

GROWTH プロジェクト

伊藤亮介
東京工業大学

2017-02-22@京大

Global Relay of Observatories Watching Transients Happen



GROWTH PIRE

@GrowthPire

The sun never rises on the GROWTH network of telescopes! An international project exploring transient cosmic events. Led by @caltech, funded by @NSF PIRE

Earth

growth.caltech.edu

2016年3月に登録

- ✓ 全世界規模の観測ネットワーク
7国, 13機関, 2015年10月 ~
- ✓ Time-domain astronomy
重力波天体、超新星、近傍小惑星

Collaboration meeting@Caltech, 2016


<https://sites.google.com/site/growthpire/>
<https://twitter.com/GrowthPire>

<http://www.ipac.caltech.edu/project/39>



Palomar / PTF, ZTF team

<https://www.gemini.edu/sciops/telescopes-and-sites>



<http://www.astro.caltech.edu/research/keck/>



Gemini-North
Keck



<http://www.panoramio.com/photo/70368755>

Nordic Optical telescope (NOT)/2.6m
Telescopio Nazionale Galileo (TNG)/3.6m

http://physastro.pomona.edu/wp-content/uploads/2012/08/TMO_Panorama.jpeg



Table Mt./1m

<http://bollerandchivens.com/?cat=5>



SRO/1.2m

<http://growth.caltech.edu/images/observatories/lulin.jpg>



Lulin/1m

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c9/Himalayan_chandra_telescope.jpg



HCT/2m

https://en.wikipedia.org/wiki/Girawali_Observatory

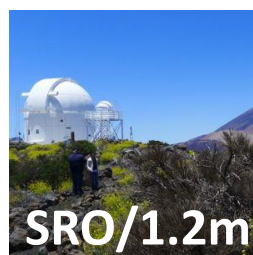


Girawali/2m



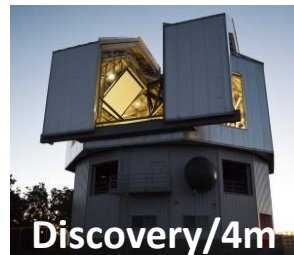
WISE/1m

https://physics.tau.ac.il/astrophysics/wise_observatory



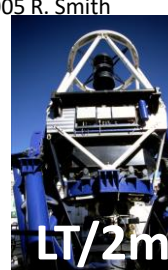
SRO/1.2m

<http://growth.caltech.edu/observatories.html>



Discovery/4m

<https://lowell.edu/research/research-facilities/4-5-meter-uct/>



LT/2m

© 2005 R. Smith

Expanded Very Large Array

Giant Metre-Wave Radio Telescope

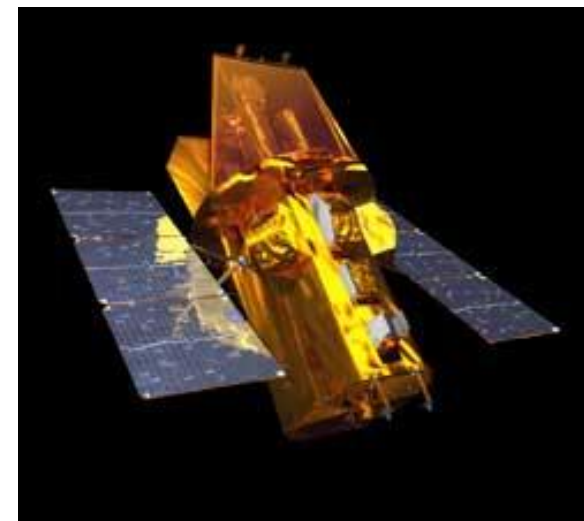


<http://www.ncra.tifr.res.in/ncra>

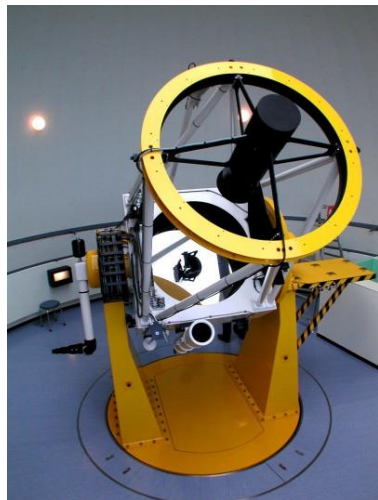


<http://growth.caltech.edu/observatories.html>

Swift

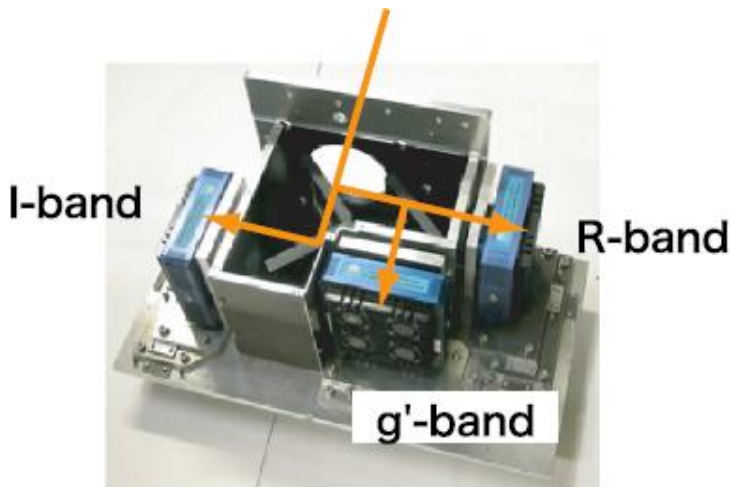


石垣島天文台
むりかぶし望遠鏡
 $d = 1.05 \text{ m}$

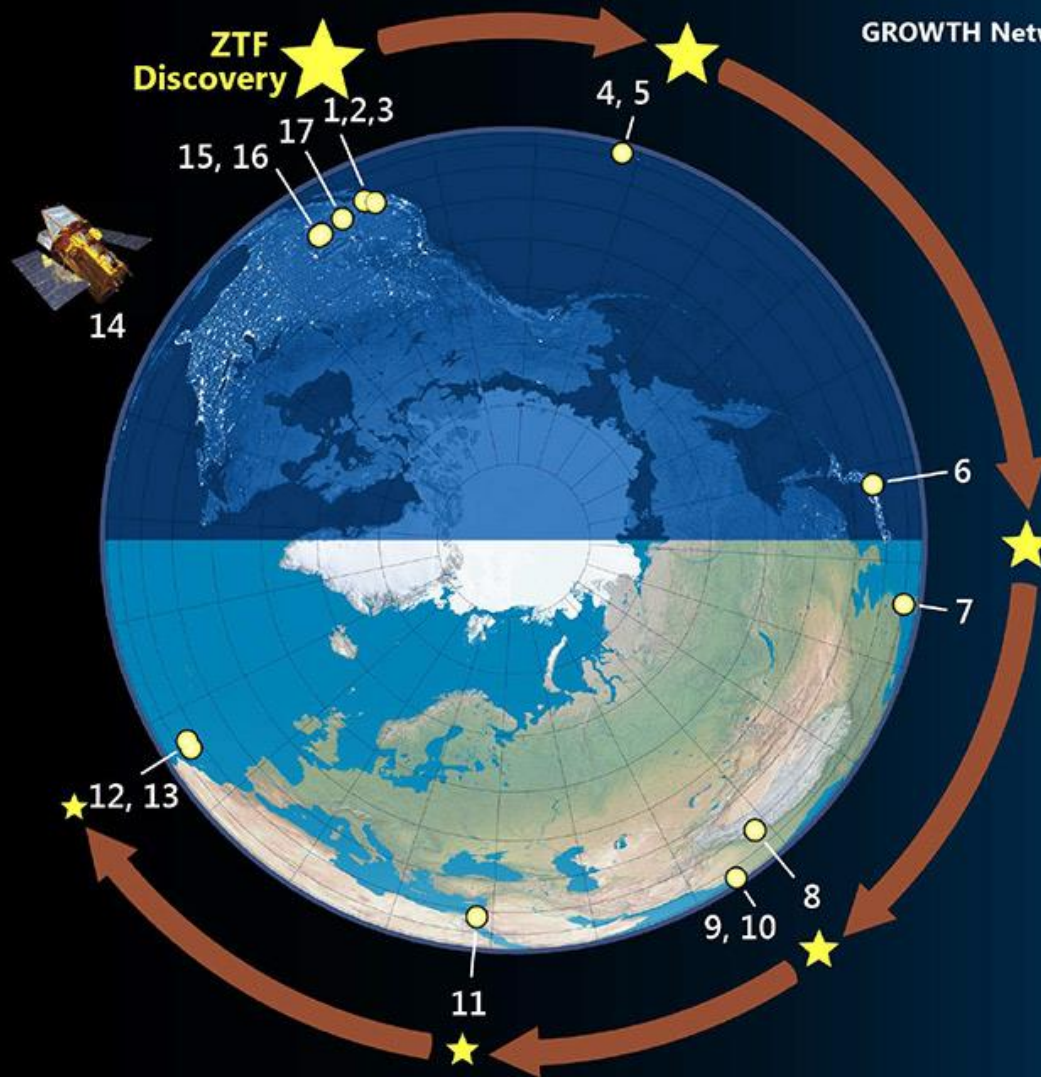


<http://www.nishimura-opt.co.jp/about/history/index.html>

東工大明野
50cm望遠鏡
 $d = 0.5 \text{ m}$



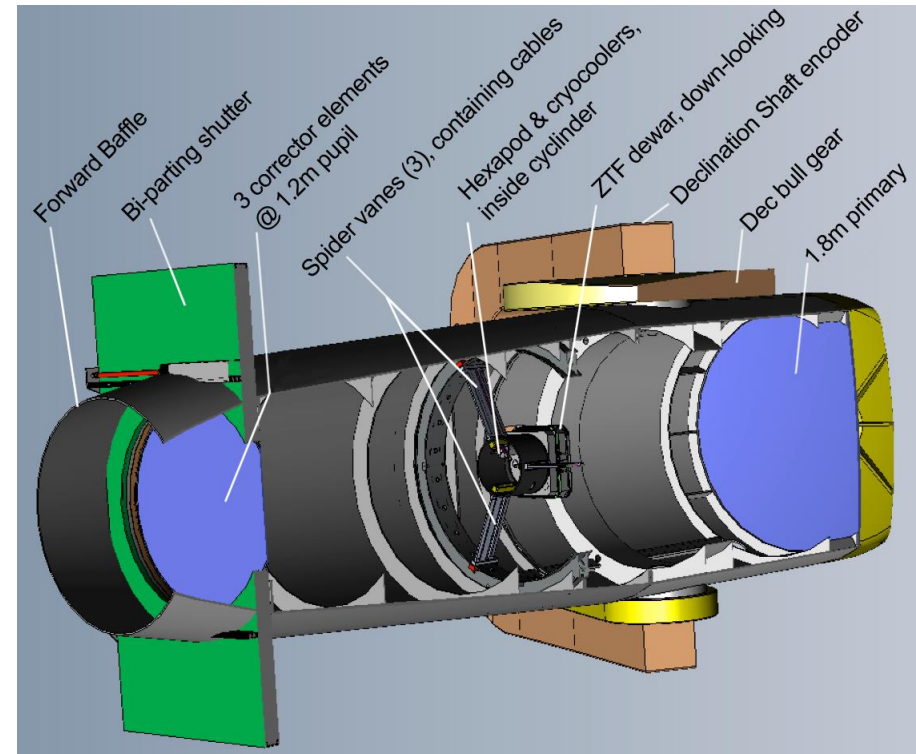
MITSuME による
可視3色同時撮像

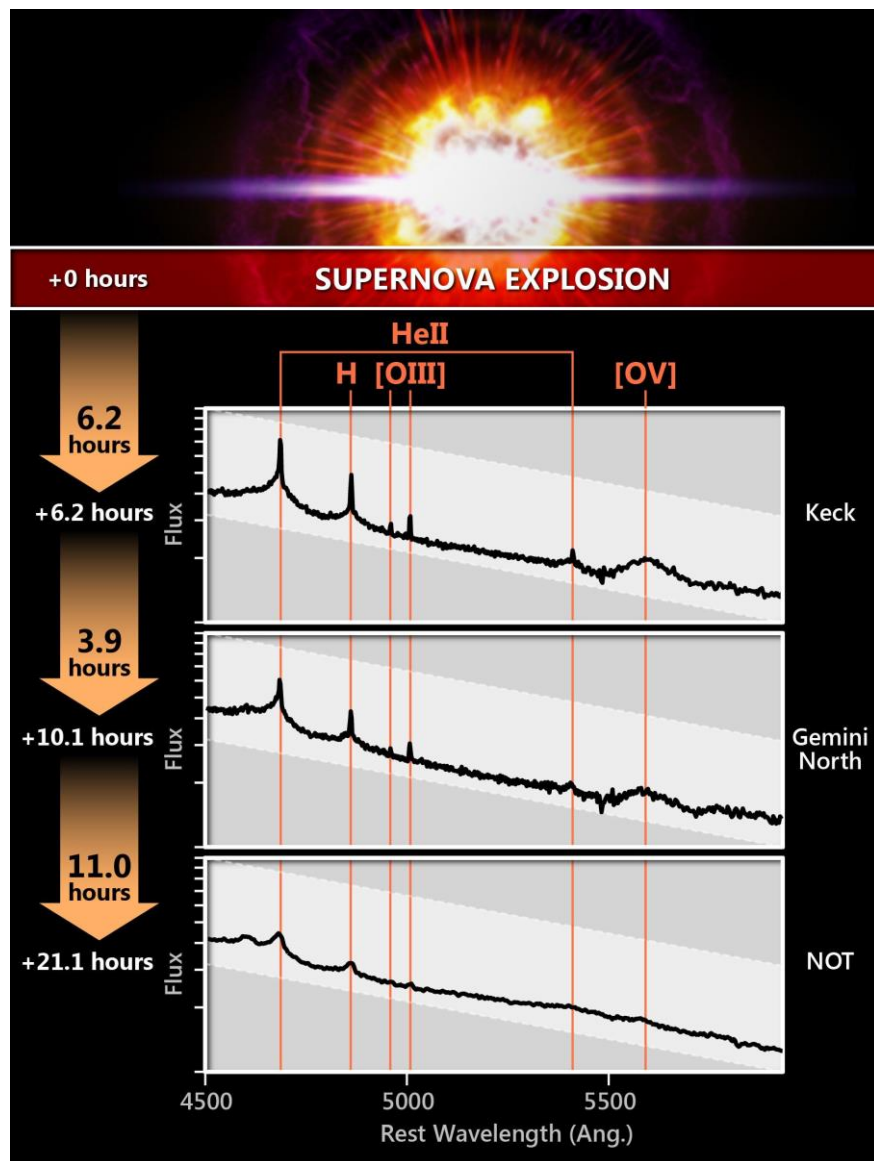


- GROWTH Network:**
1. **Palomar Observatory**
Caltech (USA)
 2. **Table Mountain Observatory**
Pomona College (USA)
 3. **Mount Laguna Observatory**
San Diego State University (USA)
 4. **Gemini North Observatory**
NOAO (USA) - Mauna Kea
 5. **W. M. Keck Observatory**
Caltech (USA)
 6. **Murikabushi Observatory**
Tokyo Tech University (Japan)
 7. **Lulin One-meter Telescope**
National Central University (Taiwan)
 8. **Himalayan Chandra Telescope**
Indian Institute of Astrophysics (India)
 9. **Giant Metrewave Radio Telescope**
NCRA (India)
 10. **IUCAA Girawali Observatory**
IUCAA (India)
 11. **WISE Observatory**
Weizmann Institute (Israel)
 12. **Stella Observatory**
Humboldt University (Germany)
 13. **Nordic Optical Telescope**
Oskar Klein Centre (Sweden)
 14. **Swift Satellite (Ultraviolet and X-ray)**
NASA (USA)
 15. **Expanded Very Large Array (Radio)**
NRAO (USA)
 16. **Fenton Hill Observatory**
Los Alamos National Laboratory (USA)
 17. **Discovery Channel Telescope**
University of Maryland/JSI (USA)
- + **University of Wisconsin-Milwaukee**

Credit: Image courtesy Mansi Kasliwal/Caltech

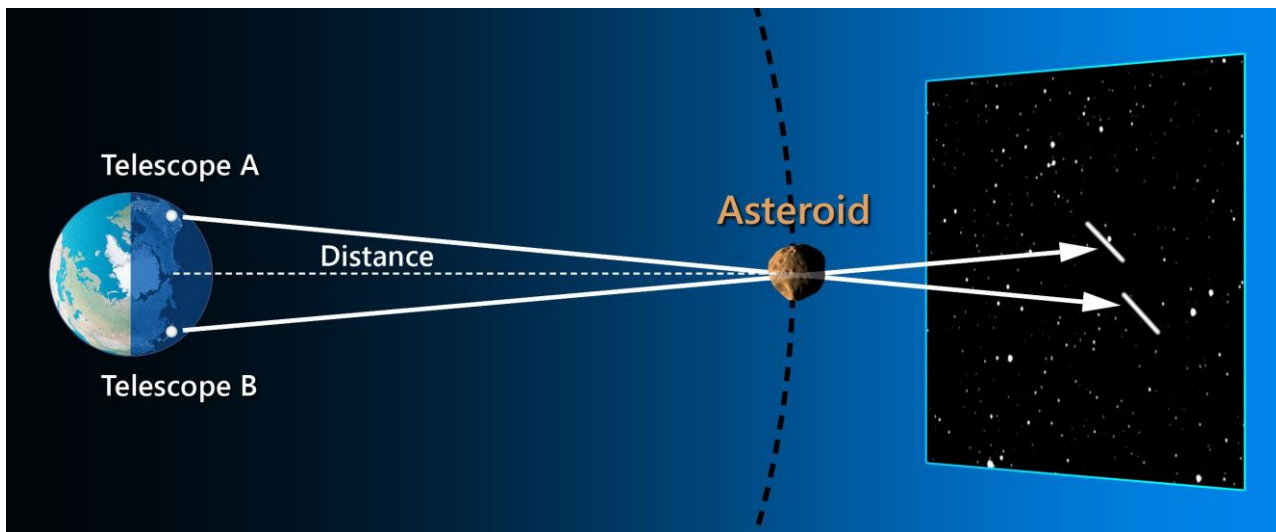
- Palomar 1.2m +
47 deg² FoV camera
- 3750 deg²/hour
- $R \sim 20.4$ mag. (30 sec)
- Read-out time: 10 sec
- 2017年ファーストライト



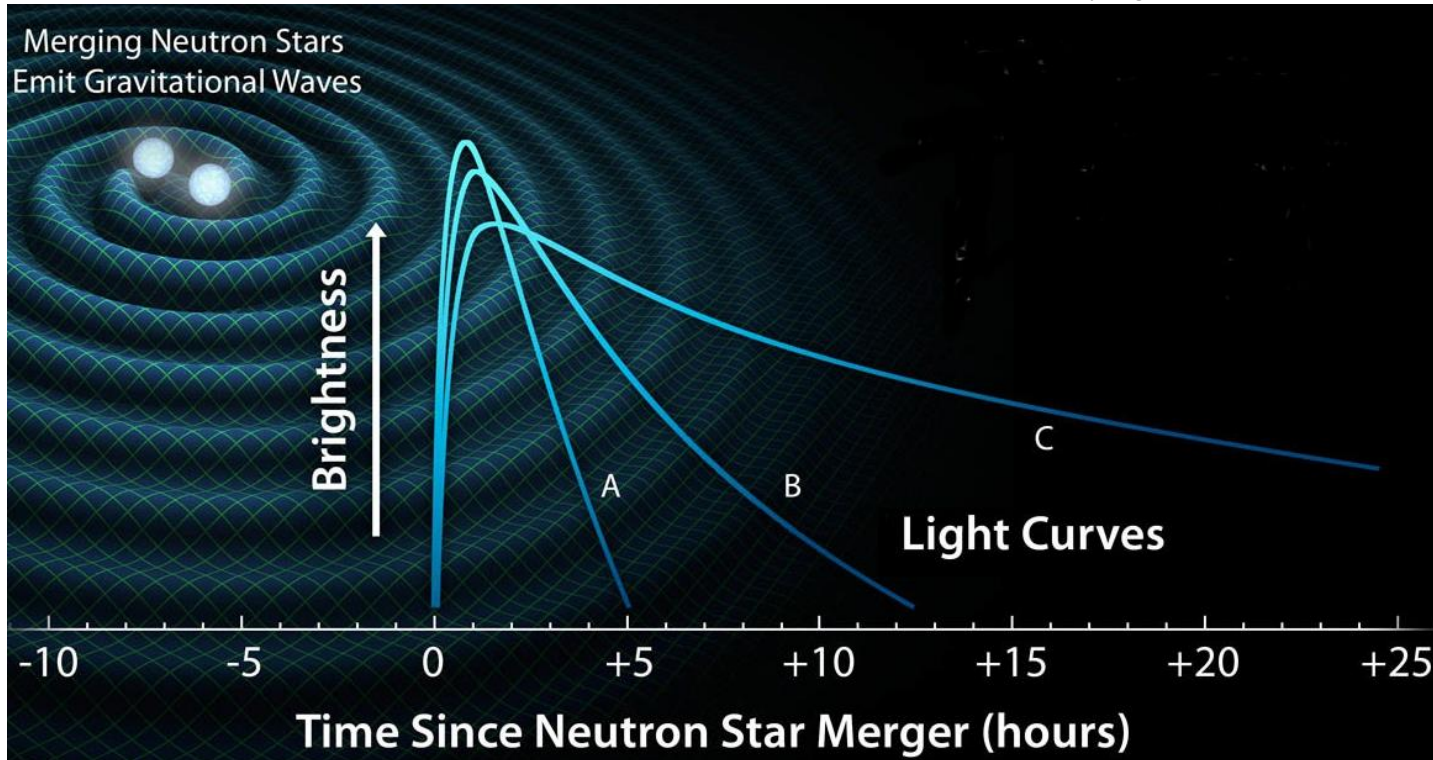


- ✓ Type II 超新星の早期分光 & 時間変動解析による重力崩壊型超新星の研究
- ✓ ZTF での探査+GROWTHによる追観測体制
- ✓ Type Ia の早期観測も実施
統計を増やして爆発機構解明を目指す

<http://growth.caltech.edu/science-questions.html>



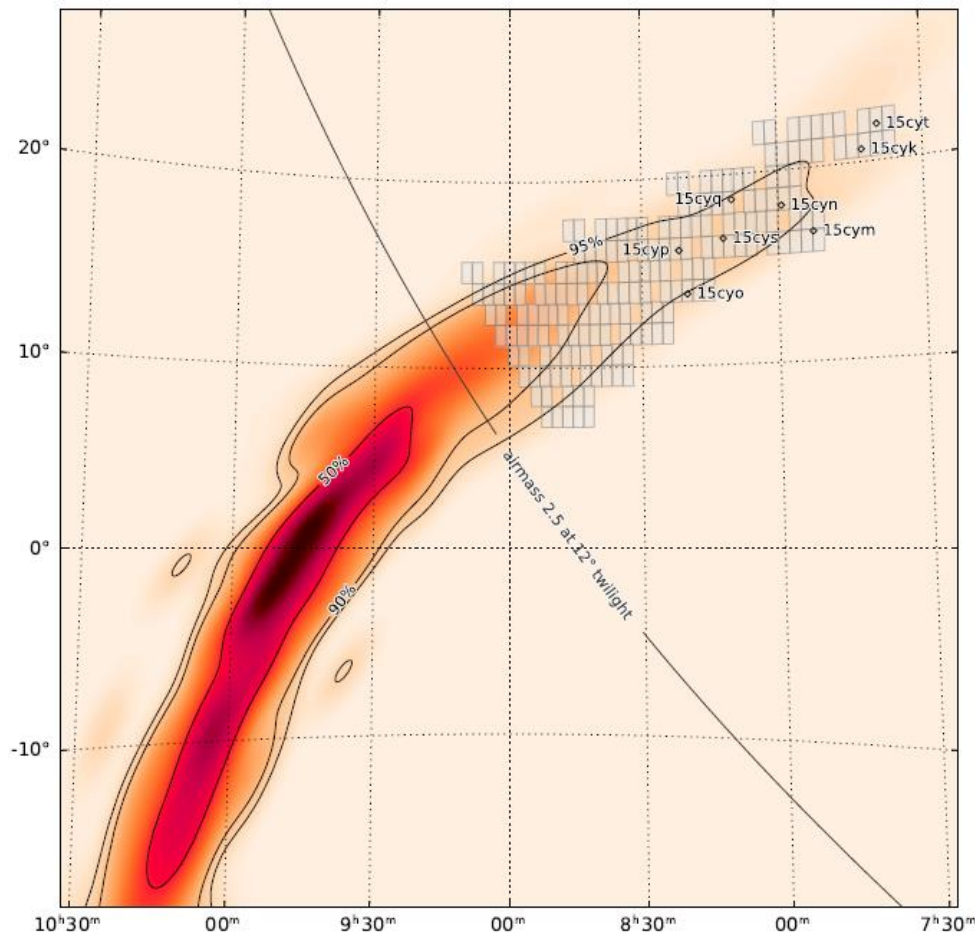
- ✓ Near-earth asteroids (NEAs) の多地点同時観測による軌道要素決定
- ✓ 分光、光度変動観測によるNEAの性質解明



- ✓ 中性子星衝突での電磁波対応天体探索
& GROWTHネットワークによるhour-scale
での追跡観測

- iPTF による観測
- 探索範囲: 126 deg^2
- 8つの候補天体が観測後1時間以内に同定
- Keck での即時分光観測
→ 4つが超新星、4つが 4 AGN と分類された

今後はGROWTH での即時
連携観測へ



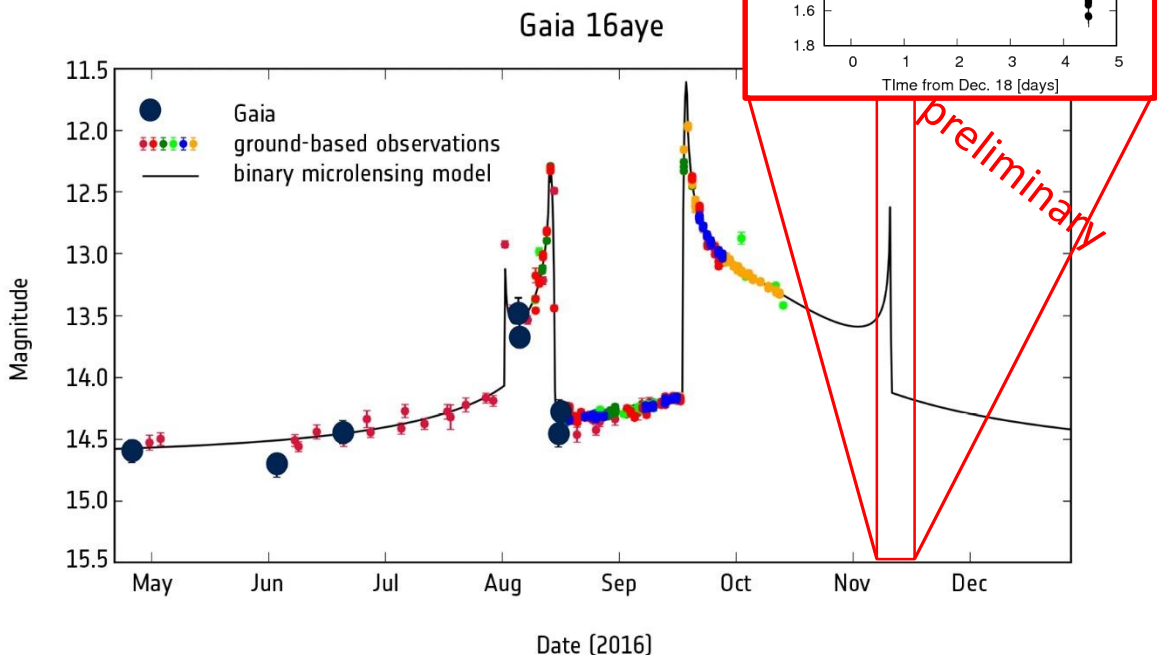
Gaia16aye

Binary microlensing event

Gaia で発見された増光天体
Binary lens による増光か

ピーク付近の多波長と
モデル比較により、
レンズ天体の質量を推定可能
(惑星、NS, BHなど
様々な可能性がある)

明野観測所
MITSuME
による観測点



<http://sci.esa.int/gaia/58547-light-curve-of-binary-microlensing-event-detected-by-gaia/>

現在の観測体制

メールでの突発現象通知
or 観測呼びかけ

各観測期間の裁量で観測を
実施

wiki での観測結果取り纏め

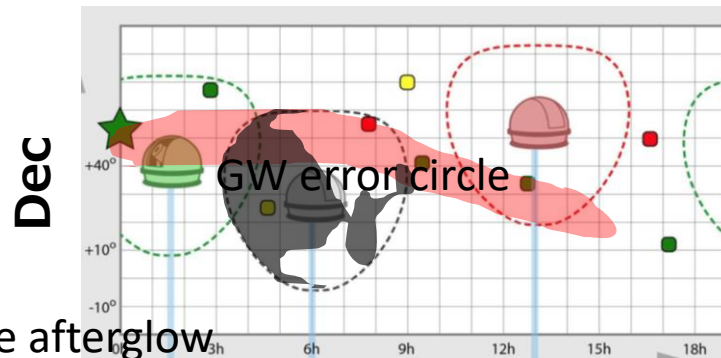


将来的には自動的に観測/マーシャルできるように...

We plan to develop “**Event Broker**”

- Allocates targets/areas to the telescopes
- Should be completely automated

because the GW source may show short-GRB-like afterglow



R.A.

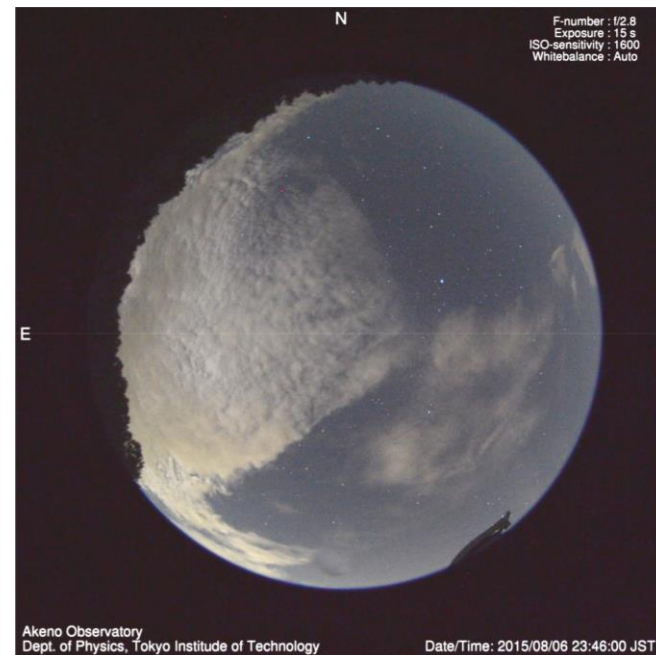
But observatories in Japan are often have clouds...

When we arrange the follow-up observations,
visibility, sensitivity and weather should be considered

To sleep without worrying the weather,
we need an automatic weather recognition system.

⇒ It will avoid a mis-arrangement of observations

⇒ It may be useful for the other observatories in Asia.



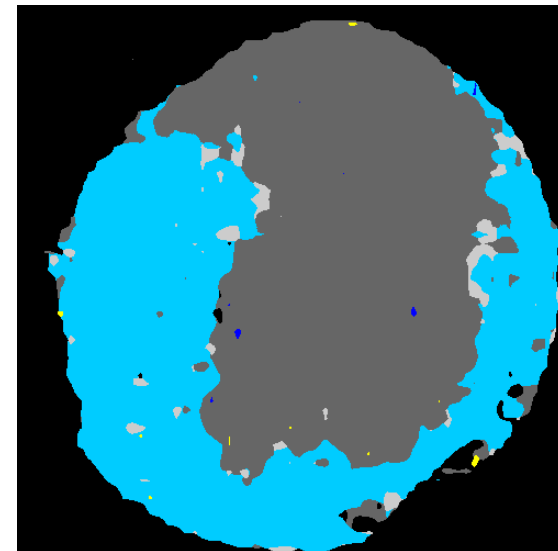
RAW Image



Recognized by Human

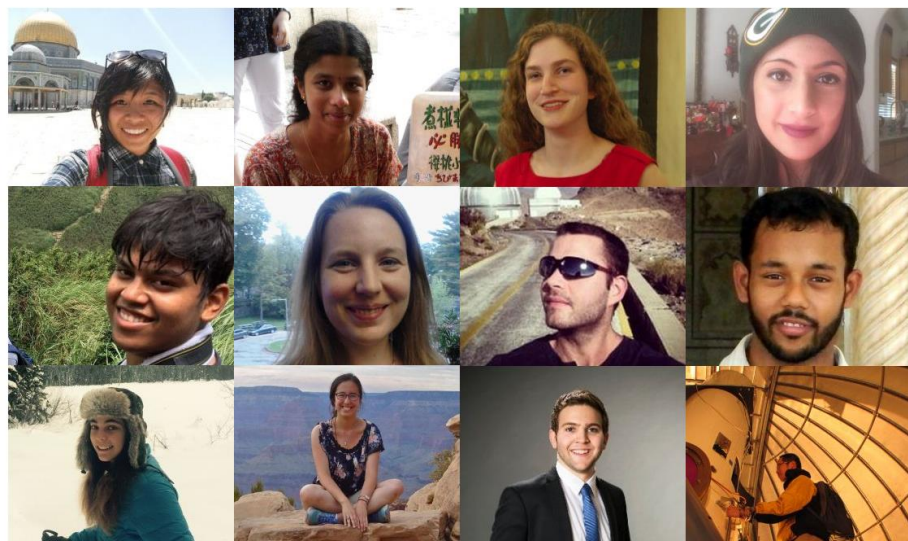


Predicted



- 民生品とDeep Learningを用いた安価で手軽な気象識別器を開発.
- プロトタイプの識別精度は
 - 晴天域 (82.7 %)
 - 濃い雲 (84.9 %)
 - 月 (20.1%)

スライド from 谷津さん



- Summer Research Program
- Graduate/Posdoc Exchange
参加機関の間でインターン
数週間~数か月の滞在

2016-2017年で12名の参加者

Caltech の大学生
2週間の東工大滞在
MAXI でのX線増光アラート
システムについてレクチャー



東工大の博士課程学生
3月から半年ほど、
Caltech/ZTF で滞在予定



- ✓ 7ヶ国、13機関での全世界観測ネットワーク
- ✓ 重力波電磁波天体観測、超新星、地球近傍小惑星が狙い
- ✓ 24時間継続での観測体制
- ✓ 自動的な観測システム構築にむけて準備中
- ✓ インターンシップ等の教育プログラム

<http://growth.caltech.edu>

Twitter handle is: @GrowthPire

Facebook is: www.facebook.com/growthpire