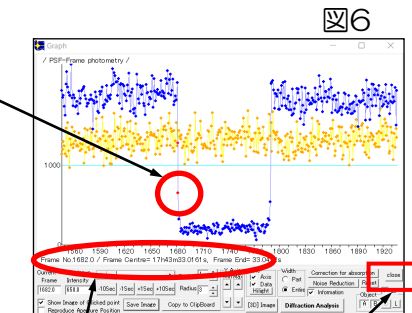
図4

- (1) 対象星と比較星のグラフを表示
- (2) 出てきたグラフの減光部（落込み）の、下から25%付近の青ポイントをクリックし赤丸にする（図6）。

- (3) 図5「Save Image」で、このグラフを保存する。

保存名は、P25参照

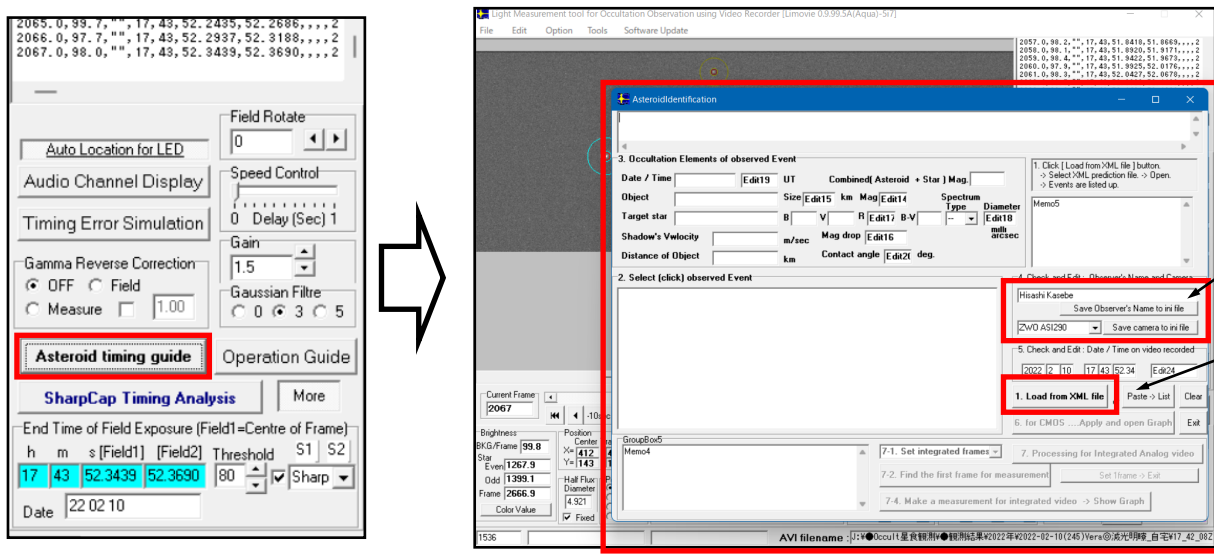
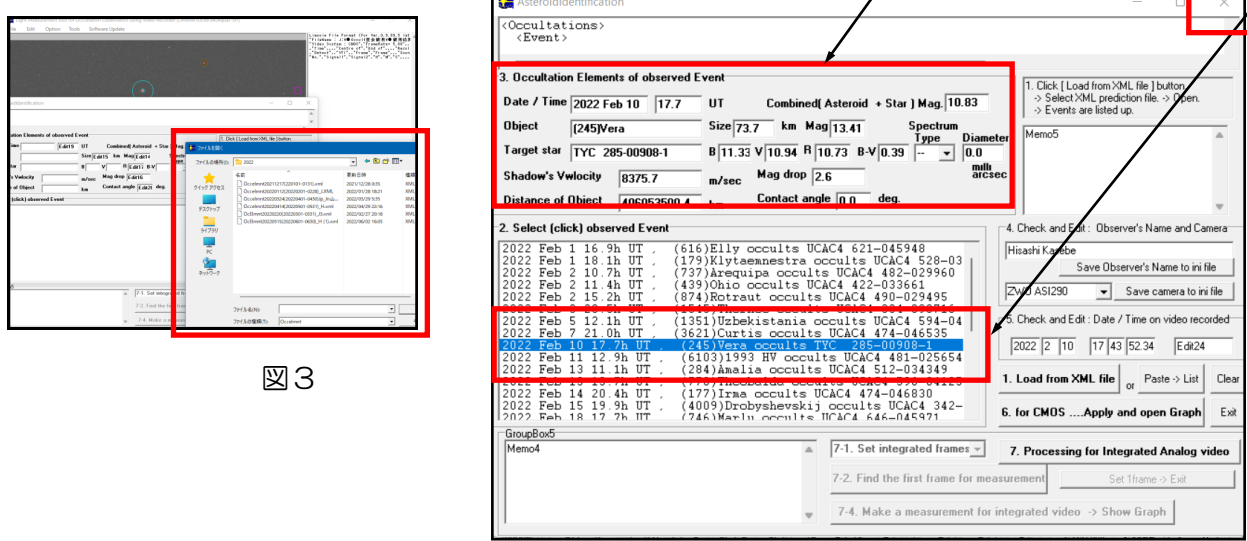
- (4) 図7「Close」でグラフ消す。

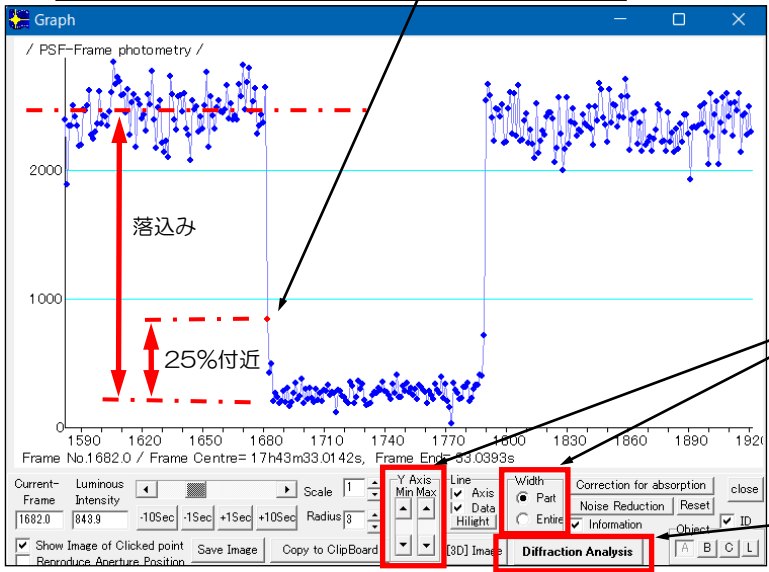

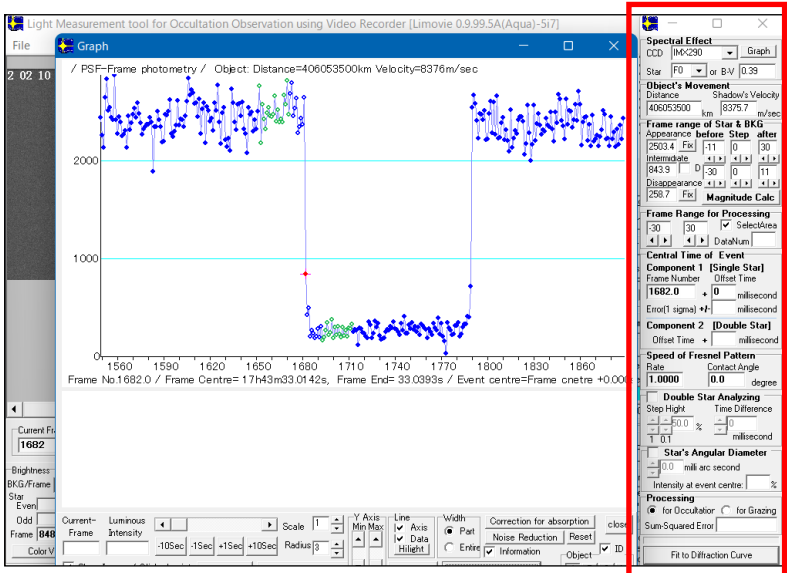
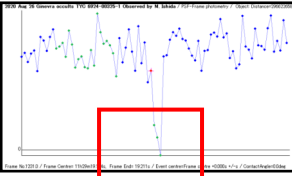
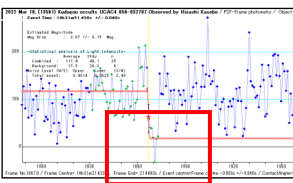
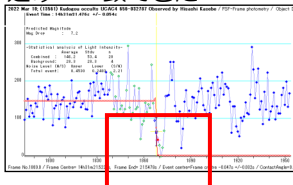
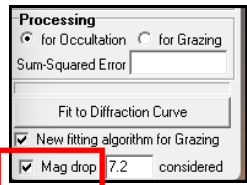
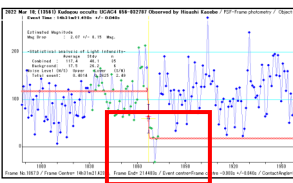
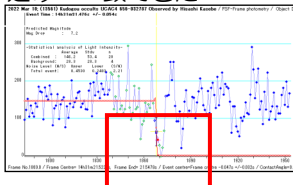
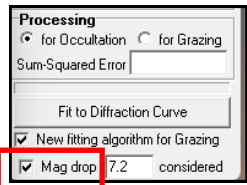


close 図7

このグラフに表示された時刻は補正済みなので、公表できるものである。但し正式に扱う場合は誤差も添えること。



Section	作業step	補足事項
<p>§ 2-本解析</p> <p>3. 測光グラフを作る</p>	<p>「Asteroid Timing Guide」をクリックすると、「Asteroidal Identification」 windowが開く。</p>  <p>図1</p> <p>図2</p>	<p>事前にOccult4により抽出された、掩蔽情報XMLファイルが準備されていること。</p> <p>観測者名とカメラ名</p> <p>初回は手入力。Saveをクリックすると、2回目以降は記憶されている。</p> <p>「Load from XLM file」をクリックすると、フォルダーが開く。(図3)</p> <p>(1)フォルダーの中から、当該現象のXMLファイルを探し出す。</p> <p>(2)XMLファイルが見つかったら、それを選択する。</p> <p>(3)図2ヘデータ転記される。</p> <p>(4)右上☒でウィンドウを閉じる</p>
	<p>XMLファイルを読み込む</p>  <p>図3</p> <p>図4</p>	<p>XMLファイルの入手は2方法あり。</p> <p>①早水勉氏HP(P23)「IOTAの改良予報」「Detail Info」最下部「occelment file for Occult」のXMLファイルから。</p> <p>②Occult4で抽出する各現象のXMLファイル。</p> <p>XMLファイルがなければ、手入力する(方法はP32参照)。</p>

Section	作業step	補足事項
<p>§ 2- 3. 測光グラフを作る</p>	<p>落ち込み幅の、下から25%付近の青点を選択し赤点に 図1</p>  <p>(1) グラフを読み出す。  (2) 比較星のグラフは、右下のB～Cボタンで非表示にする。  (3) 減光フレーム付近の青点（落ち込みレベル25%付近）を赤点にする。減光（復光）フィッティング計算の目印となる。  グラフが複雑で読みとりにくい場合は、「Width/Y Axis」で適宜拡大し確認する。  (4) 落ち込み途中に青点がまったくない場合は、減光寸前/減光直後のポイントでもよい。</p> <p>「Diffraction Analysis」を押すと、「回折シミュレーション」ウィンドウ(図3)が開く。</p>	<p>グラフが出ていない場合は、図2をクリック。</p>  <p>グラフは対象星「A」のみ。</p> <p>赤点は、通常減光時の25%あたりまで落ち込んだポイントにするが、青点がない場合はその前後で近いものを選ぶ。</p> <p>25%の説明は、P26補足資料4. を参照。</p>
<p>§ 2 -4. グラフと時刻のフィッティング</p>	 <p>まれに使う手法ですが・・・。</p> <p>図4aのような減光時間が数フレーム（ゼロに近い）の場合は、フィッティングの落ち込みが不十分になることがある(図4b)。これを避けるため「Fit to Diffraction Curve」を押す前に、図5の「<input type="checkbox"/> Mag Drop」にチェックを入れると、測光した減光域の値を無視して回折シミュレーション合わせたグラフが作られる(図4c)。</p>    	<p>十分落ち込んでいない事例</p>  <p>図4 b</p> <p>Mag. Drop効果で、本来の落ち込みへ一致できた</p>  <p>図4 c</p>  <p>図5</p> <p>P26-3項に、関連記載あり</p>