

# Kaksoistähtitutkimusta täpläinterferometrialla

S.Lehti

Laitepäivät 21.3.2026

# Avaruus.fi/Harrastustapahtumat ...

● VeikkoM

Ylläpitäjä



Rinnakkaisuniversumi

Viestit: 1,498



Sijainti: Helsinki

Kirjattu

📅 12.01.2026, 23:17:20

I am writing to invite members of your society, especially amateur astronomers and students, to participate in the /Maui Astronomy Research Seminar, a hybrid Zoom/Maui in-person research team of amateur astronomers, college students, and professional instructors that is discovering new binary stars. The seminar consists of six one-hour evening Zoom sessions followed by a three-day in-person research workshop February 21-23, 2026, in Maui, Hawaii, that includes a tour of Haleakalā summit telescopes. Participants will analyze original speckle interferometry observations of /Gaia/ two-parameter stars obtained at Mt. Wilson Observatory and contribute as coauthors to a peer-reviewed research paper.

I would be grateful if you would share the attached announcement with your members. Registration for the Seminar is through Gila Community College as outlined at the very end of the announcement. I've also attached a paper about to be sent off for publication that describes our overall research program. I would also be happy to answer any questions. Members of your society would be most welcome to join us.

With best regards,

Russ

-----  
Russell M. Genet, PhD  
Adjunct Professor of Astronomy  
Payson Campus, Eastern Arizona College  
(805) 438-3305 russmgenet@aol.com <mailto:russmgenet@aol.com>  
-----

📎 26 01 08 Maui Astronomy Research Seminar.pdf  
385.1 kt  
ladattu

📎 26 01 08 Speckle Interferometry of 21 Gaia Two-Parameter Potential Binaries.pdf  
348.84 kt  
ladattu

“ LAINAUS LISÄÄ...

**Veikko Mäkelä**

Kuu ja planeetat, Asteroidit ja komeetat, Tieteellinen yhteistyö, Tietotekniikka sekä Kerho ja yhdistystoiminta -harrastusryhmät

# Maui'26

## Maui Rese Seminar 2

Binary Stars & the Gaia C

Welcome to Maui and  
brings collaborators toge  
and preparation for sub  
to wo

Sat



### University of Hawaii Maui College

Address: 301 W. Ka'ahumana Ave., Kahului, HI 96732

Building: 'Ike Le'a Room: 144 (IKE144)

Days 1 and 2 will be devoted to collaborative work, bringing the Gaia G2P paper to near-final status, with continued review and submission to follow the seminar.

Monday, February 23, 2026



### University of Hawaii - Institute for Astronomy

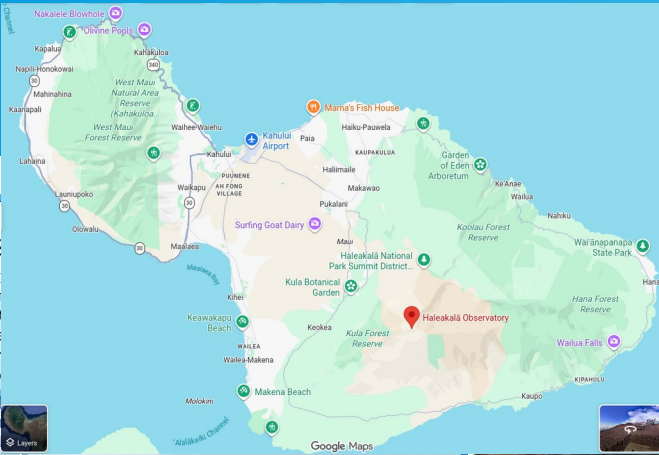
Address: 34 'Ohi'a Kū Street, Pukalani, HI 96768

Day 3 will begin and conclude at the University of Hawaii for Astronomy (IfA), Maui, which will serve as the meeting coordination point before proceeding to the Haleakalā summit observatory visit.

### Haleakalā Summit Research Facilities

Elevation: 10,023 ft

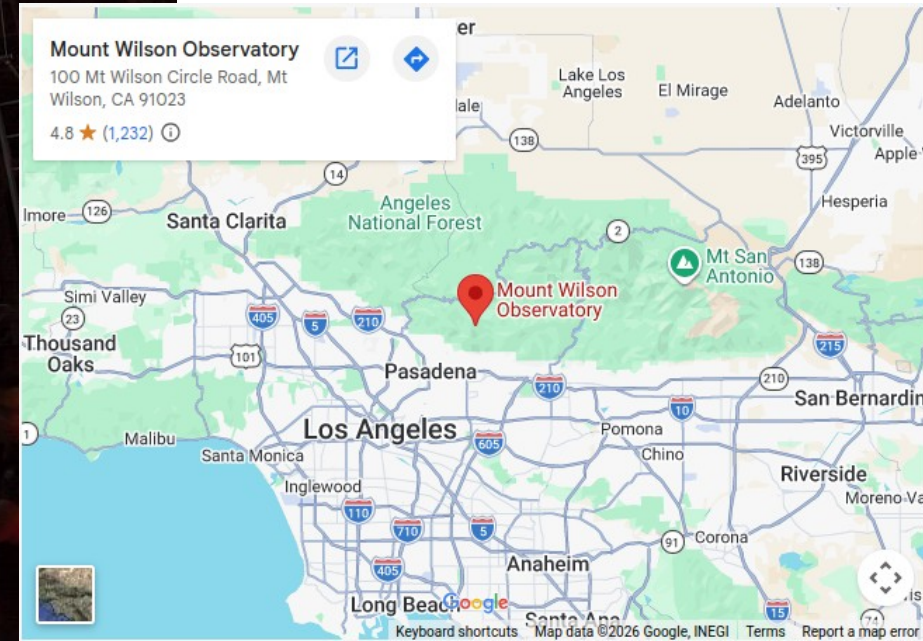
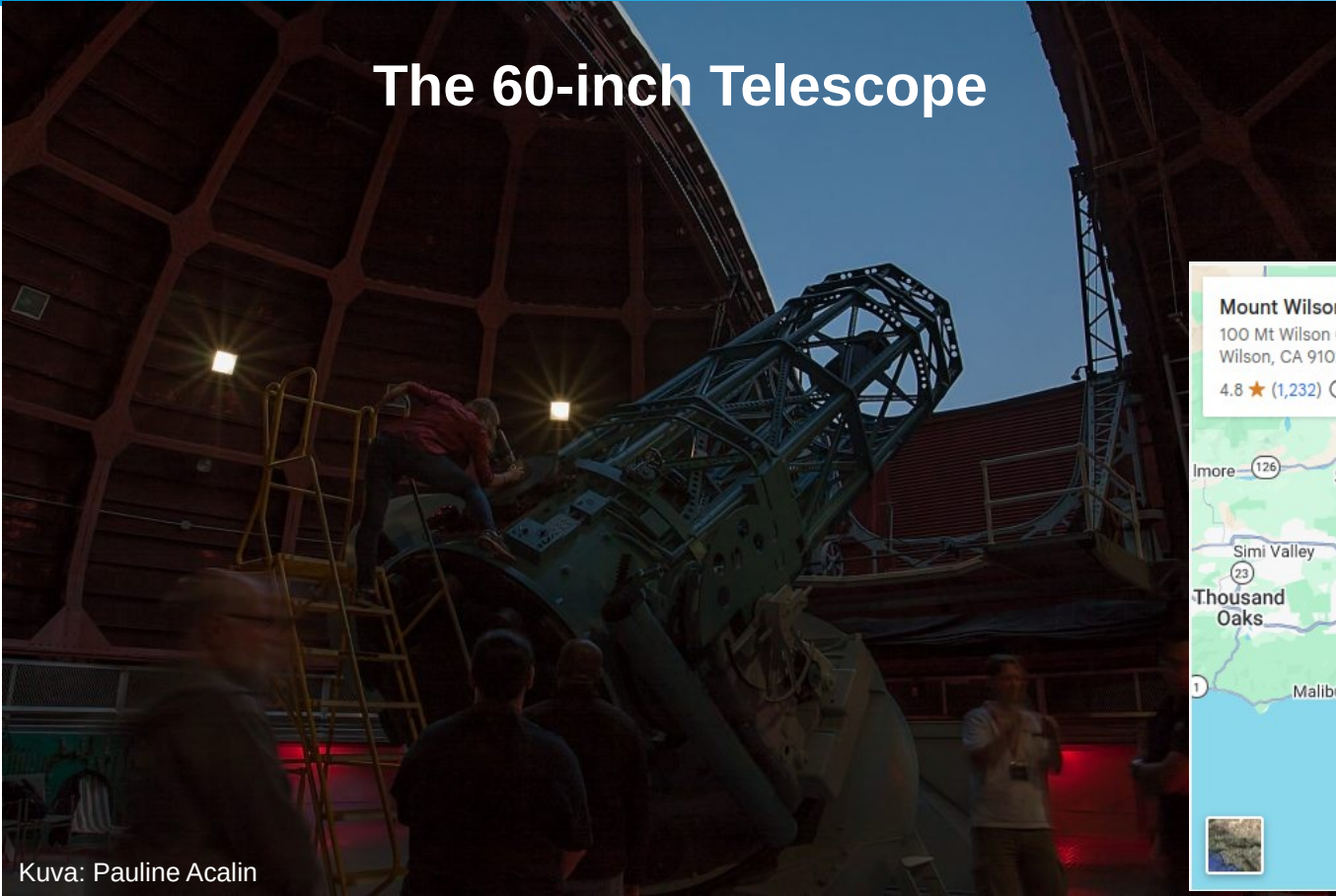
Day 3 continues with a guided technical visit to Haleakalā observatories led by Dr. James (JD) Armstrong, highlighting ground-based facilities including Pan-STARRS in support of Gaia G2P binary star research.



# Mount Wilson Observatory



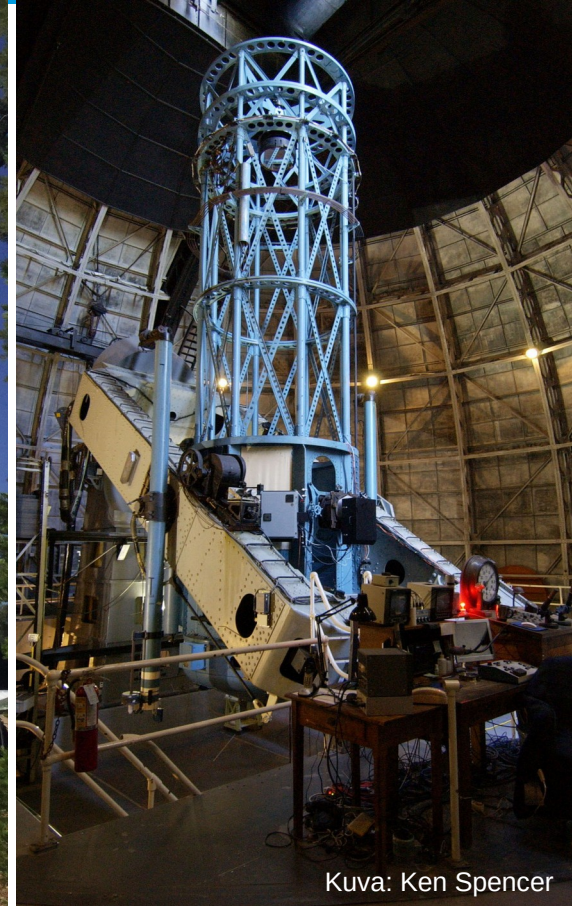
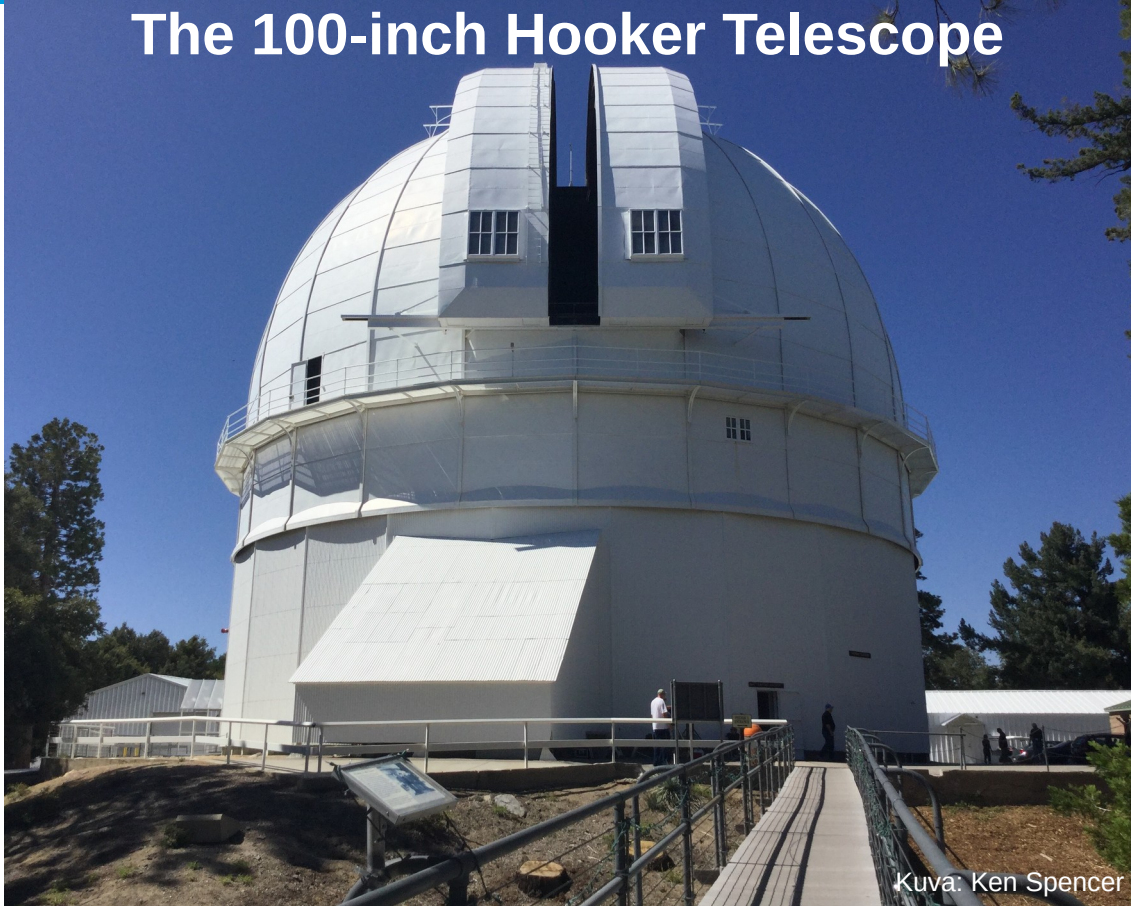
## The 60-inch Telescope



Kuva: Pauline Acalin

# Mount Wilson Observatory

## The 100-inch Hooker Telescope



- Due to the inversion layer that traps warm air and smog over Los Angeles, Mount Wilson has steadier air than any other location in North America, making it ideal for astronomy and in particular for interferometry

# Täpläinterferometrian periaate

- Tähdien valo kulkee turbulentin ilmakehän läpi, valoaalot interferoivat keskenään. Tämä muodostaa satunnaisen, rakeisen kuvion, jota kutsutaan täpläkuviksi.
- Ongelma: pitkällä valotusajalla ilmakehän turbulenssi sumentaa kuvan yhdeksi suttuisaksi kiekoksi.
- Ratkaisu: Otetaan satoja tai tuhansia kuvia niin nopeasti (usein alle 0,01 sekuntia), että ilmakehän väräily ehtii "jäätymään". Jokainen näistä kuvista sisältää kohteen yksityiskohtia, vaikka ne ovatkin pirstoutuneet täpliksi.

# Täpläinterferometriän periaate (2)

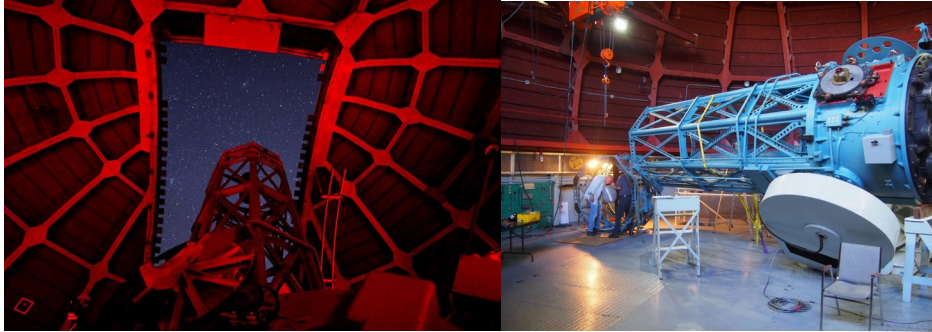
- Täpläkuvia ei pinota, vaan ne analysoidaan **Fourier-muunnoksen** avulla
- Lasketaan jokaisen lyhyen valotuksen tehospektri Fourier-avaruudessa. Tämä valitettavasti hävittää vaiheen, mutta säilyttää tiedon kohteen rakenteesta ja kohteesta.
- Keskiarvoistetaan nämä spektrit, jolloin satunnainen kohina kumoutuu, mutta kohteen korkeat tilataajuudet (yksityiskohdat) säilyvät.
- **Vaihetieto saadaan bispectrum analyysillä. Palauttaa kohteen vaiheen vertailemalla täplien keskinäisiä suhteita**
- **Kun meillä on sekä amplitudi (tehospektristä) että vaihe (rekonstruktioista), voimme suorittaa käänteisen Fourier-muunnoksen.**
- Tämä palauttaa datan takaisin "normaaliksi" kuvaksi, jossa kohteen yksityiskohdat näkyvät

# Laitteet

MWO60

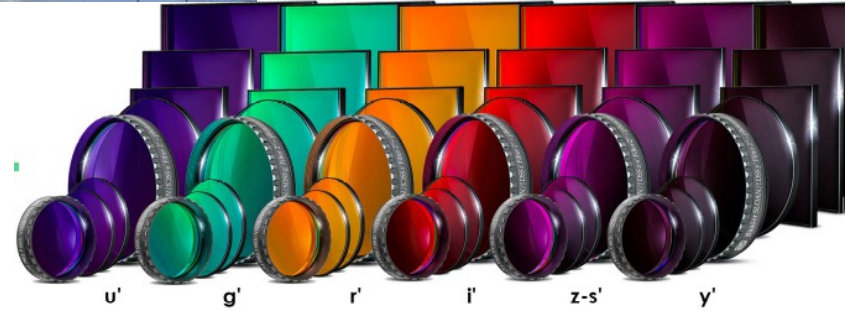


ZWO ASI1600MM  
(Sony IMX455)



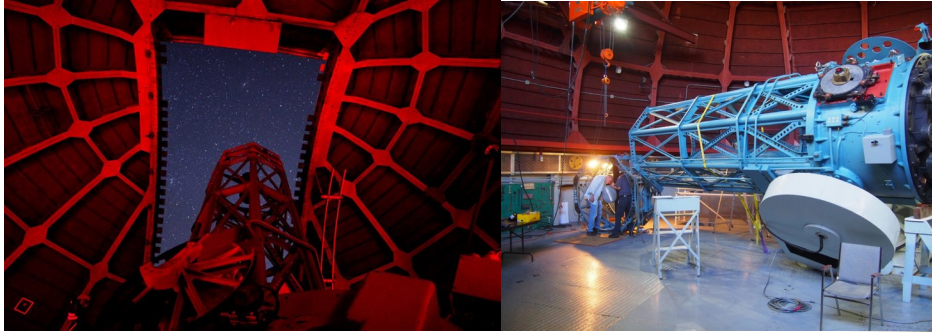
Baader Sloan filterisetti

ZWO filteripyörä

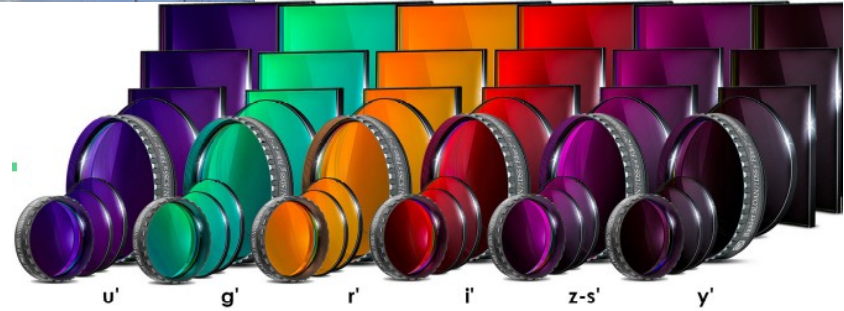


# Laitteet

MWO60



Baader Sloan filterisetti



ZWO filteripyörä

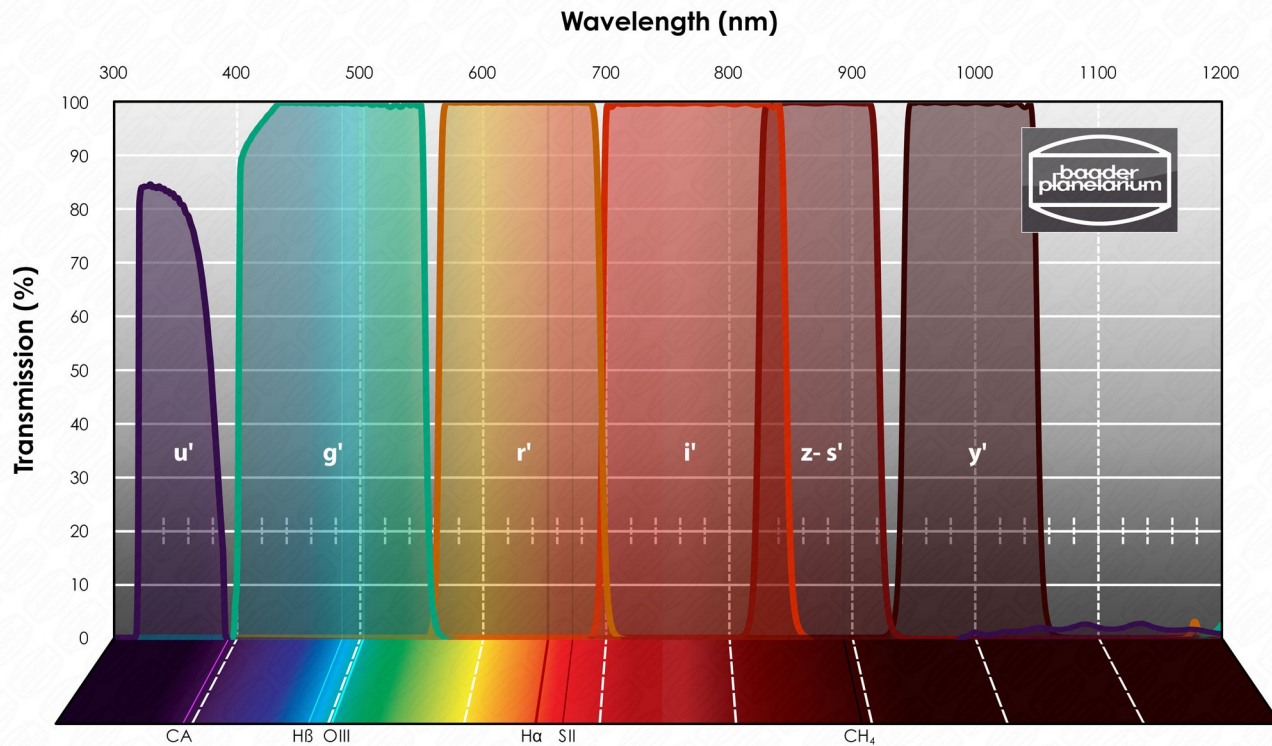


ZWO ASI1600MM  
(Sony IMX455)

Laitevaatimus: pieni lukukohina (CMOS)  
ja kyky ottaa paljon hyvin lyhyitä  
valotuksia

# Sloan G',R', I'

- Sloan Digital Sky Survey -projektin käyttämät g', r' ja i'-suotimet suunniteltu optimoimaan taivaan kartoitus tietyillä aallonpituusalueilla.
  - Spektraalinen kattavuus
  - Ilmakehän ikkunat
  - Standardointi



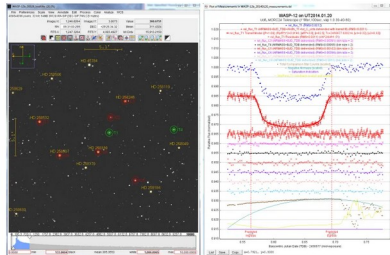
**BAADER SLOAN/SDSS (ugriz') Photometric Filters**

# Softa

- SpeckleCap 3.0.6 (Suits)
- Speckle Toolbox 10.06 (Rowe & Genet 2015, Harshaw et al, 2017)
- AstroImageJ
- Python skripti bispectrum-fittaukseen (Suits)

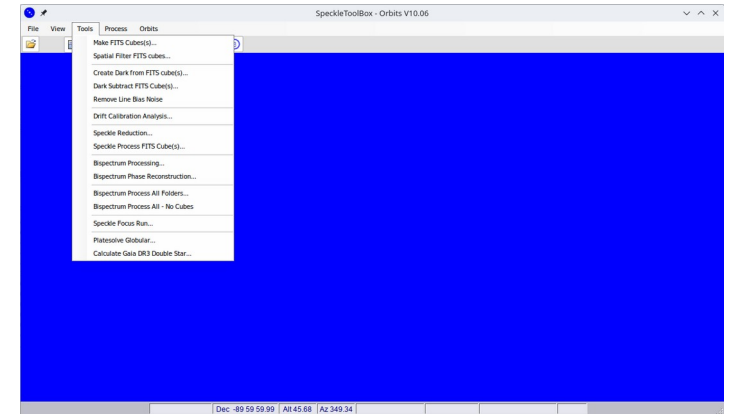
#### About AstroImageJ

AstroImageJ is open source software and is distributed under the terms of the [GNU General Public License](#). It incorporates [ImageJ](#) components which are in the [public domain](#).



```
python double_fit.py --asp 0.0306 --dpa 173.695 --target_list PJM199.targetlist --outdir PJM199_double_fit
```

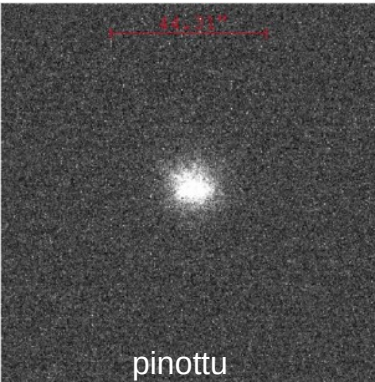
- Kommunikointi ja koordinointi slack-työkalulla



# Havainnot

- Kohteet **G2P** tähtiä: Gaia-katalogin tähtiä joista ei tiedetä ovatko ne kaksoistähtiä vai ei. Tavoitteena
  - Selvittää onko kaksoistähti vai ei
  - Jos kaksoistähti, mitata komponenttien **välimatka, kulma ja magnitudiero**
  - RGI eroista tähtien spektriluokat
- Tähdet poimittu s.e. Gaian G2P tähdistä poistettu tunnetut kaksoistähdet. Tähän tutkimukseen valittu tähtiä 14 kpl.
- Havainnot muutamana yönä juhannuksena 2025 käyttäen MWO60 putkea Cassegrain-fokuksessa. Tähtien lisäksi havainnot vertailutähdistä, ja muutamasta pallomaisesta tähtijoukosta.

# Bispectrum fotometria/astrometria



SpeckleToolBox - Orbits V10.06

Details File View Tools Process Orbits

Calculate the Fourier Phase from the BiSpectrum and Display

Double-Star Bispectrum

workspace\PJM199\Paul-G2P\_Single-PJM199-sloan\_g\_70.0-capture\_01.BSP1 Browse...

Remove Photon Bias

Wavelength 464 nm Image Scale 0.0306 AS / pixel

Aperture Diam 152 cm K-Space Radius 248.8 pixels

Use Reference Star Bispectrum

C:\workspace\PJM199\Paul-ref-ref35664184-sloan\_g\_40.0-capture\_01.BSP1 Browse...

Max Enhancement 300

Bispectrum Parameters

Image size, N 512

Information, Kmax 60

Offset, dKmax 9

K-Space Filters

Gaussian Lowpass 106 pixel radius

Gaussian Highpass 25 pixel radius

Interference

Line Bias Noise

Autocorrelation Only

Relax Parm 0.7

Re-Calculate Start

Ready... Iteration 20 Error 0.4106 deg RMS

Set Levels

Linear Sqrt Log Auto Levels Auto Zoom Zoom Full Stay On Top

Occurrence Density

5000

-50 0 50 100 150 200

-15.07 72.459 282.38 OK Cancel

Sloan g'

bispectrum

Bispectrum Photometry/Astrometry

Aperture Diameters / Select

Background 10 pixels

Reference 10 pixels

Target 10 pixels

Plate Calibration

Delta 173.695 deg

E 0.0306 AS/pix

Reflections

Odd

Even

Measurements  Peak Lock

	Cursor	Reference	Target
Xcen	209.5	255.73	259.55
Ycen	290	256.57	263.98
Signal	-93.67	50585.2	24769.1

Subtract Background 5.572

Always On Top PSF Fit

Differential Astrometry/Photome

	Separation	Angle
Plate	8.33	152.75°
On-sky	0.255"	326.44°

Differential Mag 0.78

59 59.99 Alt 45.68 Az 349.34 210,290

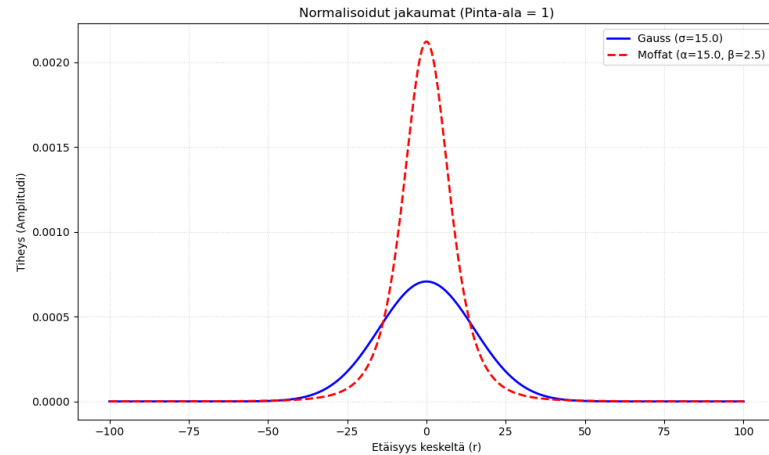
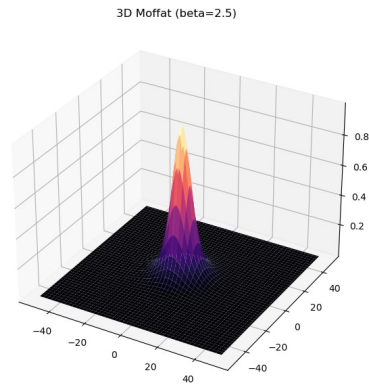
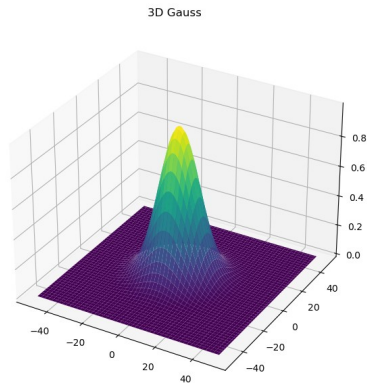
478

478

PowerPoint Presentation

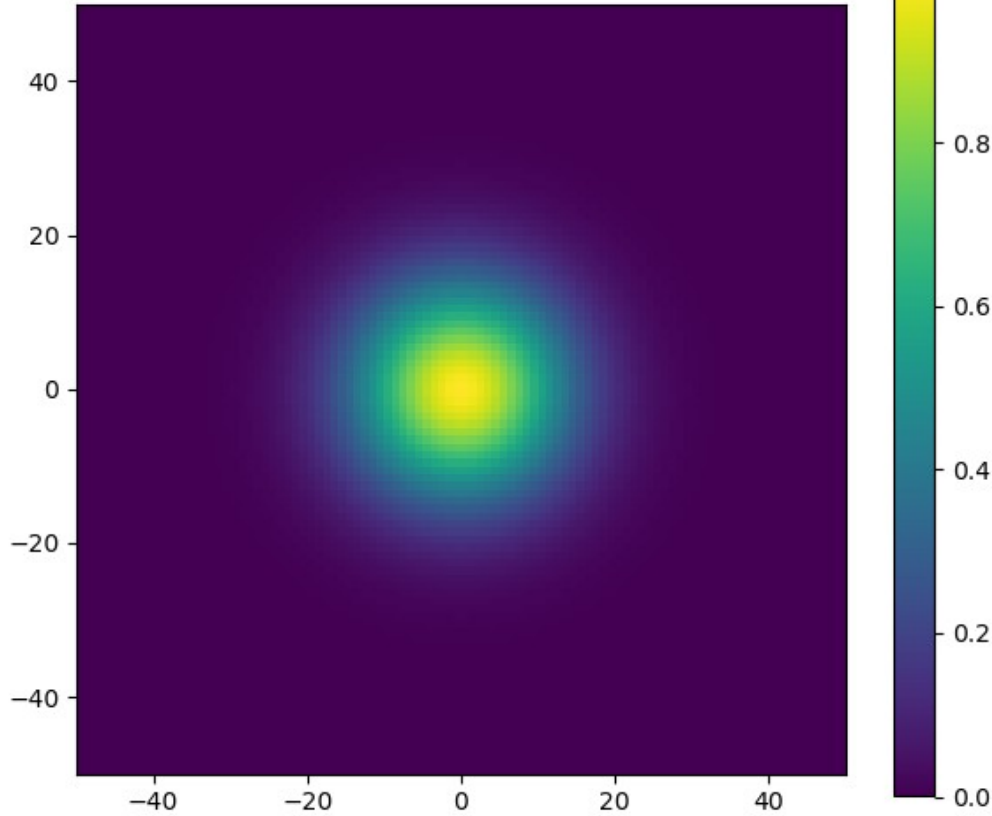
# Moffat fittaus

- Gaussin jakauma: laskee reunoilla nollaan nopeasti
- Moffat-jakauma: käytetään usein mallintamaan tähtien pistemäistä valoa, koska ilmakehän turbulenssi levittää valoa eri tavalla kuin pelkkä Gaussin käyrä ennustaisi.

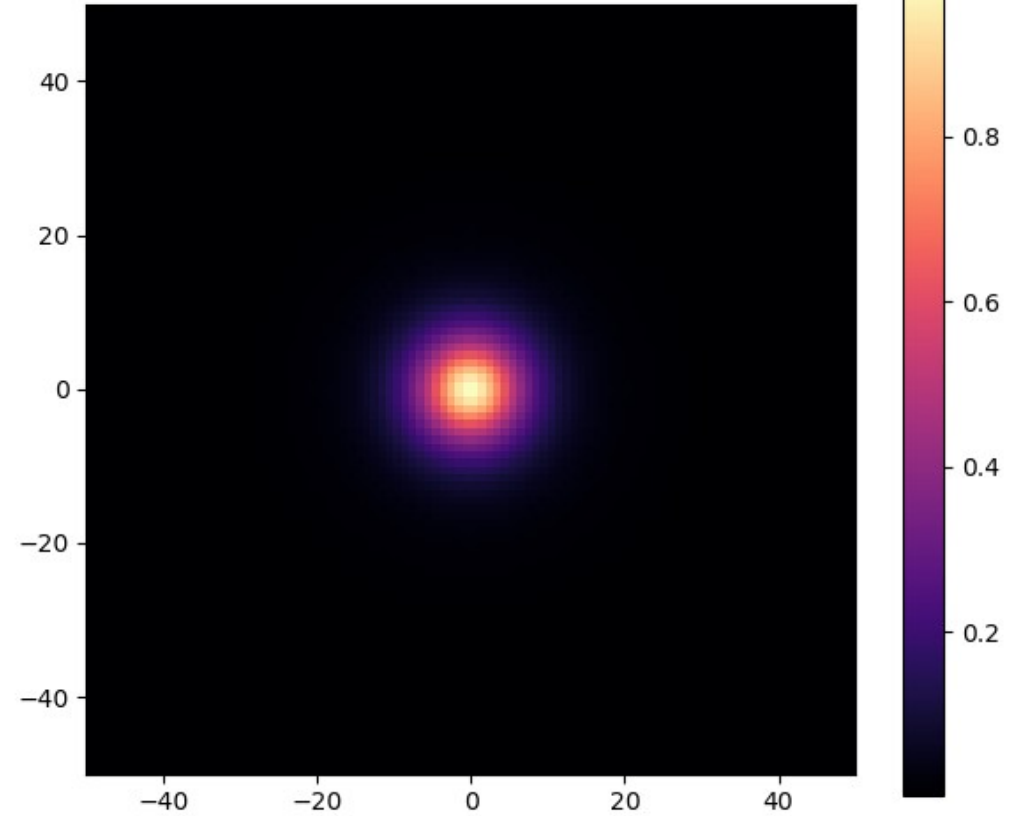


# Moffat fittaus (2)

2D Gaussin jakauma



2D Moffat (beta=2.5)

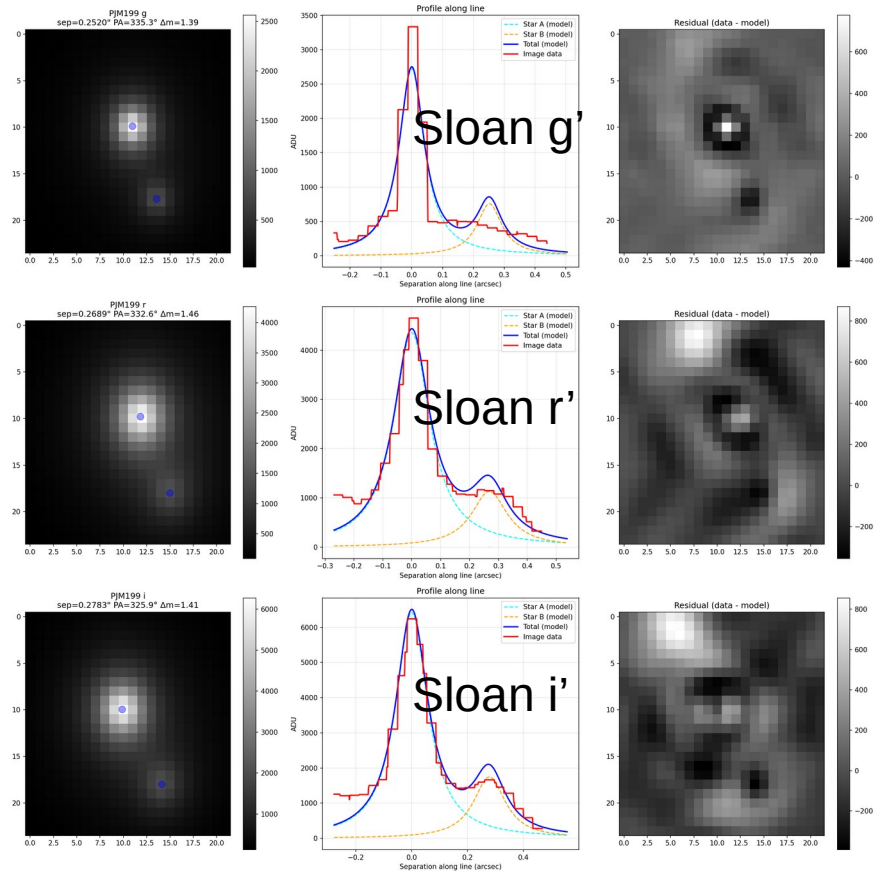


# Moffat fittaus (3)

- Frank Suits (Melbourne, Australia, eläkkeellä IBM:ltä) kirjoitti python-skriptin tekemään Moffat-fitin bi-spectrum kuville. SpeckleToolBoxista voi tallentaa fits-imagen, jota skripti analysoi.
  - Fittaus eri aallonpituuksille
  - Työn alla fittaus kaksoistähtimalliratkaisuille suoraan speckle raakadatasta ilman ihmisen tekemää subjektiivista arviota

# Moffat fittaus (4)

- PJM199,
  - Sloan g,r,i filterit
  - Fitti antaa välimatkan (sep), kulman (PA) ja magnitudieron ( $\Delta\text{mag}$ )
  - Filterit mahdollistavat spektrityypin määrittämisen, ja onko tähdet esim. pääsarjassa



# Mitä seuraavaksi?

- Maui'26 on viimeisin sarjassa vastaavia seminaareja. Ryhmä on jatkamassa kaksoistähtitutkimuksia
  - Russ toivottaa ursalaiset tervetulleeksi mukaan. Jos kiinnostaa, ota yhteyttä, yhteystiedot avaruus.fi sivulla
- Omissa suunnitelmissani aion toistaa koko prosessin datan keruusta bispectrum fittaukseen jollekin harjoituskohteelle, jota pystyy havainnoimaan harrastajakaukoputkilla
- Pitkän tähtäimen tavoite: kunhan Astrofox on taas käyttökunnossa, olisi mahtavaa päästä tekemään täpläinterferometriaa sillä!