

2012 TC₄観測を見据えた オサイリス・レックスの 地球スイングバイ観測

村上恭彦・内藤博之・渡辺文健・永吉竜馬（なよろ市立天文台）

もくじ

- ✿なよる市立天文台の紹介
- ✿観測装置と成果
- ✿オサイリス・レックス観測

なよろ市立天文台の紹介



◎Location: 44° 22' 25" N, 142° 28' 58" E

◎Altitude: 161 m

◎Telescope & Instruments:

◆0.5-m Kitaterasu telescope

◆0.4-m Meili telescope

◆0.4-m Chura telescope

◆1.6-m Pirka telescope of Hokkaido Univ.

▶ MSI (Optical imager)

▶ NaCS (Optical camera & spectrograph)

▶ NICE (Near-infrared spectrograph)

◎Members: 3 Staff+ (Total: 5)

◎Research field:

◆Novae & related stars

◆Planetary atmospheres

◆Comets & Minor planets etc.

- 人口3万人の名寄市にある公開天文台（愛称は『きたすばる』）。
- 全国で口径が3番目に大きな北大1.6mピリカ望遠鏡が設置されている。
- 冬はあまり晴れない。-30度を下回ることも。

なよろ市立天文台の紹介

宇宙 (ISS) から見た夜の北海道



なよろ市立天文台の紹介

N44°



Nayoro Observatory
Hokkaido University
1.6-m



Kiso Observatory
The University of Tokyo
1.05-m



Kyoto University
(3.78-m)



Nishi-Harima Astronomical Observatory
University of Hyogo
2.0-m



VERA Iriki Station
Kagoshima University
1.0-m



Ishigakijima
Astronomical Observatory
1.05-m



MITSuME Telescope (Akeno)
Tokyo Institute of Technology
0.5-m



Saitama University
0.55-m



Okayama Astrophysical Observatory
NAOJ
1.88-m



Higashi-Hiroshima Observatory
Hiroshima University
1.5-m



● Associate Institutions
Gunma Astronomical Observatory
Koyama Astronomical Observatory, Kyoto Sangyo University
Risei Spaceguard Center

N35°

N24°



The University of Tokyo
Atacama Observatory
Project
1.04-m



South African
Astronomical Observatory,
Nagoya University
1.4-m

Credit: NAOJ

なよろ市立天文台の紹介

なよろ市立天文台



Nayoro Observatory
Hokkaido University
1.6-m

N44°



Kiso Observatory
The University of Tokyo
1.05-m



MITSuME Telescope (Akeno)
Tokyo Institute of Technology
0.5-m



no image

Kyoto University
(3.78-m)

Saitama University
0.55-m



N35°



Nishi-Harima Astronomical Observatory
University of Hyogo
2.0-m

Okayama Astrophysical Observatory
NAOJ
1.88-m



VERA Iriki Station
Kagoshima University
1.0-m

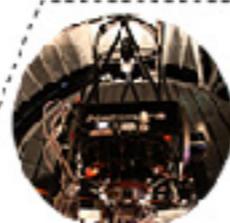
Higashi-Hiroshima Observatory
Hiroshima University
1.5-m



● Associate Institutions
Gunma Astronomical Observatory
Koyama Astronomical Observatory, Kyoto Sangyo University
Risei Spaceguard Center



Ishigakijima
Astronomical Observatory
1.05-m



The University of Tokyo
Atacama Observatory
Project
1.04-m



South African
Astronomical Observatory,
Nagoya University
1.4-m

N24°

なよる市立天文台の紹介

《沿革（小惑星との関わり）-①》

1973年12月 私設木原天文台開台（故・木原秀雄氏による）

1992年09月 名寄市立木原天文台運用開始

1993年09月 小惑星「Kihara（木原）」が命名される

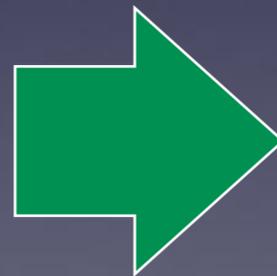
2001年08月 小惑星「Sano（佐野）」が命名される

2005年10月 新天文台（現なよる市立天文台）計画発足へ

// 小惑星「Nayoro（名寄）」が命名される



名寄市立木原天文台（25cm望遠鏡）
年間来台者：3-4千人



なよる市立天文台（1.6mピリカ望遠鏡+）
年間来台者：約1万2千人

なよる市立天文台の紹介

《沿革（小惑星との関わり）-②》

- 2005年12月 北海道大学との相互協力協定
- 2006年03月 名寄市・風連町合併
- 2010年04月 なよる市立天文台オープン
- 2011年04月 北大1.6mピリカ望遠鏡運用開始
- 2011年10月 **小学生による小惑星発見プロジェクトを開始**
- 2014年02月 国立天文台石垣島天文台との交流協定
- 2015年07月 台北市天文科学教育館との交流協定
- 2016年03月 MPC Observatory Code (=Q33) を取得（北大附属天文台）
- 2016年06月 **アジア太平洋地域小惑星観測ネットワークに参加**
- 2017年02月 スペースガードシンポジウムに参加
- 2017年10月 本シンポジウム2に参加



北大1.6mピリカ望遠鏡

なよるにゆかりのある小惑星

(4795) Kihara	(16463) Nayoro
(5915) Yoshihiro	(16507) Fuuren
(8660) Sano	(16466) Piyashiriyama

なよる市立天文台の紹介

検索・発見
追跡観測

衝突回避
被害軽減

スペースガードの普及活動
(宇宙からの災害リスクコミュニケーション)

なよる市立天文台の紹介

搜索・発見
追跡観測

衝突回避
被害軽減

Asteroid Day
スペースガード探偵団
シンポジウム・研究会
など

スペースガードの普及活動
(宇宙からの災害リスクコミュニケーション)

なよる市立天文台の紹介

搜索・発見
追跡観測

衝突回避
被害軽減

Asteroid Day
スペースガード探偵団
シンポジウム・研究会
など

スペースガードの普及活動

(宇宙からの災害リスクコミュニケーション)

《なよる市立天文台の目標》

- 搜索（発見）観測、追跡観測の実施（APAONにおける貢献）
- スペースガードや天体の地球衝突についての正しい情報共有と対話
➡ 公開天文台の新しい社会的価値（市民の安心・安全に繋がる活動へ）

なよる市立天文台の紹介

◆小惑星発見プロジェクト

- 2011年より毎年実施（実施期間：9月から11月の週末の8夜程度）
- 名寄市内の小学5・6年生が対象
- 望遠鏡操作、撮像、解析作業のすべてを子どもたち自身が行なう

なよる市立天文台の紹介

◆小惑星発見プロジェクト

- 2011年より毎年実施（実施期間：9月から11月の週末の8夜程度）
- 名寄市内の小学5・6年生が対象
- 望遠鏡操作、撮像、解析作業のすべてを子どもたち自身が行なう



なよる市立天文台の紹介

◆小惑星発見プロジェクト

- 2011年より毎年実施（実施期間：9月から11月の週末の8夜程度）
- 名寄市内の小学5・6年生が対象
- 望遠鏡操作、撮像、解析作業のすべてを子どもたち自身が行なう



なよる市立天文台の紹介

◆小惑星発見プロジェクト

- 2011年より毎年実施（実施期間：9月から11月の週末の8夜程度）
- 名寄市内の小学5・6年生が対象
- 望遠鏡操作、撮像、解析作業のすべてを子どもたち自身が行なう



なよる市立天文台の紹介

◆小惑星発見プロジェクト

- 2011年より毎年実施（実施期間：9月から11月の週末の8夜程度）
- 名寄市内の小学5・6年生が対象
- 望遠鏡操作、撮像、解析作業のすべてを子どもたち自身が行なう



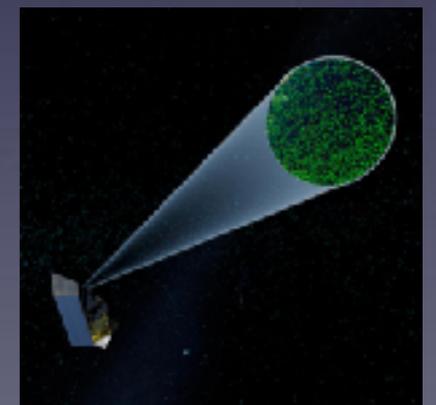
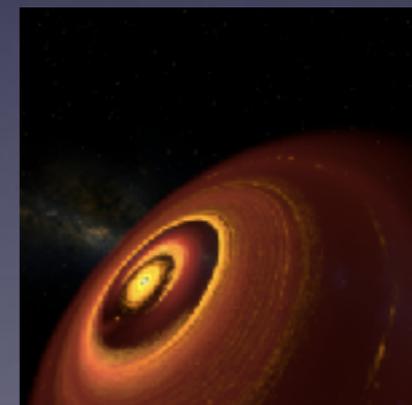
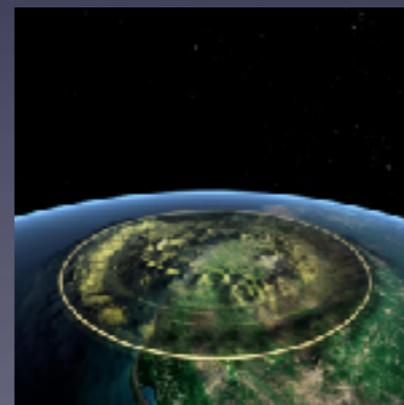
なよる市立天文台の紹介



『INCOMING! (インカミング!)』 絶賛上映中!

《ストーリー》

小惑星、彗星の衝突。地球をとりまく驚くべき物語。
これまでに、いくつもの小惑星や彗星が地球に衝突してきた。それらは、どのようにして生き物たちの運命を変えて、今、私たちが知る世界を創りあげたのだろうか。



上映時間：約25分
番組制作：カリフォルニア科学アカデミー

<https://www.calacademy.org/incoming>

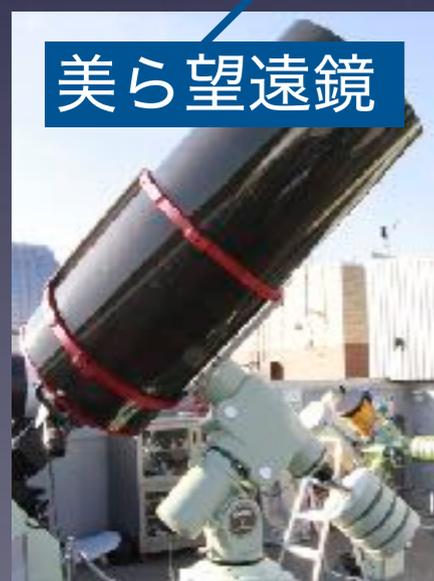
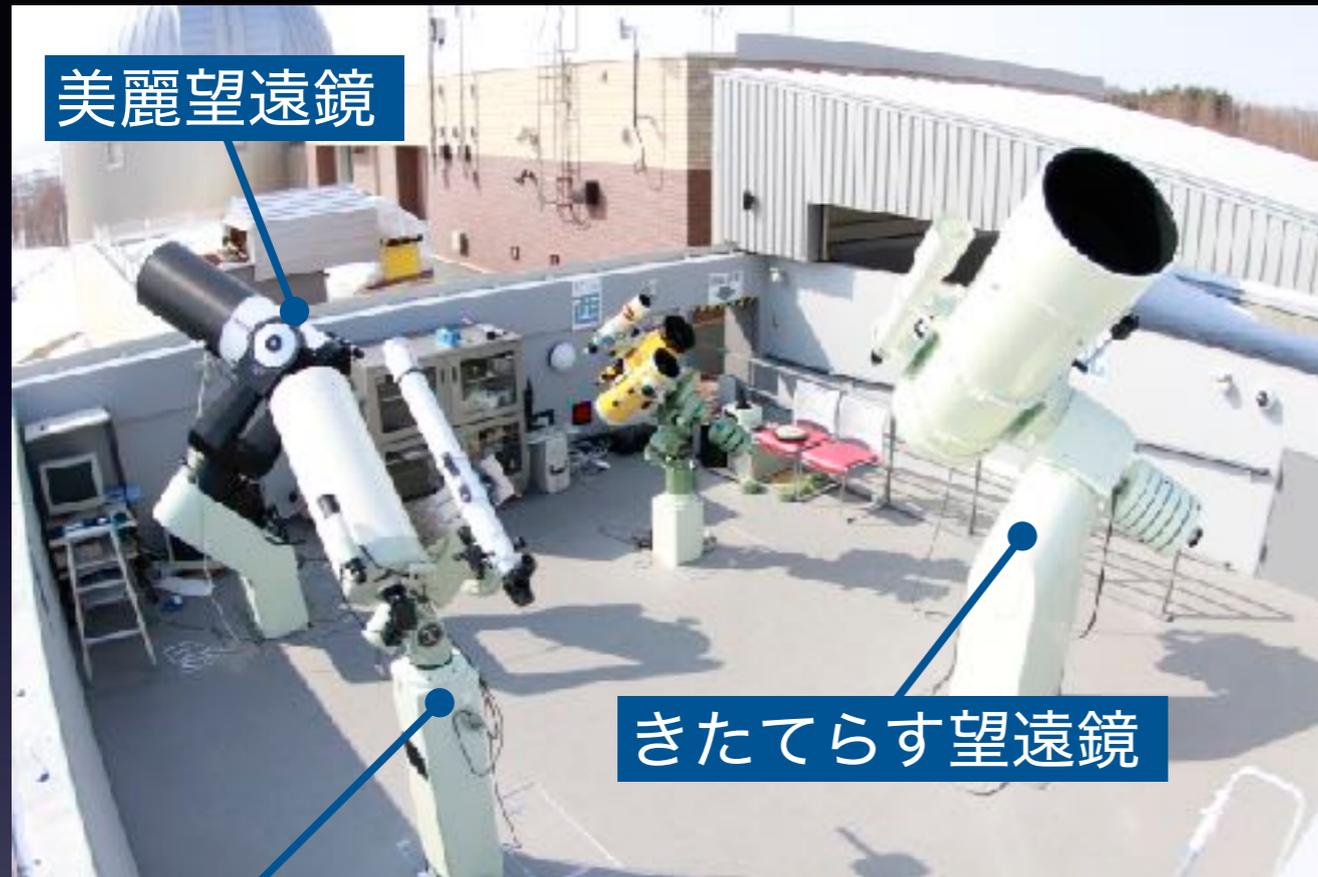
もくじ

- ✿なよろ市立天文台の紹介
- ✿観測装置と成果
- ✿オサイリス・レックス観測

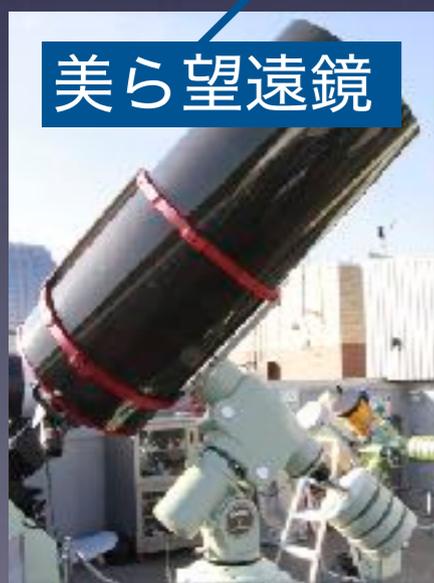
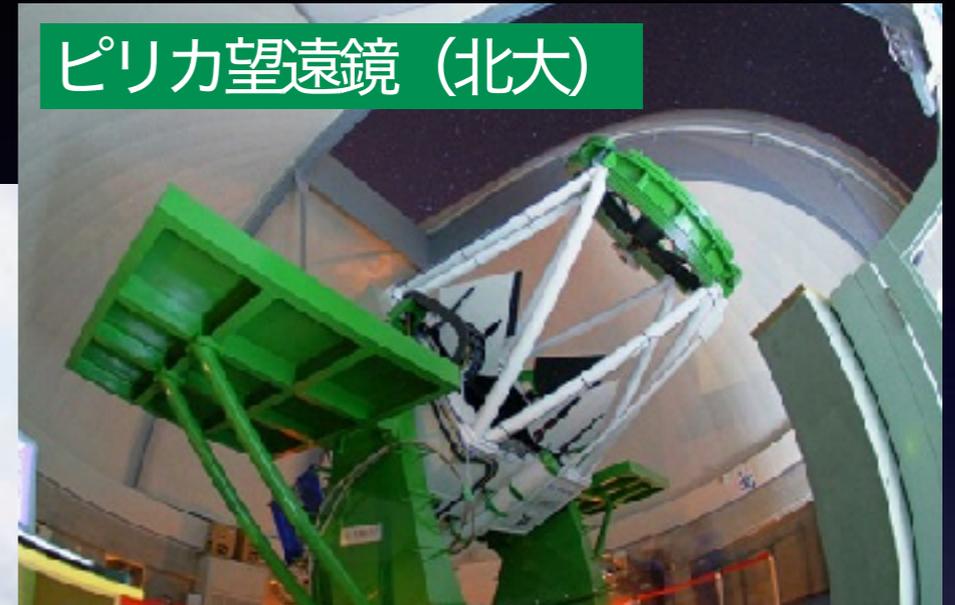
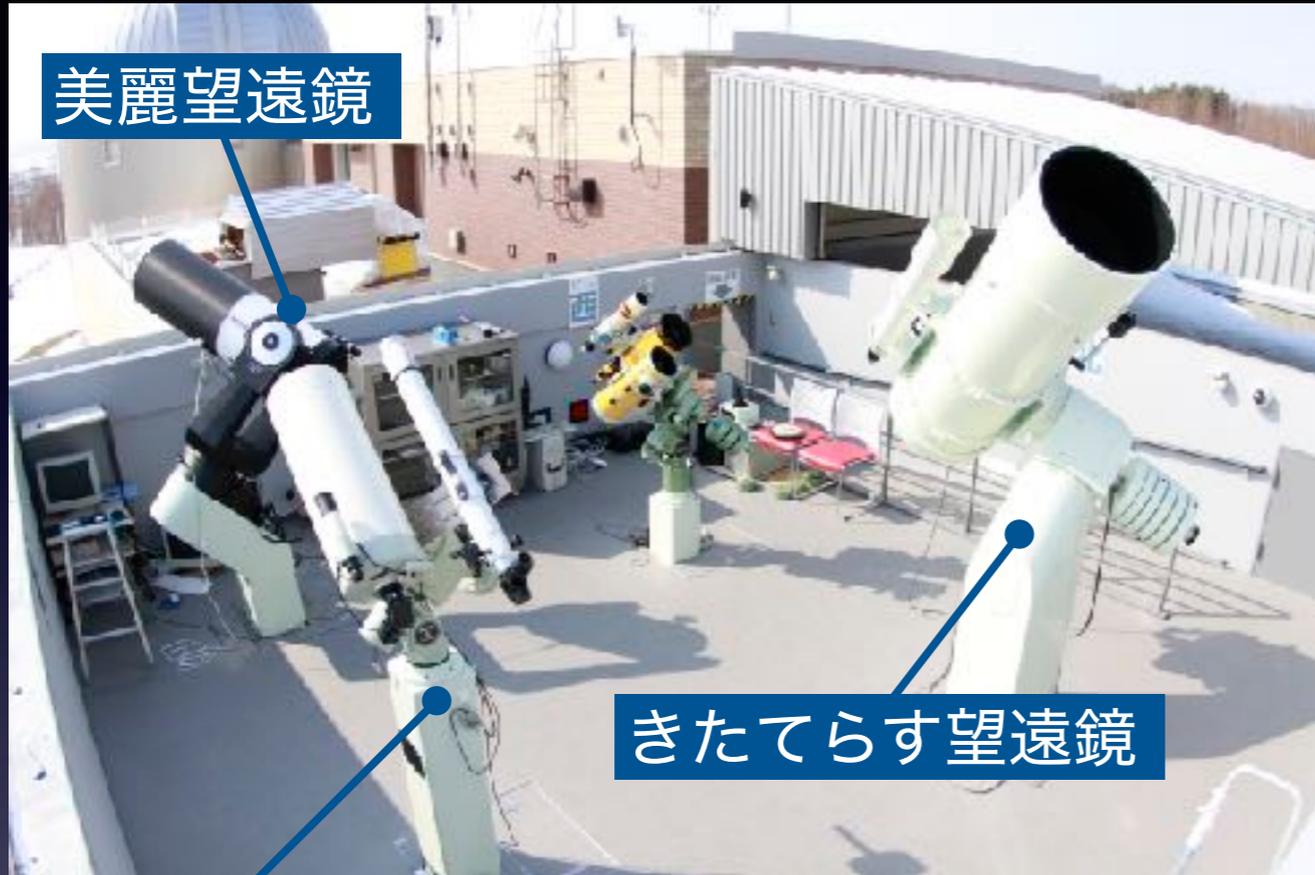
観測装置と成果



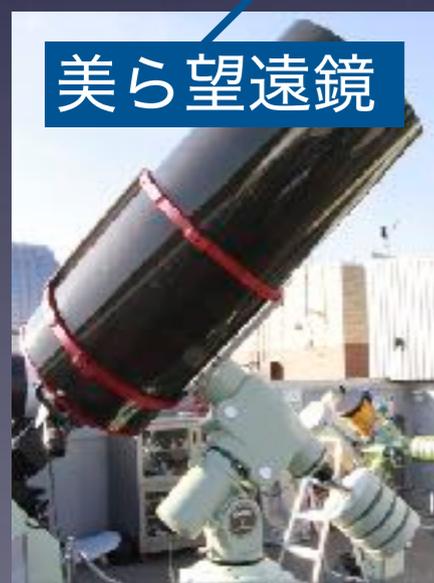
観測装置と成果



観測装置と成果



観測装置と成果



ピリカ...アイヌの言葉で美しい / 美ら.....沖縄の言葉で美しい / 美麗.....中国語 (in台湾) で美しい

観測装置と成果

◆美麗望遠鏡 Meili telescope

- 口径：406.4 mm (f=4,064 mm F10)
- 光学系：ミードACF光学系
- 焦点：カセグレン
- 赤道儀：MEADE LX200 (フォーク式)
- カメラ：SBIG STL-1001E (1k x 1k ピクセル)
- 視野角：21.7 x 21.7 分角 (1.27秒角/pixel)
- フィルター：IDAS RGB
- 主な用途：超新星搜索観測、鑑賞画像撮影

- M31N 2008-12a: Naito, Watanabe et al. 2015, ATel 9891
- V1655 Sco: CBAT TOCP (PNV J17381927-3725077)に報告



観測装置と成果

◆美ら望遠鏡 Chura telescope

- 口径：400mm (f=4,000mm F10)
- 光学系：リッチー・クレチアン式
- 焦点：カセグレン
- 赤道儀：TAKAHASHI EM-500
- カメラ：SBIG STL-1001E (1k x 1k ピクセル)
- 視野角：21.2 x 21.2 分角 (1.2秒角/pixel)
- フィルター：Johnson RVB
- 主な用途：観望会、小惑星発見プロジェクト



観測装置と成果

◆ピリカ望遠鏡 Pirka telescope (北海道大学)

- 口径：1,600 mm (f=19,238 mm F12)
- 光学系：リッチー・クレチアン式
- 焦点：カセグレン、ナスミスx2
- 架台：経緯台
- 装置：MSI、NaCS、NICE、眼視観望装置



- 主な用途：太陽系惑星観測、観望会
- オープンファシリティを導入 (約3万円/1時間)

観測装置と成果

MSI

- 可視マルチスペクトル撮像装置
(Multi-Spectral Imager)
- 波長域：0.36-1.05 μm
- 視野：3.3 x 3.3 分角 (0.39秒角/pixel)
- フィルター：U, B, V, Rc, Ic
+ 液晶可変フィルター
- 検出素子：電子増倍型CCDカメラ
- 読み出し時間：0.048秒 (Normal mode)
- 設置場所：カセグレン焦点
- 限界等級：V=19.9 (60秒積分, S/N=10)

- M31N 2008-12a:

Naito, Watanabe, et al. 2016, ATel 9891

Darnley, Henze, et al. 2016 ApJ, 833, 149

NaCS

- 可視撮像分光装置
(Nayoro Optical Camera and Spectrograph)
- 波長域：0.38-0.97 μm
- 視野：8.5 x 3.6 分角 (0.25秒角/pixel)
- フィルター：SDSS g', r', i', z'
- 検出素子：CCDカメラ (裏面照射型)
- 読み出し時間：5.3-12秒 (1x1 binning)
- 設置場所：ナスミス焦点
- 限界等級：g'=22.5 (15分積分, S/N=10)

もくじ

- ✿なよろ市立天文台の紹介
- ✿観測装置と成果
- ✿オサイリス・レックス観測

オサイリス・レックス (OSIRIS-REx)

小惑星Bennuのサンプルリターン ミッション

打ち上げ日

▶ 2016年9月9日 8時5分 (JST)

地球スイングバイ (地球最接近)

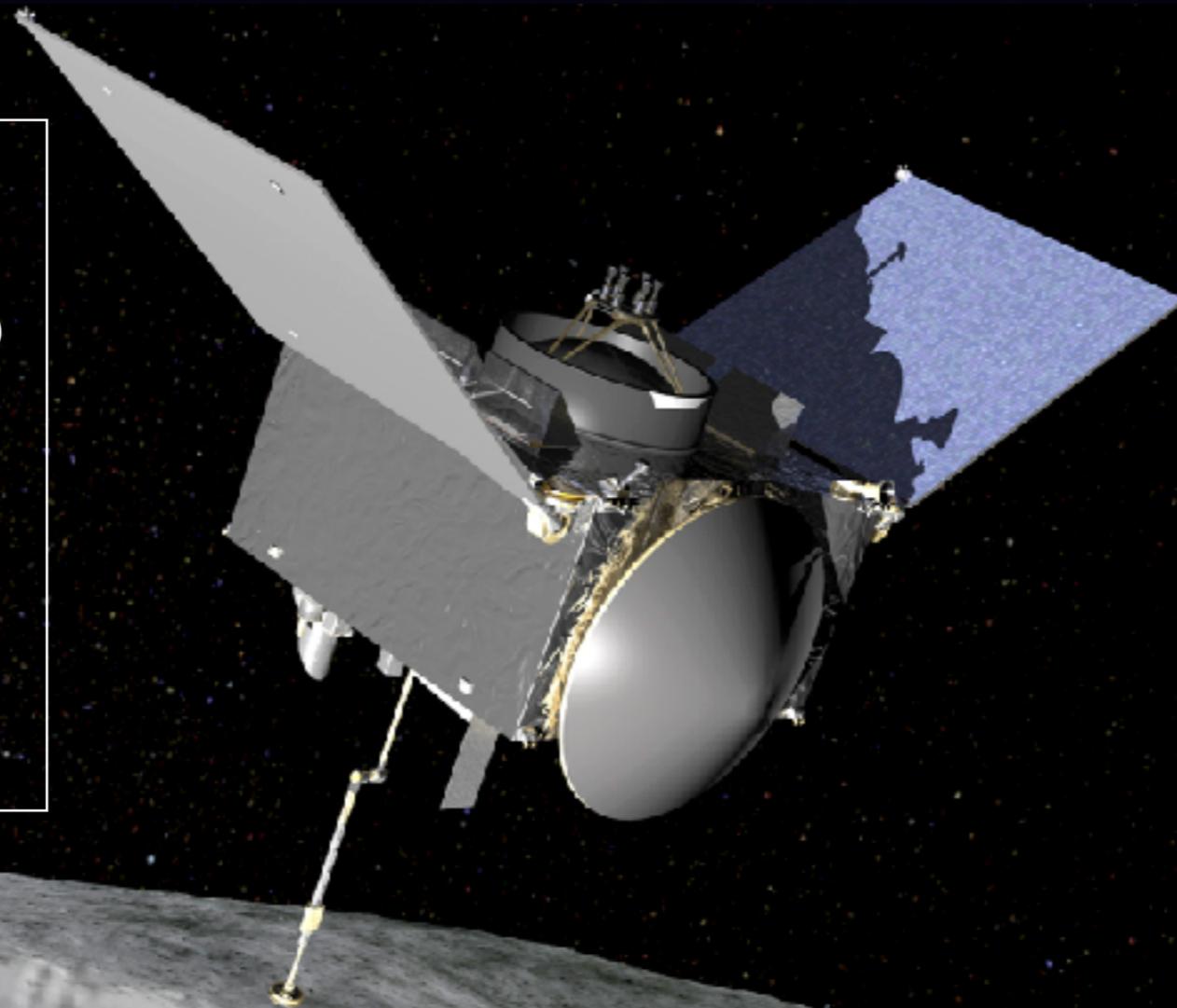
▶ 2017年9月23日 2時頃 (JST)

小惑星Bennuに到着

▶ 2018年8月 (予定)

地球に帰還

▶ 2023年9月 (予定)



オサイリス・レックス (OSIRIS-REx)

小惑星Bennuのサンプルリターン ミッション

打ち上げ日

▶ 2016年9月9日 8時5分 (JST)

地球スイングバイ (地球最接近)

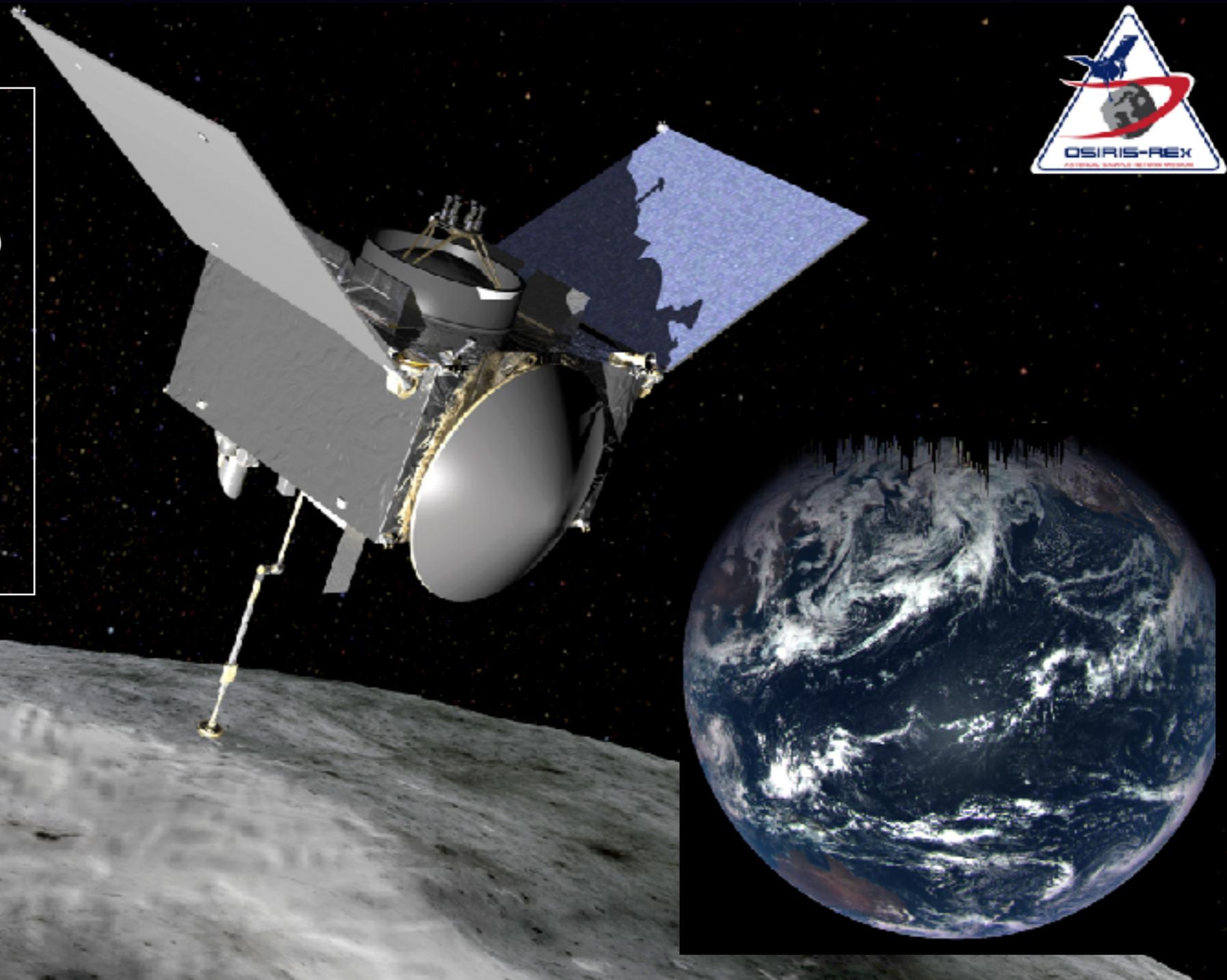
▶ 2017年9月23日 2時頃 (JST)

小惑星Bennuに到着

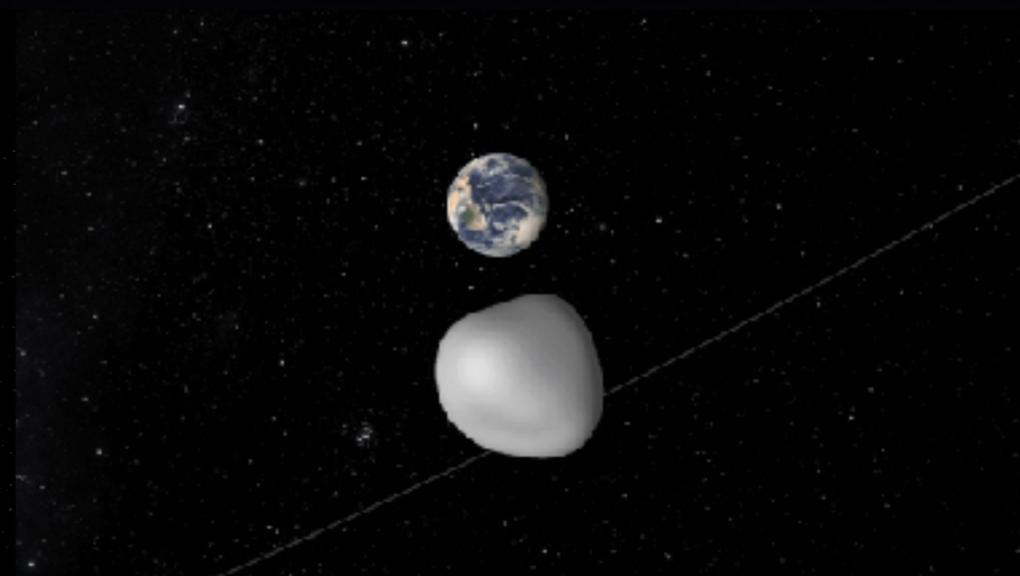
▶ 2018年8月 (予定)

地球に帰還

▶ 2023年9月 (予定)



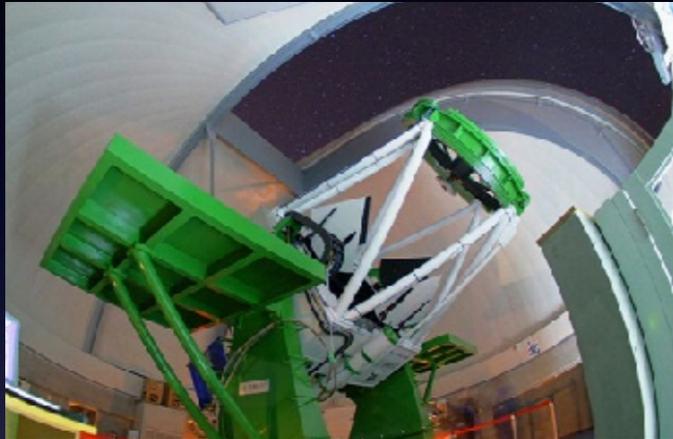
OSIRIS-RExと2012 TC₄



観測対象	OSIRIS-REx	2012 TC ₄
観測日 (期間)	2017年9月22日 (JST)	2017年10月8-11日 (JST)
明るさ (予想)	~14等	10/8-10: 18.8=>17.2等 10/11: 15.5=>15.2等
観測高度	9-22度 (Air mass: 2.6-6.1)	< 37度 (Air mass: > 1.7)
移動量	5"-17"/秒	10/8-10: 0".05/秒=>0".14/秒 10/11: 0".63/秒=>0".74/秒
自転周期	—	約12分

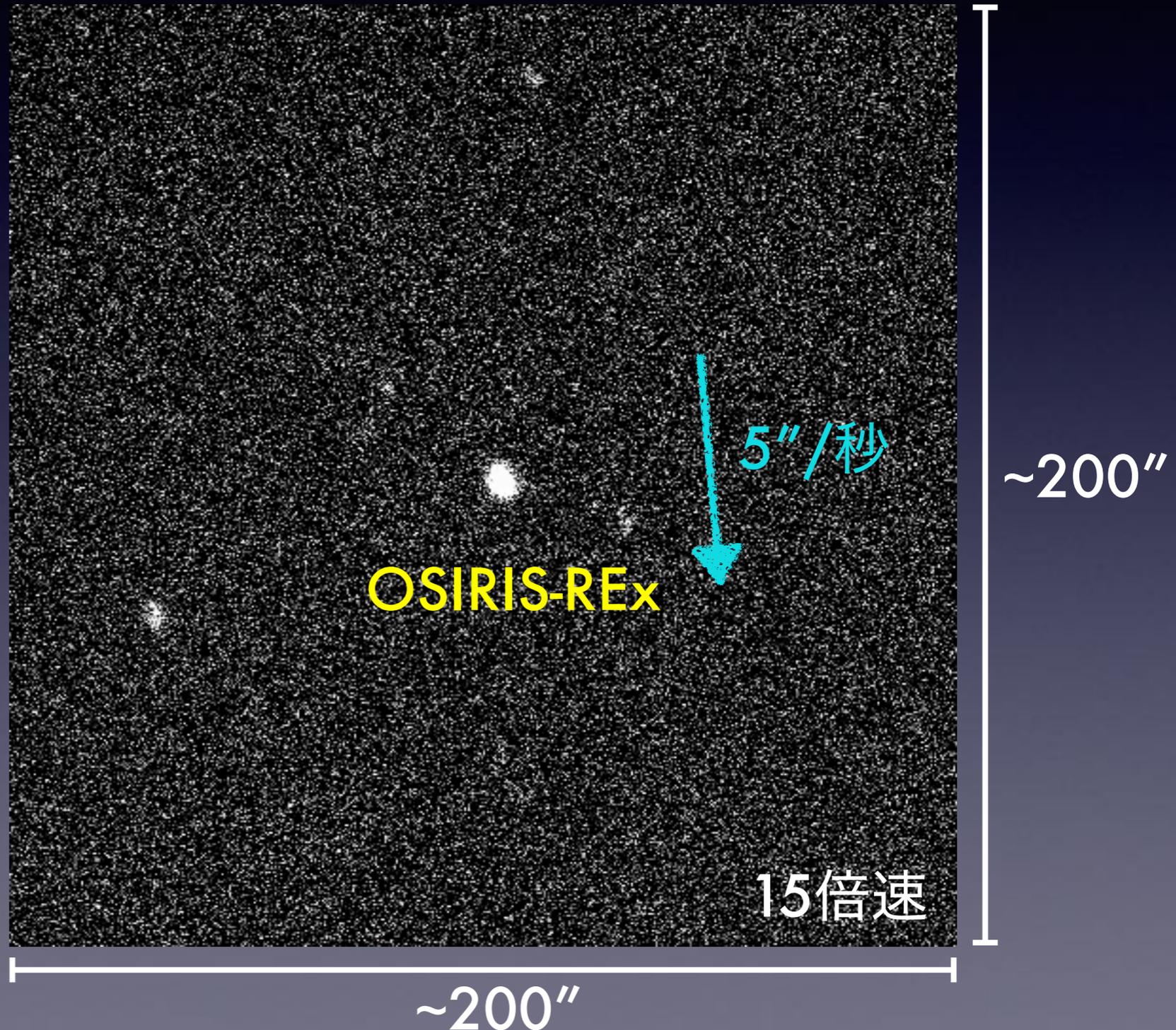
OSIRIS-RExと2012 TC₄

1.6-m プリカ望遠鏡+MSIでの観測



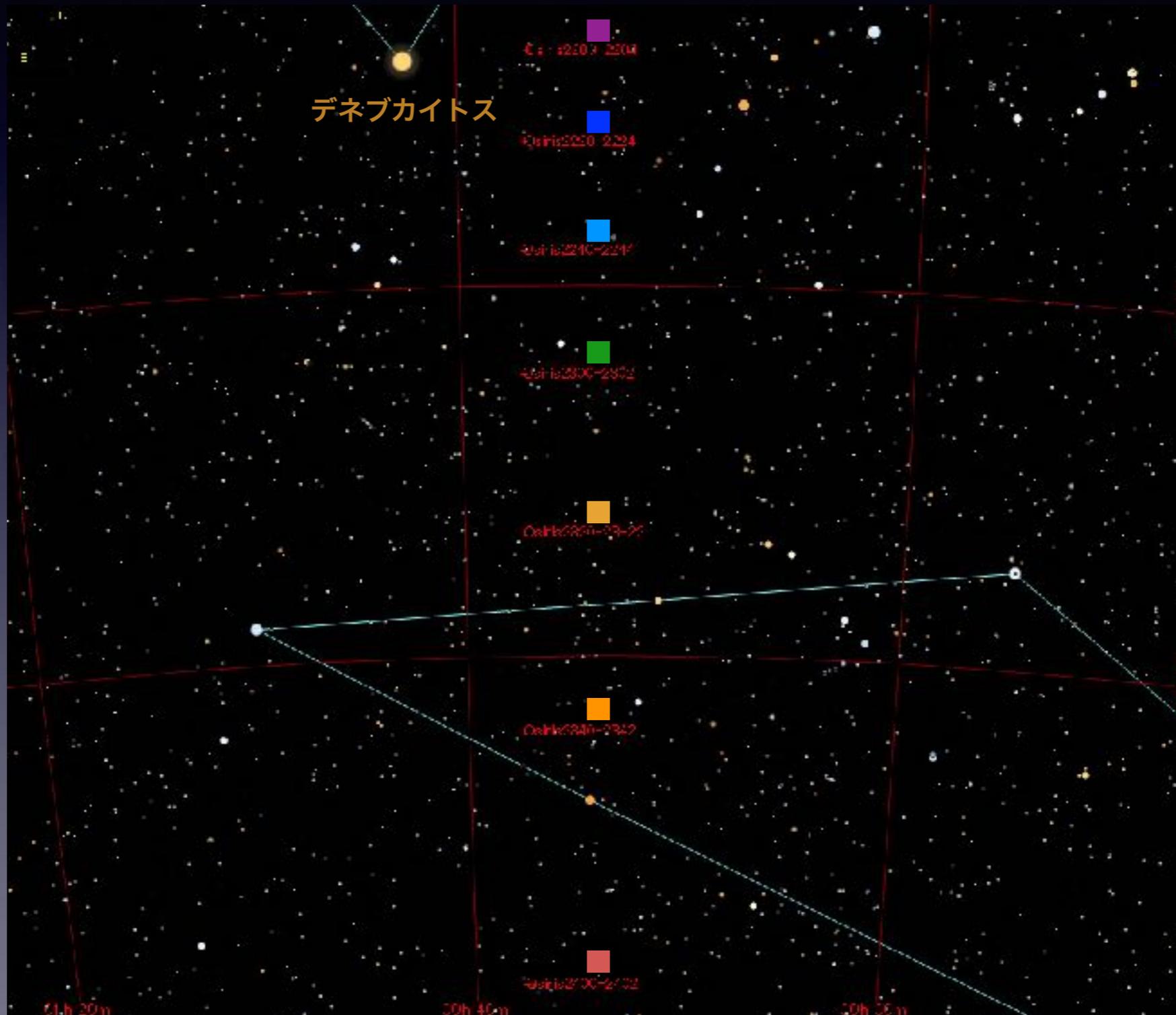
2017/09/22 20h55m (JST)

- EM CCD mode
- EM gain: 250
- Filter: Unfiltered
- Exp. time: 1 sec
- S/N: ~2000



OSIRIS-RExの観測

Meili望遠鏡での観測 (Rバンド, 待ち伏せ作戦)



OSIRIS-RExの観測

Meili望遠鏡での観測 (Rバンド, 待ち伏せ作戦)

領域① 22h00m 2s
移動量: 5".04/秒
Air mass: 2.6

領域③ 22h40m 1s
移動量: 7".10/秒
Air mass: 2.7

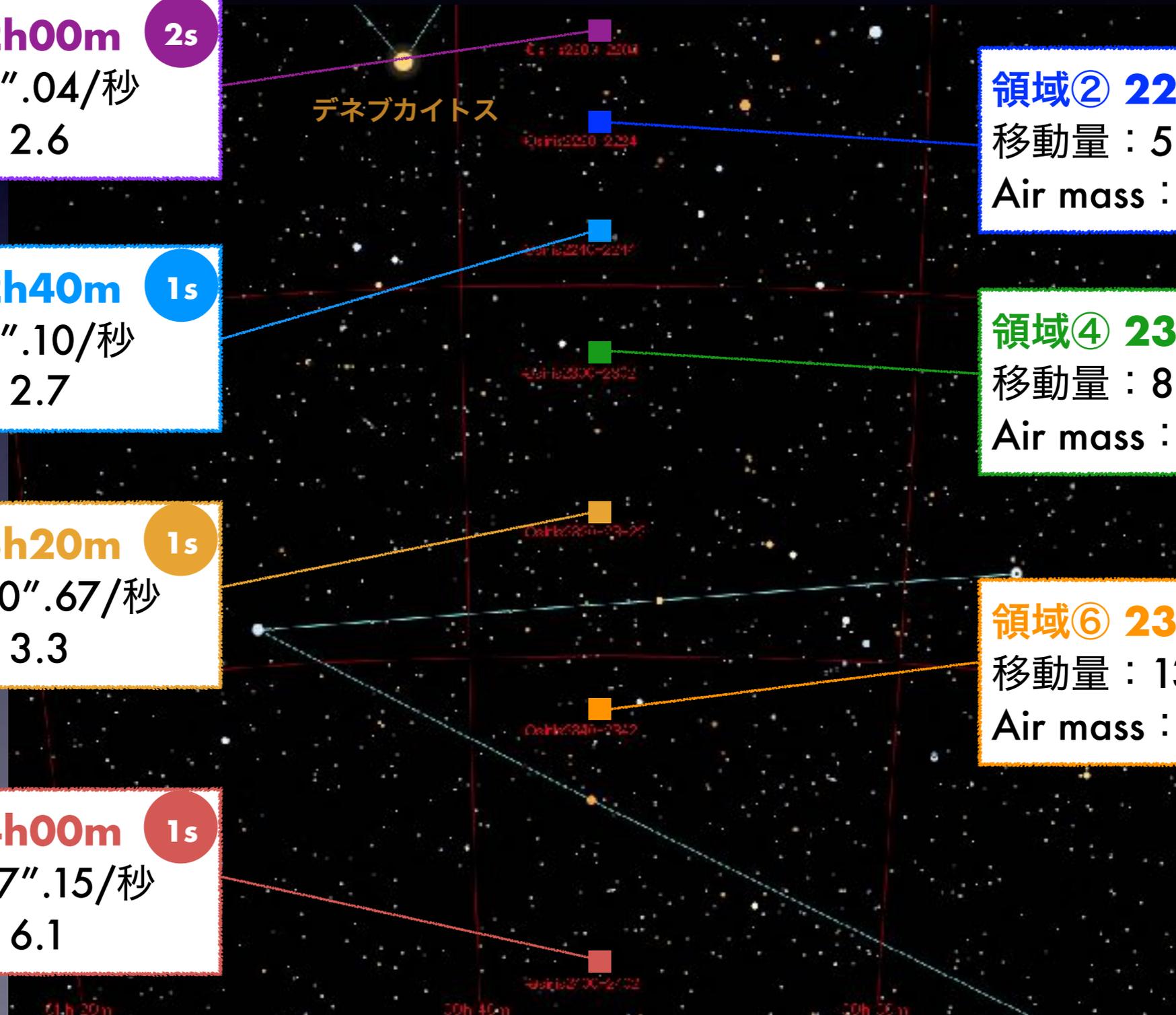
領域⑤ 23h20m 1s
移動量: 10".67/秒
Air mass: 3.3

領域⑦ 24h00m 1s
移動量: 17".15/秒
Air mass: 6.1

領域② 22h20m 1s
移動量: 5".94/秒
Air mass: 2.6

領域④ 23h00m 1s
移動量: 8".63/秒
Air mass: 2.9

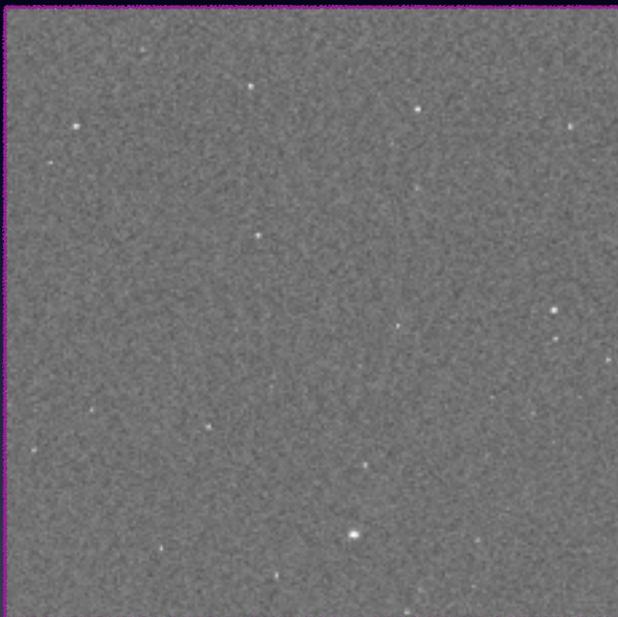
領域⑥ 23h40m 1s
移動量: 13".46/秒
Air mass: 4.1



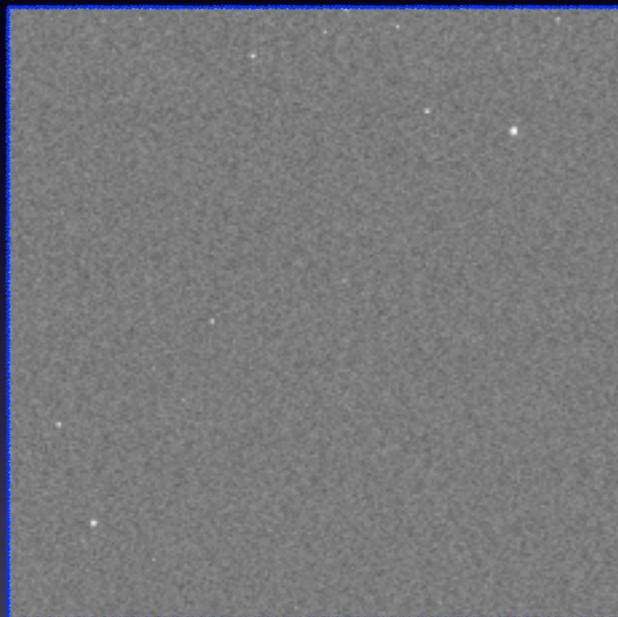
OSIRIS-RExの観測

全てのフレームで（目視で）検出に成功！

領域①



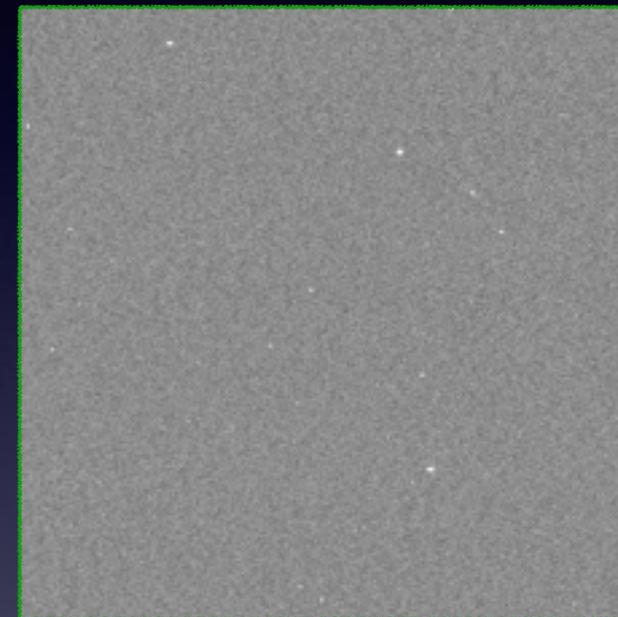
領域②



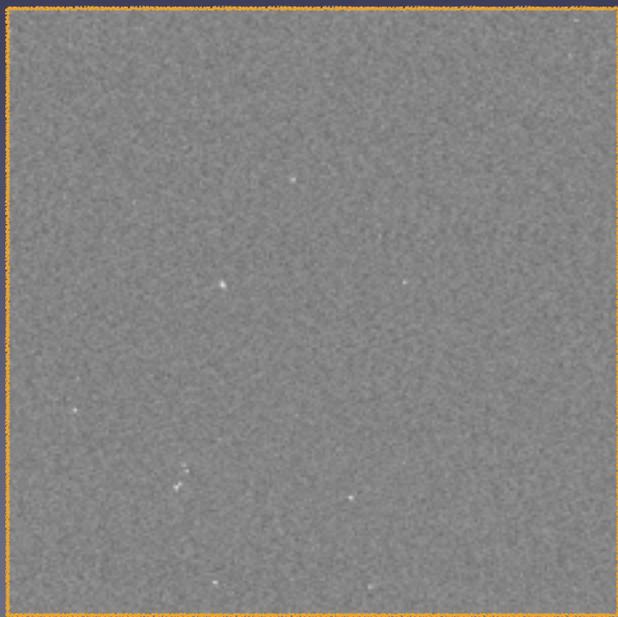
領域③



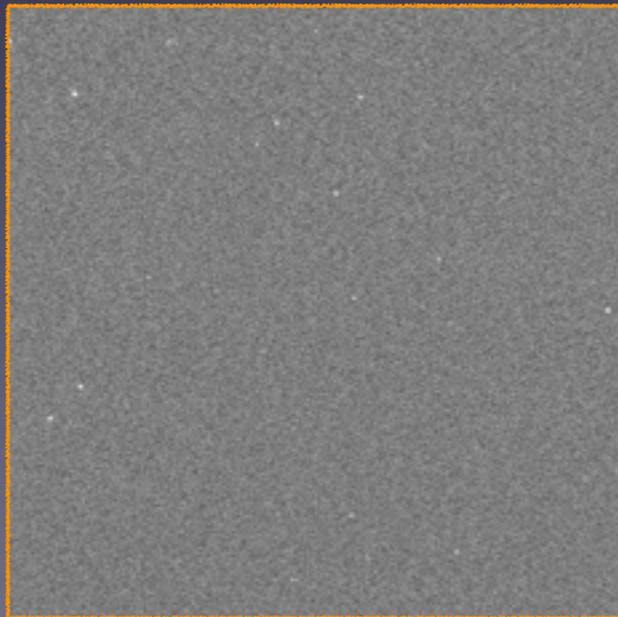
領域④



領域⑤



領域⑥



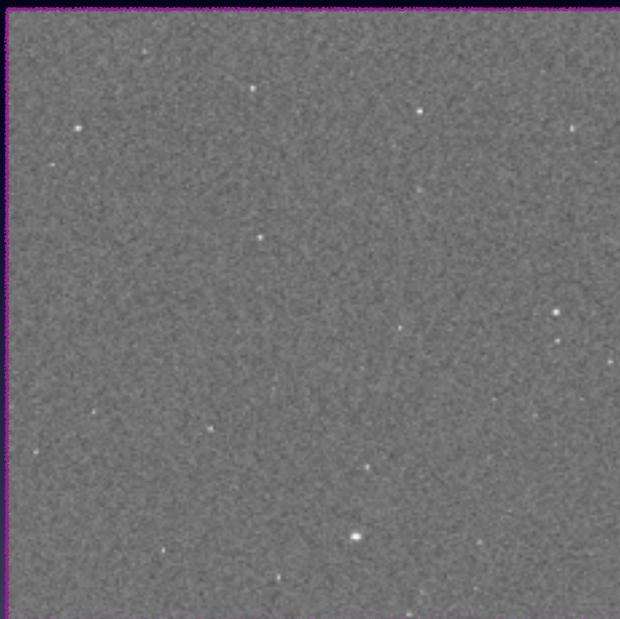
領域⑦



OSIRIS-RExの観測

全てのフレームで（目視で）検出に成功！

領域①



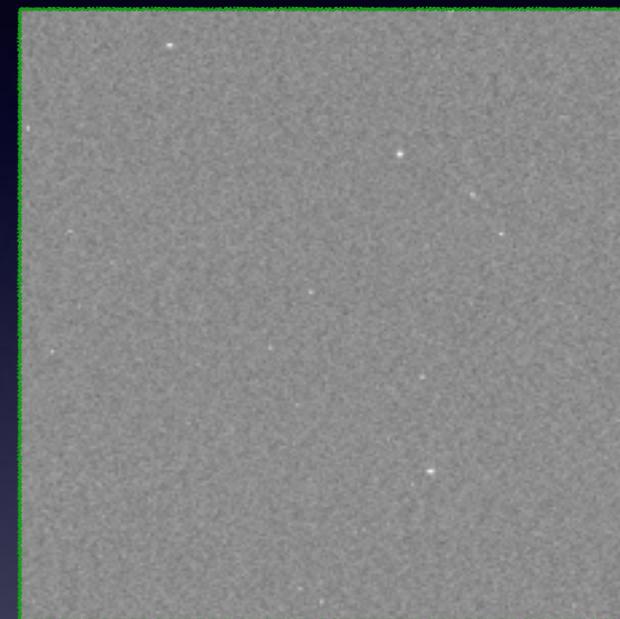
領域②



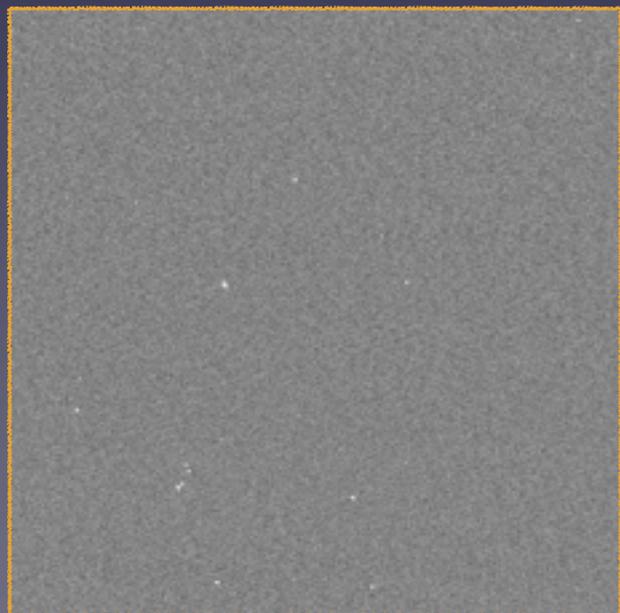
領域③



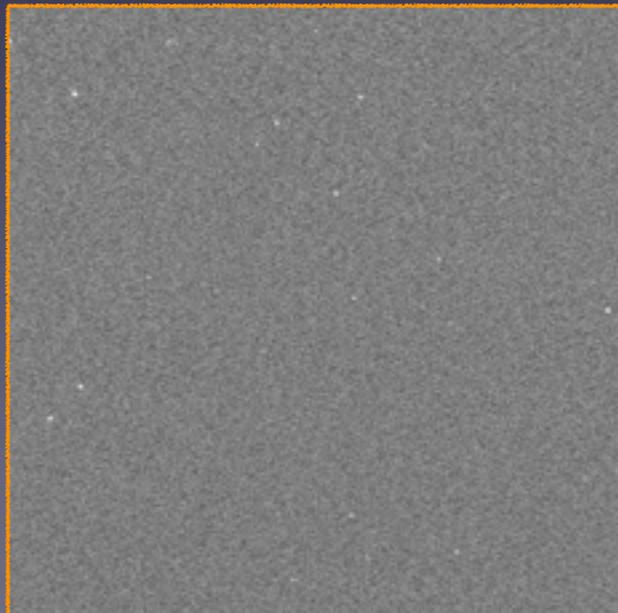
領域④



領域⑤



領域⑥



領域⑦



photometry
pipeline

- ▶ Detection:
S/N > 2.5 (> 2 pix)
- ▶ Analysis: S/N > 8
- ▶ Aperture photometry
- ▶ System: PANSTARRS+

OSIRIS-RExの観測

全てのフレームで（目視で）検出に成功！

領域①



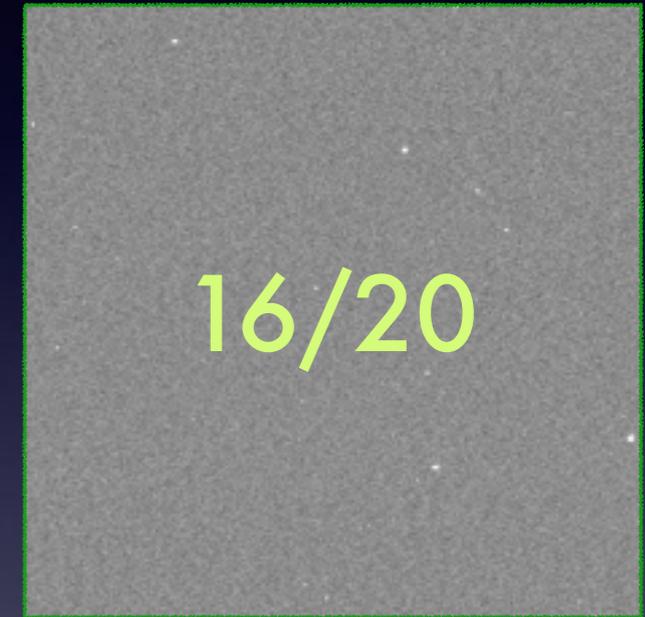
領域②



領域③



領域④



9/16



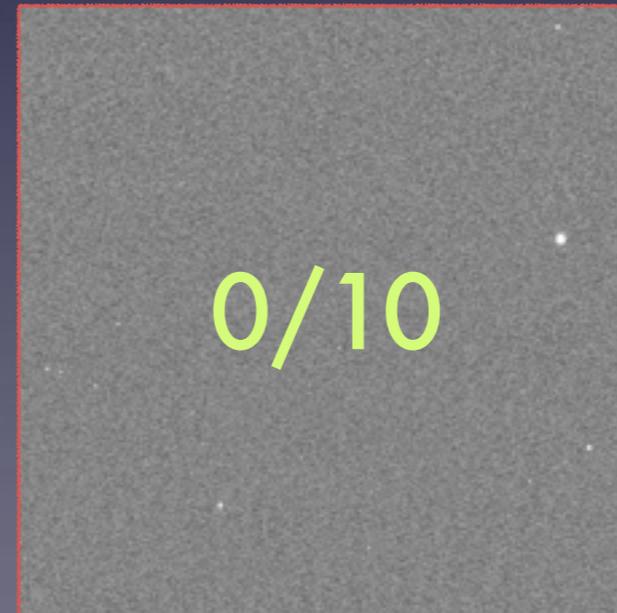
領域⑤

0/12



領域⑥

0/10



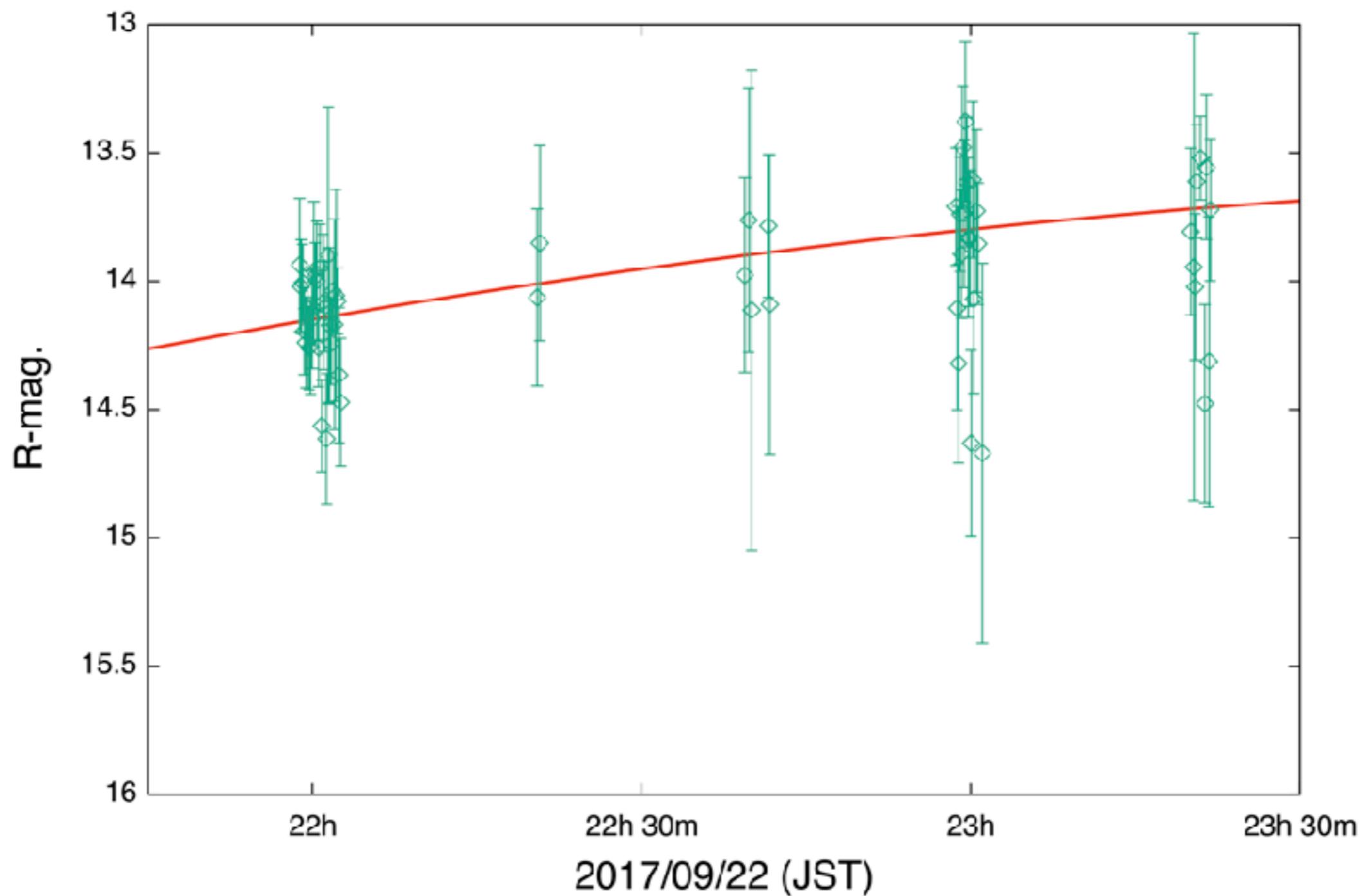
領域⑦

photometry
pipeline

- ▶ Detection:
S/N > 2.5 (> 2 pix)
- ▶ Analysis: S/N > 8
- ▶ Aperture photometry
- ▶ System: PANSTARRS+

OSIRIS-RExの観測

OSIRIS-RExのライトカーブ

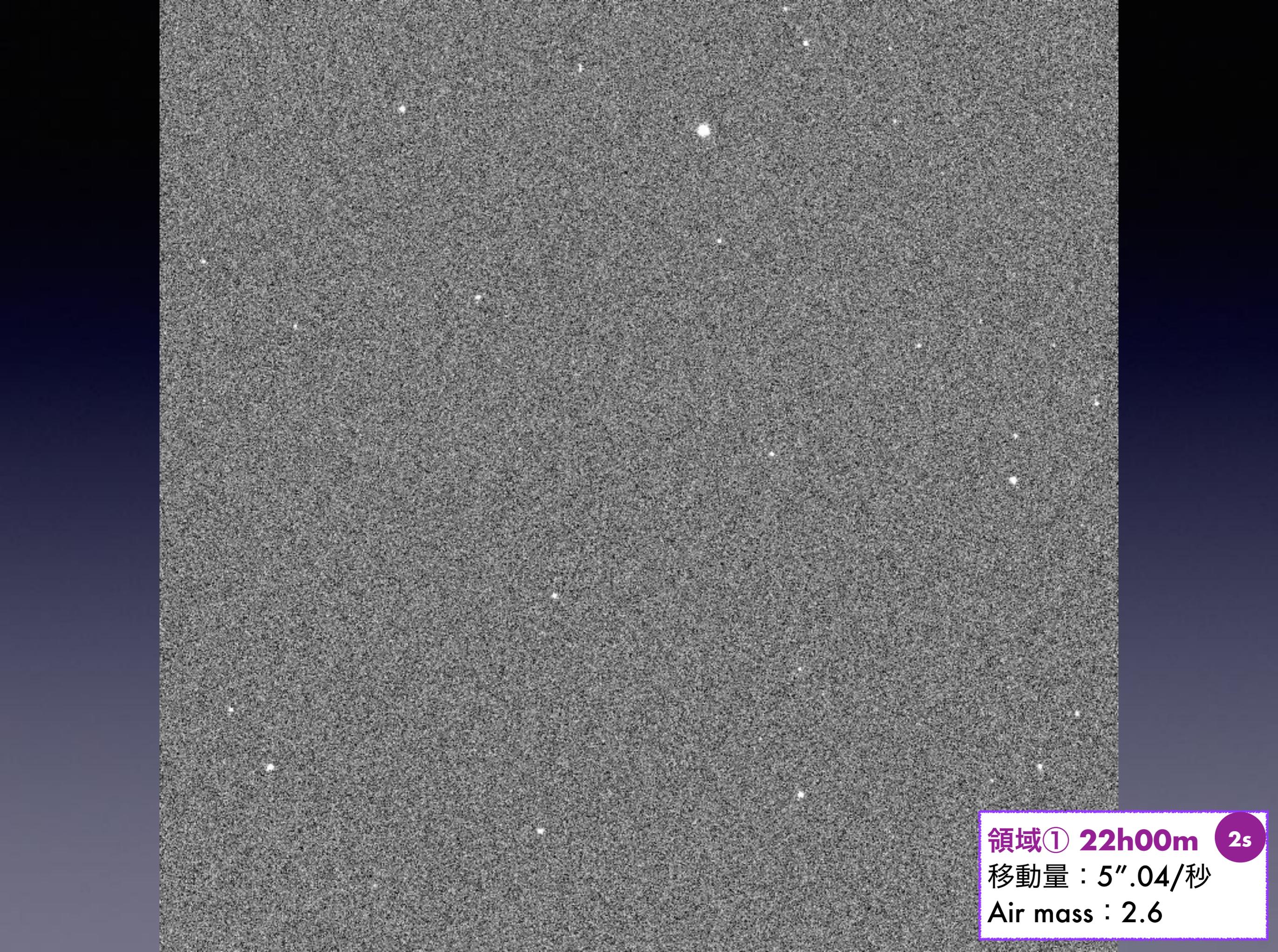


まとめ

- ◆2017年9月22日にOSIRIS-RExの地球スイングバイの観測をMeili望遠鏡で実施した。
- ◆全てのフレームにおいて目視による検出ができた。機械による検出・測光は改良が必要。
- ◆天候の条件が良ければ（高度が低くない時間帯は）地球接近時（10/11）でも2012 TC₄の検出・測光観測が可能。

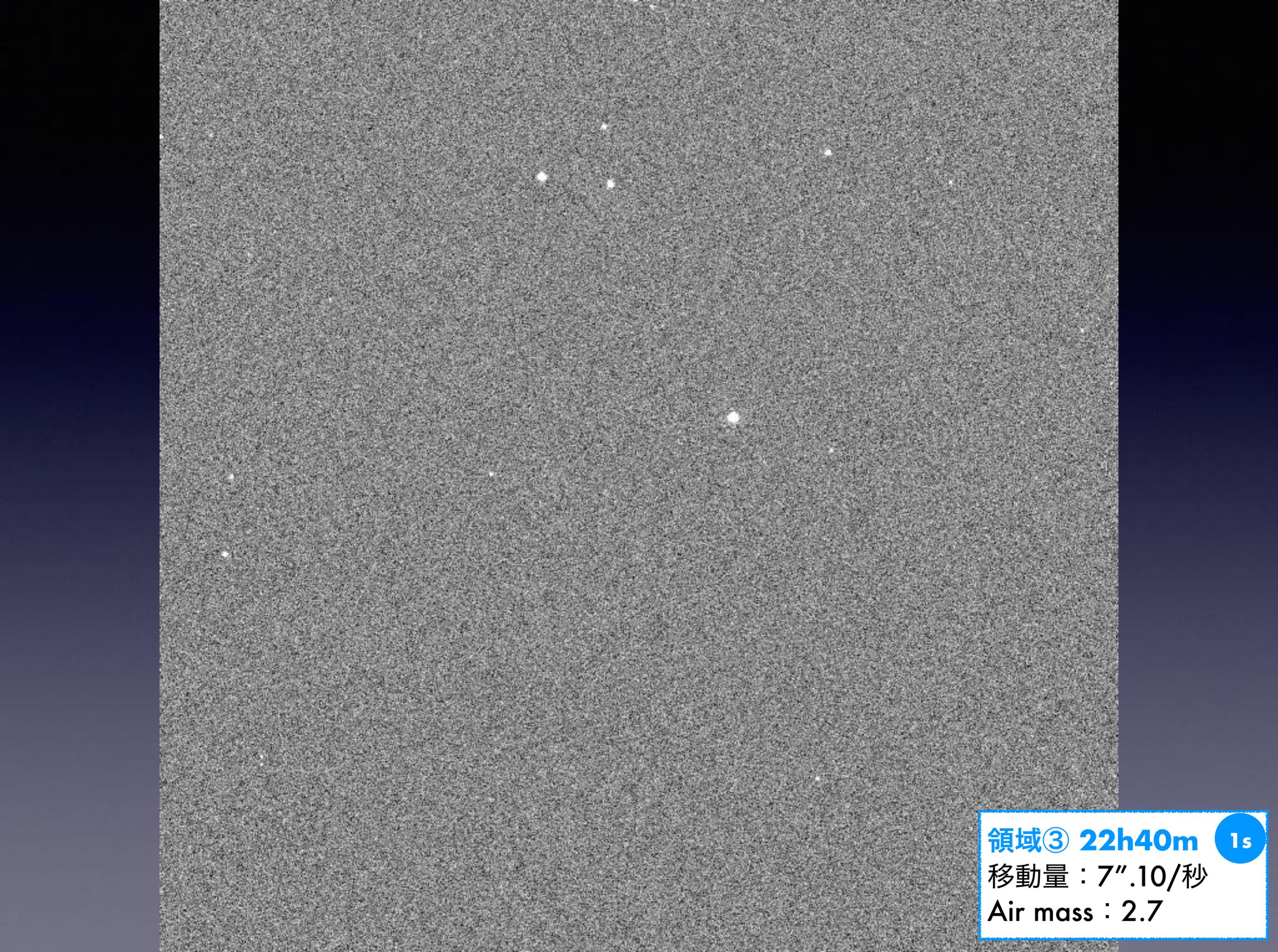
おわり

バックアップ



領域① 22h00m 2s
移動量：5".04/秒
Air mass：2.6

領域② 22h20m 1s
移動量：5".94/秒
Air mass：2.6



領域③ 22h40m 1s
移動量：7".10/秒
Air mass：2.7

領域④ 23h00m 1s
移動量：8".63/秒
Air mass：2.9

領域⑤ 23h20m 1s
移動量：10".67/秒
Air mass：3.3

領域⑥ 23h40m 1s
移動量：13".46/秒
Air mass：4.1

領域⑦ 24h00m 1s
移動量：17".15/秒
Air mass：6.1