

太陽の直径測定

— 解析状況と今後の展望 —

相馬 充 (国立天文台)

日食情報センター主催「皆既日食報告会」

2013年2月16日

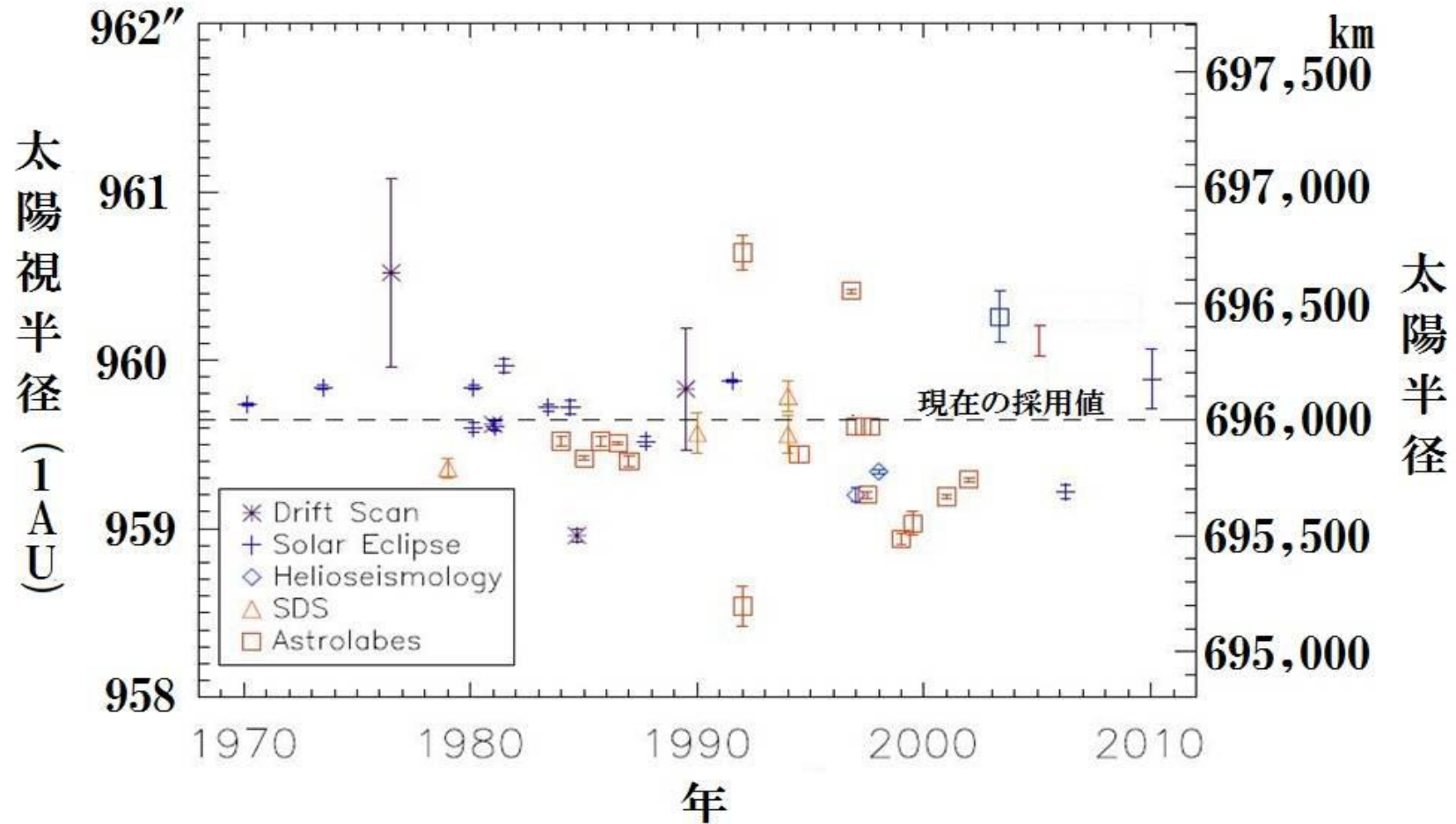
太陽の半径 (IAU採用値)

696,000 km

A. Auwers (ドイツ) が1891年に発表した
視半径 $15'59''.63 \pm 0''.05$ (at 1 AU),
半径に換算して $695,989 \text{ km} \pm 36 \text{ km}$
による

(A. Auwers, 1891, “Der Sonnendurchmesser und der
Venusdurchmesser nach den Beobachtungen an den
Heliometern der deutschen Venus-Expeditionen”,
Astronomische Nachrichten, **128**, p.367)

太陽半径の測定値 (Emilio他の2012年の論文より)



IAU: 696,000 km

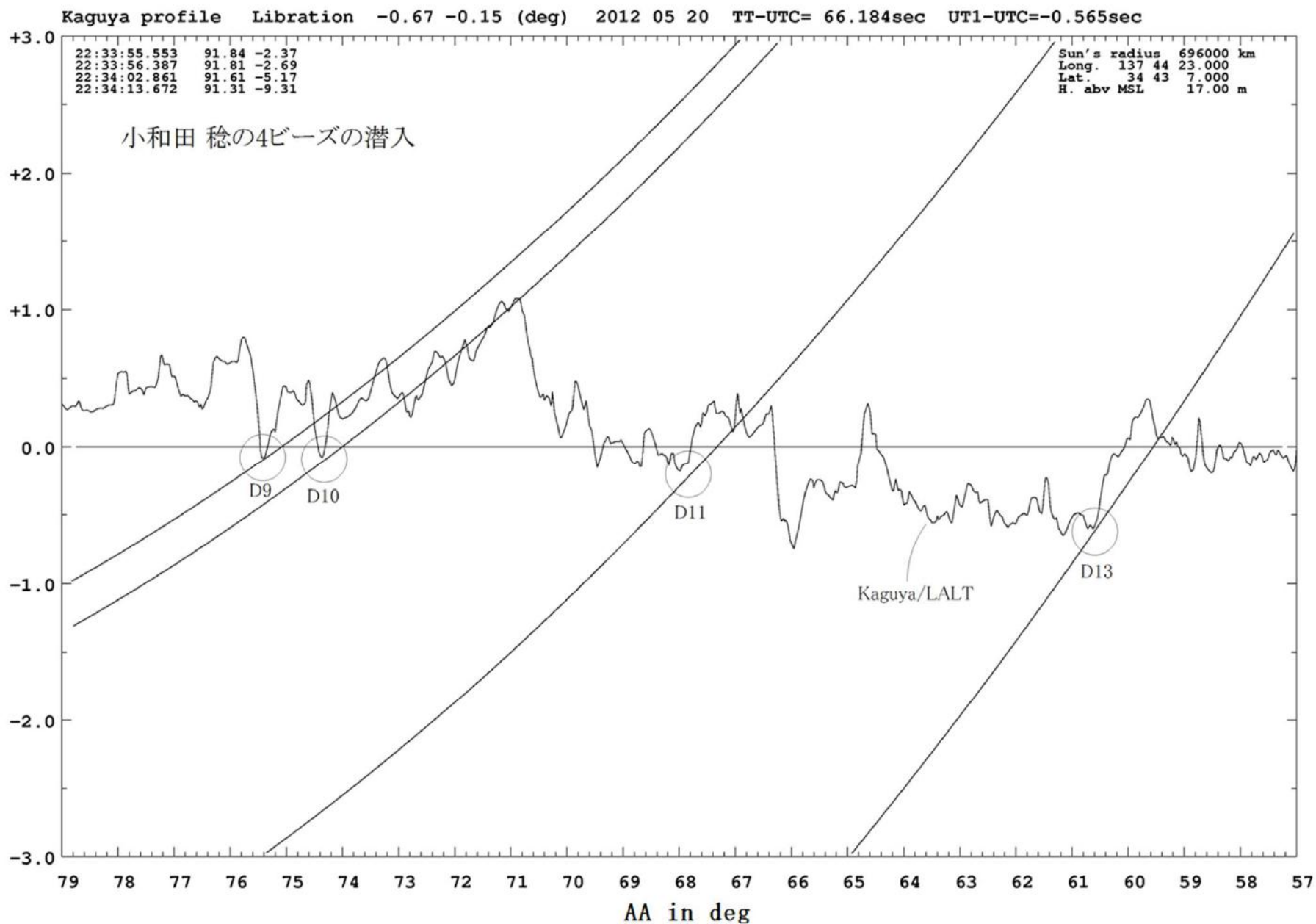
NASA Solar System Exploration: 695,508 km

金環日食限界線共同観測プロジェクト

チームB

- 17地点で合計120を超える
ベイリービーズの明滅をビデオ観測
- 「かぐや」の月面地形データで解析
- 3地点のビデオの合計41個のビーズ
太陽半径 $696,019\text{km} \pm 10\text{km}$
(ベイリービーズの明滅による暫定値)

0-Cの小さい小和田稔氏の結果の一部



代表者	数	半径補正		代表者	数	半径補正	
		km	km			km	km
比嘉義裕	7	+ 17	± 35	宮下和久 [#]	5	-767	± 26
小和田稔	17	+ 11	± 12	渡辺裕之 [*]	2	-156	± 35
高村裕三朗	17	+ 28	± 16	洞口俊博 [*]	6	-477	± 78
山村秀人	12	+ 12	± 19	谷川智康	6	-116	± 49
赤津芳春	12	- 10	± 20	佐藤 信	1	- 58	
外村 一	5	- 15	± 22	渡辺文雄 [‡]	3	-221	± 63
岸本 浩	9	- 30	± 15	渡部勇人 [*]	2	- 48	± 70
松井 聡	5	- 13	± 34	富岡啓行	5	+131	± 33
大西浩次 [†]	1	- 20					

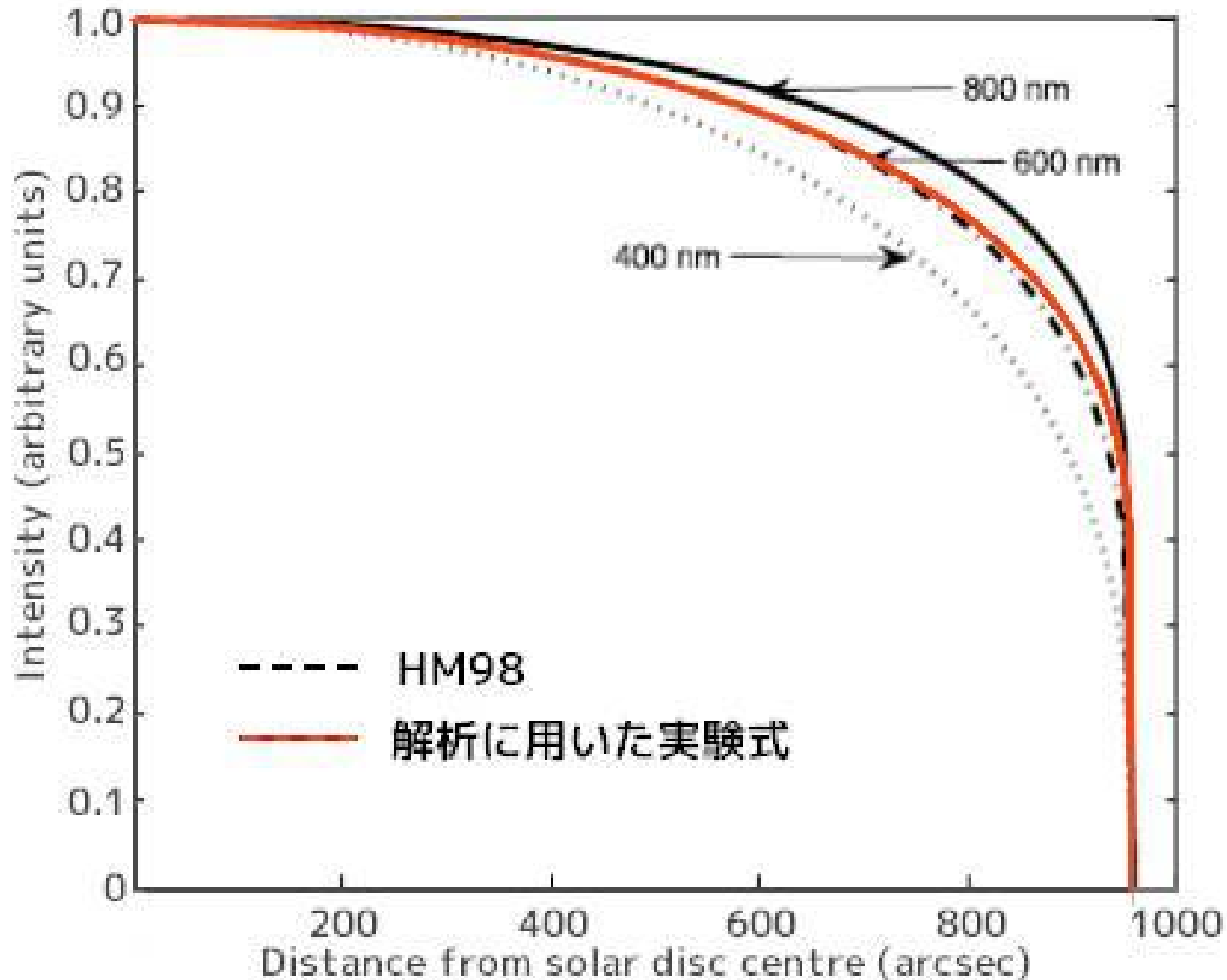
*輝度低 †雲多し ‡ドリフトあり #緑色フィルター使用

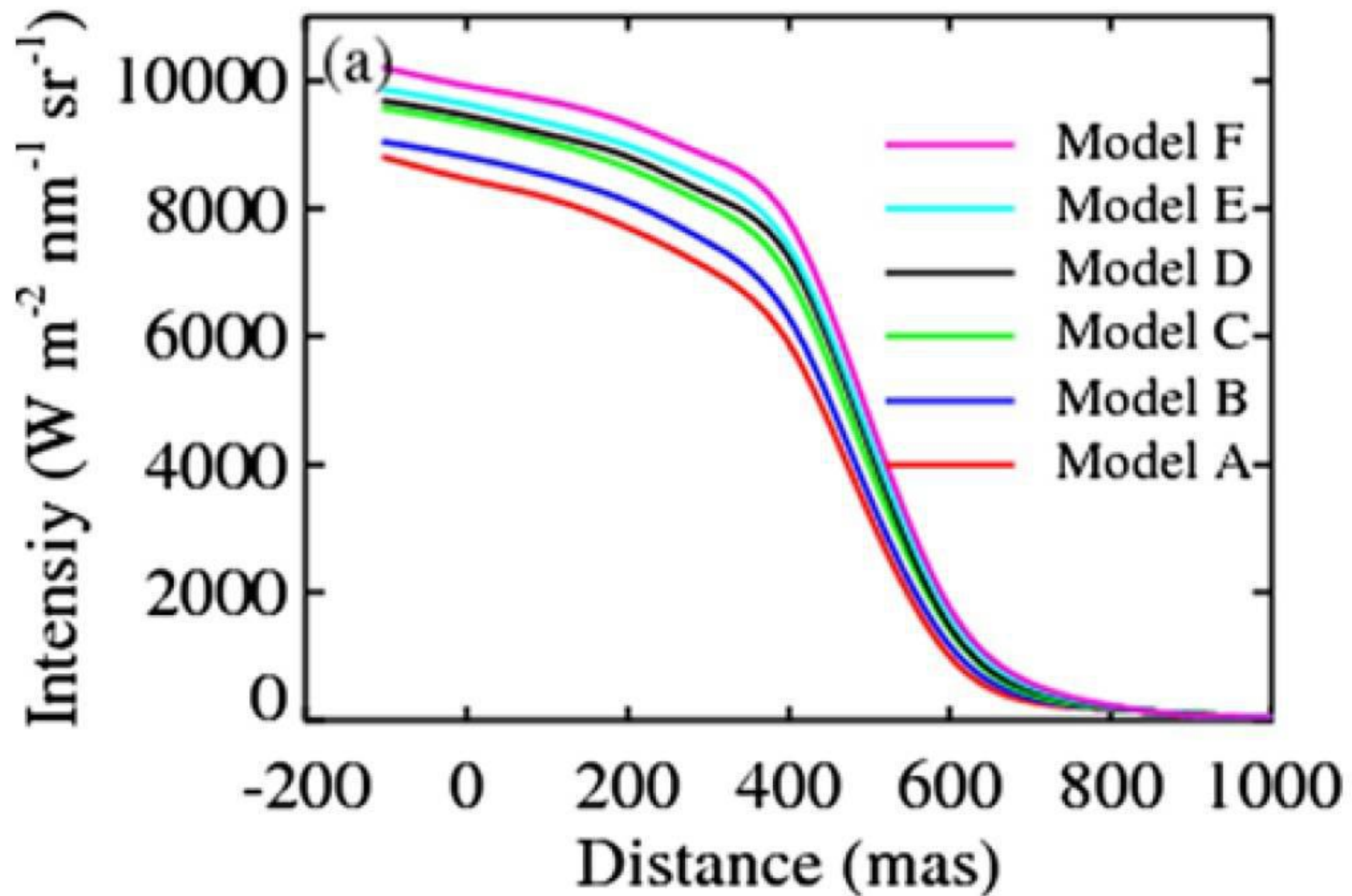
太陽の縁とはどこか？

太陽の視半径 約960"

その中で最外縁部の
約0.2" で輝度が急激に低下

ビデオ測光ソフトLimovieを用いて太陽の輝度を測定しフィットする実験式を作成 (宮下和久)





Limb shape at 550 nm (Thuillier et al. 2011)

太陽の縁とはどこか？

中央の輝度を1.0としたとき

外縁部で輝度0.3程度から

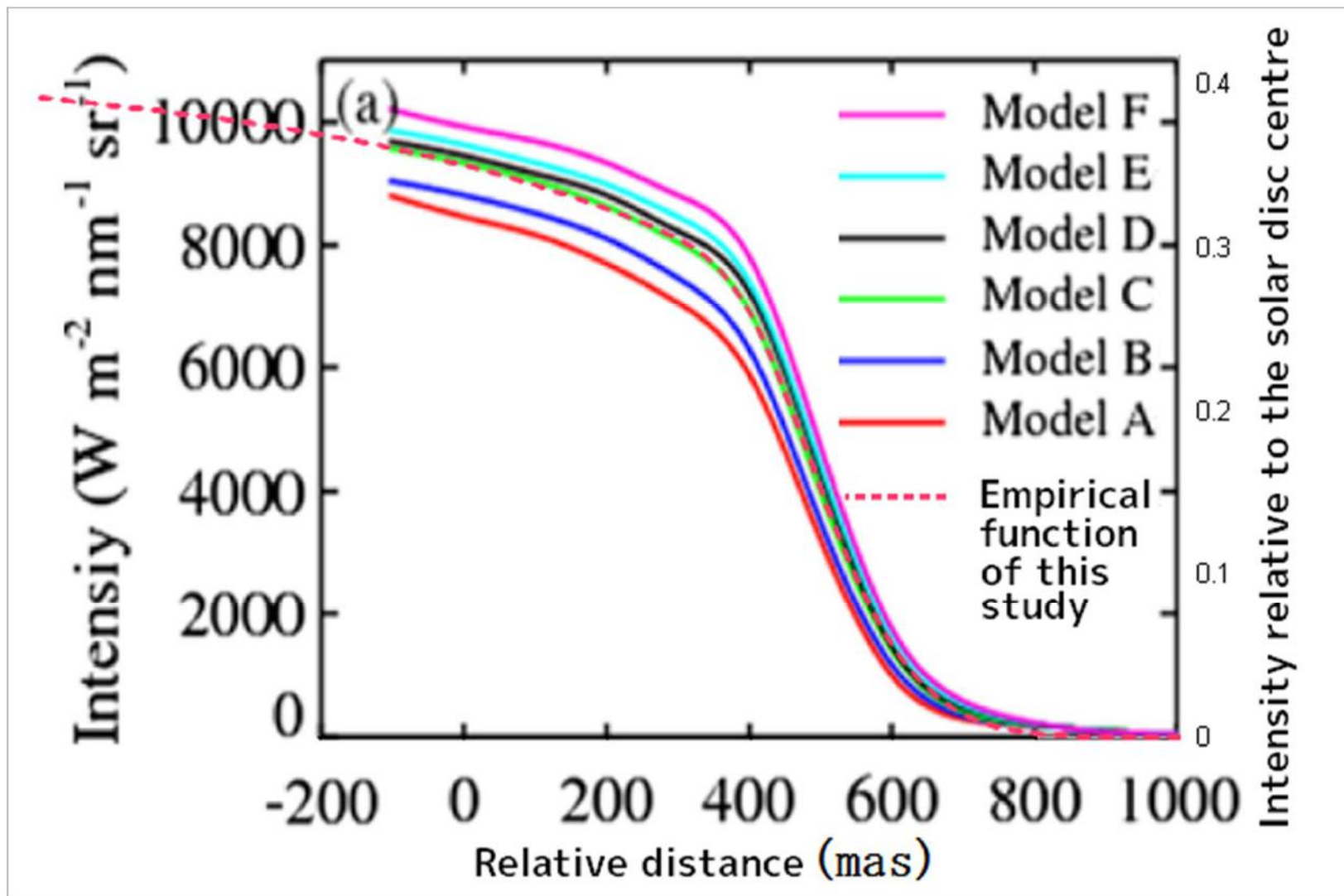
急激にほぼゼロに落ちる.

その間の変曲点(変化率最大)を

太陽の縁と定義する.

変曲点は輝度0.2程度のところで

多くのビデオのダイナミックレンジ内



$$I(\mu) = I(0) \left(1 - u(1 - \mu^a)\right) \left(1 - e^{-\frac{\mu^2}{2\sigma^2}}\right) \left(1 - b e^{-c(\mu-d)}\right)$$

($\mu = \cos \theta$, 縁で $\theta = 0^\circ$)

星食観測用ビデオ測光ソフトLimovie (宮下和久)

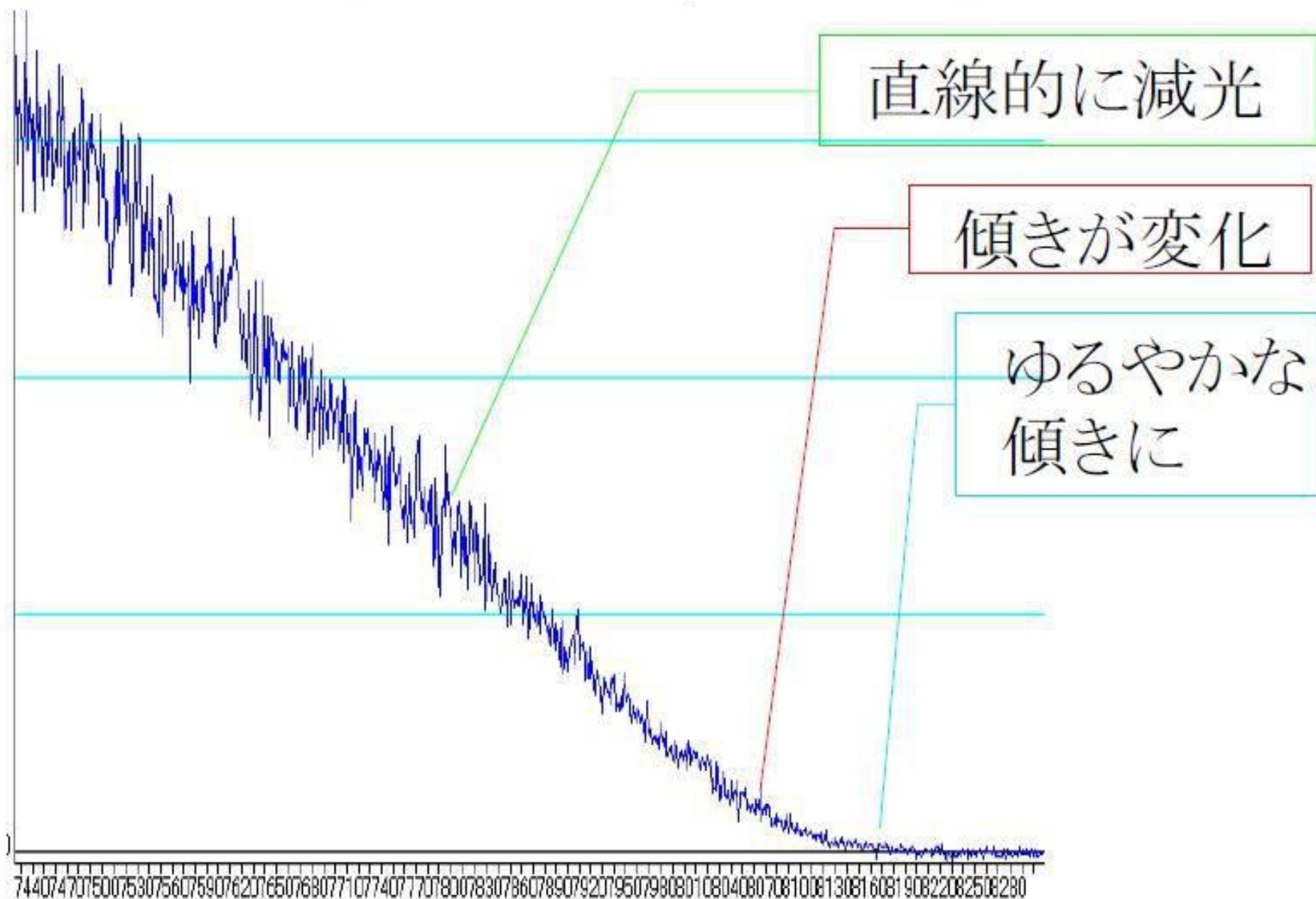
The screenshot displays the Limovie software interface, titled "Light Measurement tool for Occultation bservation using Video Recorder [Limovie 0.9.97.3hP14]". The main window shows a video frame of an eclipse with a bright arc and a central object. The date and time "12/05/21 07:30:35.72" are overlaid on the video. A green and red tracking box is centered on the object.

The interface includes a menu bar (File, Edit, Option, Tools, Software Update) and a toolbar with buttons for navigation and measurement. The bottom section contains several control panels:

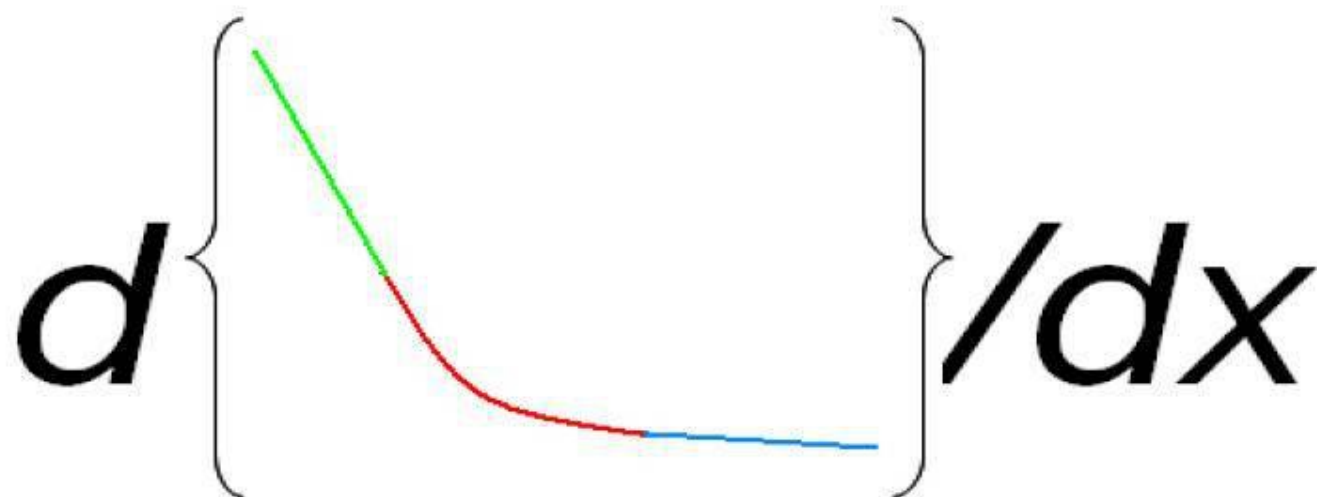
- Measurement Value:** BKG/Frame 14.9, Star Even 15027.5, Odd 15895.0, Frame 30922.6, Color Value.
- Position Center Tracking:** X=232, Y=306.
- Linked Tracking:** Frame1, Frame2, Point, Sel, Clr.
- PSF:** Tracking, Photometry.
- Form of BKG Area:** Standard, Avoid Sunlit Face, Meteor/Lunar Limb.
- Number of Pixels / Radius:** Even 441, Odd 436, Frame 877, Aperture 320, 316, 636.
- Star Image [3D]:** Update Setting Items, DShow, Interval, Frame Rate 29.97.
- Measurement / View Option:** Show Field, Field Measure, Graph.
- Field Order:** Even first, Odd first.
- Current Object:** A, B, C.

The right panel shows the "Limovie File Format" settings, including File Name, Video System (NTSC), Frame Rate (29.97), and various detection and signal parameters.

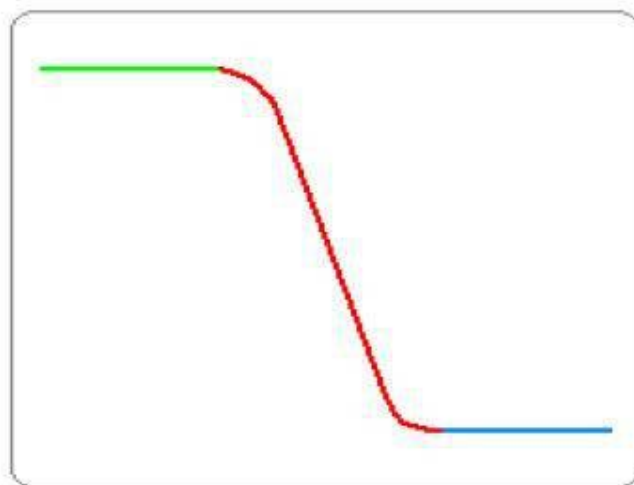
～得られた光量変化(日食曲線)の特徴～



日食曲線を微分すると...

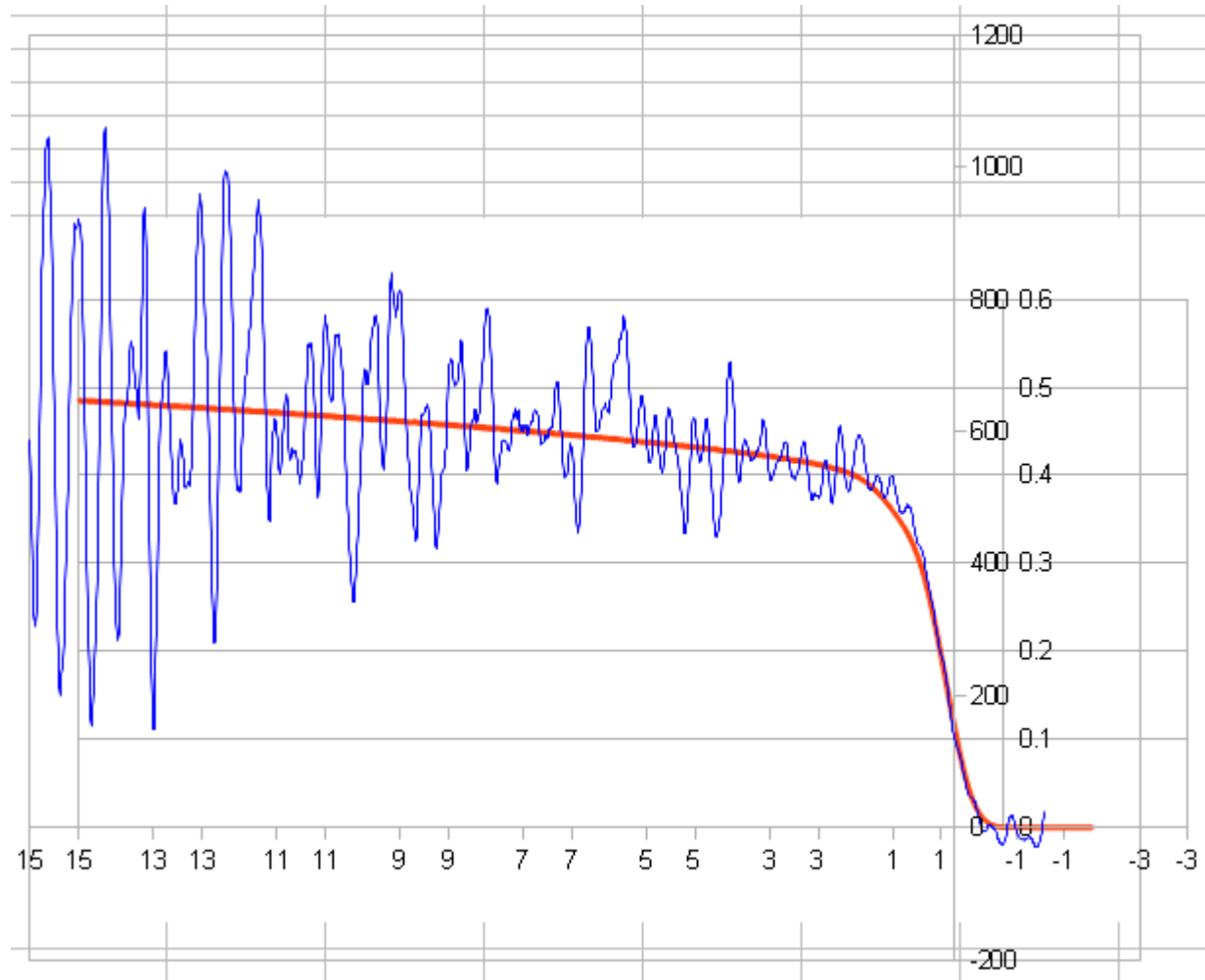


=



光強度曲線に

渡部勇人氏のビーズの光量変化の微分のグラフ



赤線は月縁を考慮して
モデルから計算される曲線

太陽最外縁部の輝度分布と月縁地形を元にして，観測された多数のビーズについて日食曲線を解析し，輝度分布の変曲点に基づく太陽半径を決定する

一宮高校観測のビデオの解析結果

AA(deg.) Offset(arcsec)

122	+0.211
131	+0.183
141	+0.183
156	+0.218
195	+0.212
205	+0.126
212	+0.145
222	+0.190

Average: +0.184 arcsec
STDV : 0.033 arcsec

太陽直径測定用ビデオ観測の方法

(宮下和久さんのアドバイス)

0. 望遠鏡の焦点距離: 600mm ~ 700mm

1. ビーズの消える(現れる)瞬間のみではない
限界線付近で40秒間, それ以外でも10秒間

(1)赤道儀の極軸を可能な限り正確に

(2)ビーズ観測中コントローラの方角調整不可

(3)ビーズが消えたように見えても観測続行

2. 暗い太陽縁の光量が測定対象

3. CCDが受けた光量とビデオ記録をリニアに

ガンマ補正もAGCもOFF ($\gamma=1.0$, Manual Gain)

4. 迷光対策を十分に

鏡筒内反射はノイズの原因になる

5. S/Nの向上のためにピントを正確に

6. 視野の向き(鏡筒の回転)は重要でない

北を上にする必要はない.

多くのビーズを画面内に;位置を安定させる

7. 減光にはNDフィルター(またはバーダープラネタリウムのアストロソーラーフィルター)

8. 観測地の経緯度はGPSビデオタイムイン

サータの表示から

ビデオタイムインサータの扱いに慣れておく