



# MAXI運用延長科学審査 小規模計画 OHMAN-JP MAXI-NICER連携観測 MANGA

三原 建弘、岩切 渉、中平 聡志、牧島 一夫、松岡 勝、杉崎 睦(理研)、根来 均(日大)、芹野 素子(青学大)



MAXI延長の科学審査がISAS理学委員会小委員会により2017年11月20日に行われた。MAXI後期運用延長期間(2015-2017年度)においてフルサクセスクリテリアが達成され、国際的にも評価されていること、今後1年(2018年度)の再延長により、サイエンス成果の拡大が期待できることが認められた。MAXI延長の科学的トピックスの1つが、ISSに搭載されたX線望遠鏡型検出器NICERとの連携である。MAXI-NICERのISS機上連携は**OHMAN (On-orbit Hookup of MAXI And NICER)**と名付けられ、日米両方で提案された。日本側(OHMAN-JP)は2017年度ISAS小規模計画に採択され、ソフトウェア開発が行われている。それに先立ち、地上経由での連携は**MANGA (MAXI And NICER Ground Alert)**としてすでに始めている。超巨大な恒星フレアやMAXIブラックホール新星の状態遷移など、5天体の観測を行った。

## MAXI運用延長科学審査

MAXIは2009年12月~2012年2月の定常運用ののち、2012年3月、2015年3月の二度の審査を経て、おのこの後期運用およびその延長を実施中である。2018年4月以降の後期運用再延長について、JAXA有人宇宙技術部門から宇宙研に科学評価が依頼され、科学評価小委員会(外国人2名を含む8名で構成)にて審査が行われた。

(2017.12.11.理学委員会への答申より)

1. MAXIは後期運用延長においてフルサクセスクリテリアのすべてを達成していることを確認した。
2. MAXIの成果は、X線天文学の各分野のみならず、多波長および非電磁波観測を含む多方面に大きな波及効果を与えており、MAXIチームばかりでなく、チーム外からもMAXIのデータを利用した多数の論文が出版されている。また、世界14カ国の26名の研究者から届いたサポートレターからも分かるように、国際的に高く評価されている。
3. 平成30(2018)年度以降、多波長観測・マルチメッセンジャー観測と連携し、既知の変動天体のみならず重力波天体やニュートリノ源の観測など成果の拡大が期待できる。

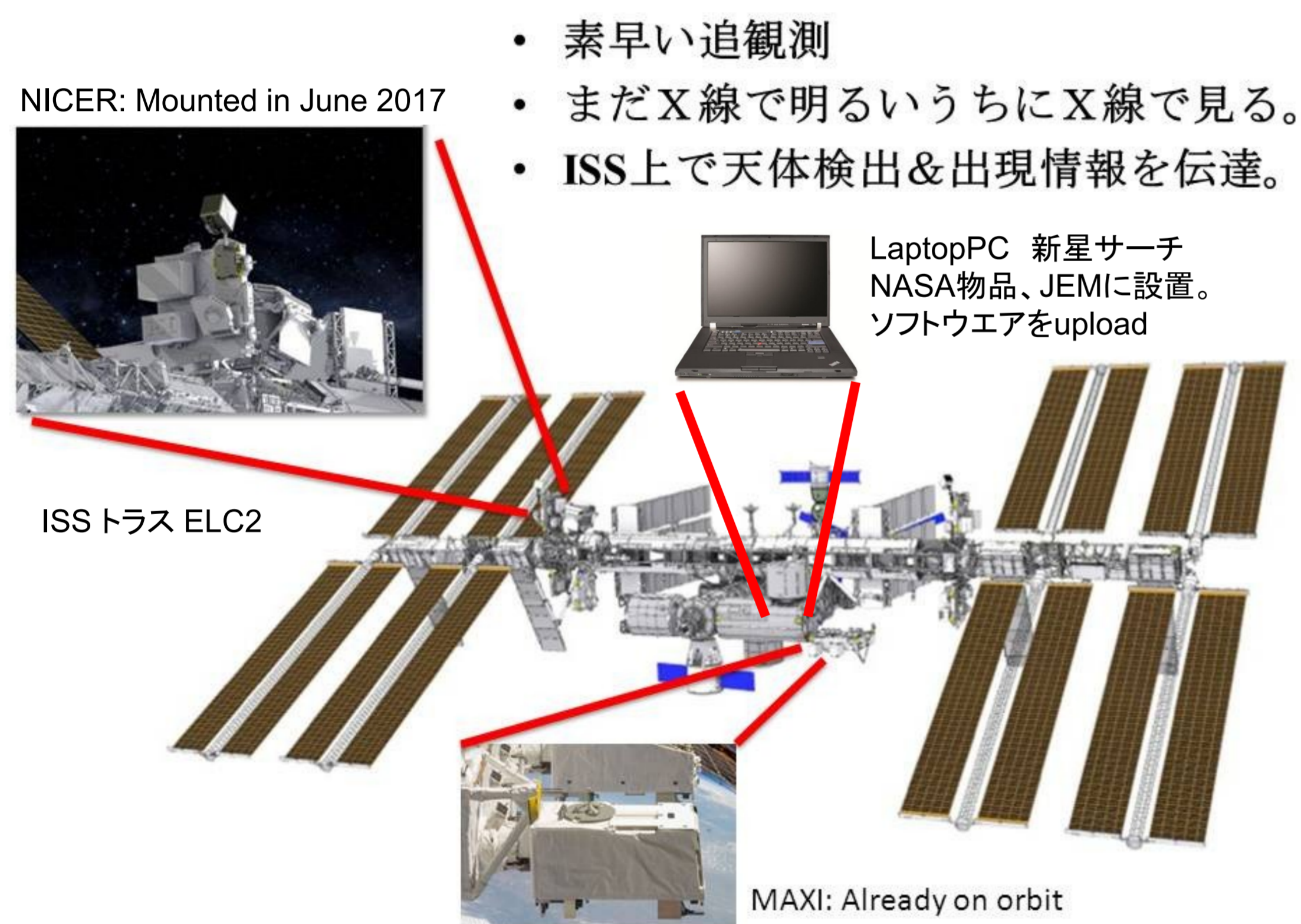
本答申は、JAXA有人宇宙技術部門により開かれるMAXI後期運用延長終了審査会に提出される。継続運用の可否は、JAXAの経営判断も考慮の上、同部門により判断される。

## フルサクセスクリテリア達成状況(2015-2017年度)

1) GSCを用いて、検出限界(平均強度0.4mCrab)を達成する。検出天体数予測約800個	MAXI 高銀緯カタログv3 (7年間)(Kawamuro+ to be submitted) 682 天体 0.4 mCrab	
かつ	MAXI 低銀緯カタログv1 (7年間)(Hori+ submitted to ApJS) 214 天体 0.4 mCrab	達成
2) SSCを用いて、MAXI稼働期間中では唯一の軟X線全天カタログを出版する。	SSC ソースカタログ (Tomida+ 2016) 140 天体 3 mCrab	達成
かつ	Atelへ103件 (2014.12-2017.10) 6 個の新天体の発見	達成
3) 全世界の天文学会に貢献するために、突発現象を速報する。		

## 小規模計画 OHMAN-JP

### MAXI-NICERのISS機上連携計画 OHMAN



<http://maxi.riken.jp/ohman-jp>

OHMAN計画は、広く浅く全天を監視しているMAXIと、狭い視野を深く観測できるNICERという2装置を、ISS上で連携させ、**X線突発天体のX線による即時追観測**(発見2分後)を実現しようという計画である。2016年秋にNICERチームとMAXIチームで開発切り分けを行い、NICER側はNASA MIDEX MOOIに、MAXI側はISAS小規模予算に応募した。日本側(OHMAN-JP)は採択され2017年度でソフトウェア開発が行われている。アメリカ側は落選したが、次なる予算申請を画策中である。

OHMAN-JPの具体的形態は、現状のISSのセッティングで、できるだけハードルを低く実現するため、有人宇宙技術センターの関係者と相談のうえ以下のようにした。

1. 機上PCはwindows OSのまま、ノバサーチを一つのプログラムとして実行する。この形態ならば通常オペレーション内で実行できる。OHMAN-JPではJAXA/TKSCのLinuxで稼働中のMAXIノバサーチ(C言語)を機上windows用に移植する。ISSでは現在PCのリプレースが進行中であり、OHMANでは従来のPCを1台占有することを念頭に処理能力等を考慮して開発する。

2. ISSのネットワーク形態に影響を与えないように、MAXIデータは中速系(イーサネット)データを使い、JEM内のネットワークハブのモニタ機能で、地上に向かってMAXIデータを複製してPCにも流す。OHMAN-JPではプロミスキャス・モードでMAXIデータを取得するソフトを開発する。

ソフトウェアの試験は、まず地上にあるハブ・PCの同等品に機上のwiresharkでキャプチャーしたMAXIのデータを流して行き、次に機上の空いているPCを一時的に使って実際に行う。OHMAN-PCのHKはPC内に作成したHKファイルのdownloadで確認する。

ゆくゆくNASA側の準備ができたあかつきには、新星情報は同PC内のNICER visibilityソフトでチェックされ、コマンドが生成され、イーサネットでNASA側のネットワークに発信される。NASA側の機器がそれを受けて、MILstd1553BにてNICERへコマンドを送信する。

## MAXI-NICER連携観測 MANGA

NICERは、昨年2017年6月にSpace-X Falcon 9 ロケットにより無事ISSに到着し、ELC2にインストールされ、アライメント調整等を終え、科学観測を開始した。軌道上での検出器の性能は、ほぼ予測通りの性能を示しており、現在メインターゲットである孤立中性子星を中心に、順調に観測を行っている。

我々MAXIチームは、NICERの打ち上げ前から、OHMAN計画を通してNICERチームと緊密に連絡を取り合っており、NICER打上げの一ヶ月後にはMAXIが捉えた恒星フレアに対してNICERによる追観測に成功した。この取り組みは、地上で突発現象の情報伝達を行っていることから、MANGA (MAXI And NICER Ground Alert) と呼称している。これまで約1ヶ月に1回の頻度で、この連携観測が発動している。現在は、より早く常時NICERの追観測を実現すべく(MAXIで検出後1時間以内を目標に)、NICERチーム(NASAゴダード宇宙飛行センター)が、NASAマーシャル宇宙飛行センターとも協力して、運用体制を構築中である。

### これまでのMANGAの成果

#### MAXI detection

#### Follow up of NICER

2017/07/18 MAXIがはえ座の恒星GT Musからフレアを検出。ピークX線光度は $\sim 2 \times 10^{33}$  ergs/s ( $\sim 0.1$  Crab)。

約1日後にNICERによる追観測に成功し、フレア中のX線スペクトルの取得に成功

2017/09/04 MAXIとSwift衛星がコンパス座方向に新星MAXI J1535-571を発見。MAXIは状態遷移が始まる兆候をNICERチームに連絡。光度は $\sim 5$  Crabにも達し、21世紀で最大のX-ray Novaとなる。

数Crabの明るさでも問題なくデータを取得でき、QPOの変動、広がった鉄輝線の兆候をAstronomer's telegramに投稿(NICER初)。その後も断続的にモニター観測中。

2017/10/01 MAXIとSwift衛星がカシオペア座方向に新星Swift J0243.6+6124を発見。Be型星とパルサーの連星系と考えられ、ピーク光度は $\sim 7$  Crabに到達。

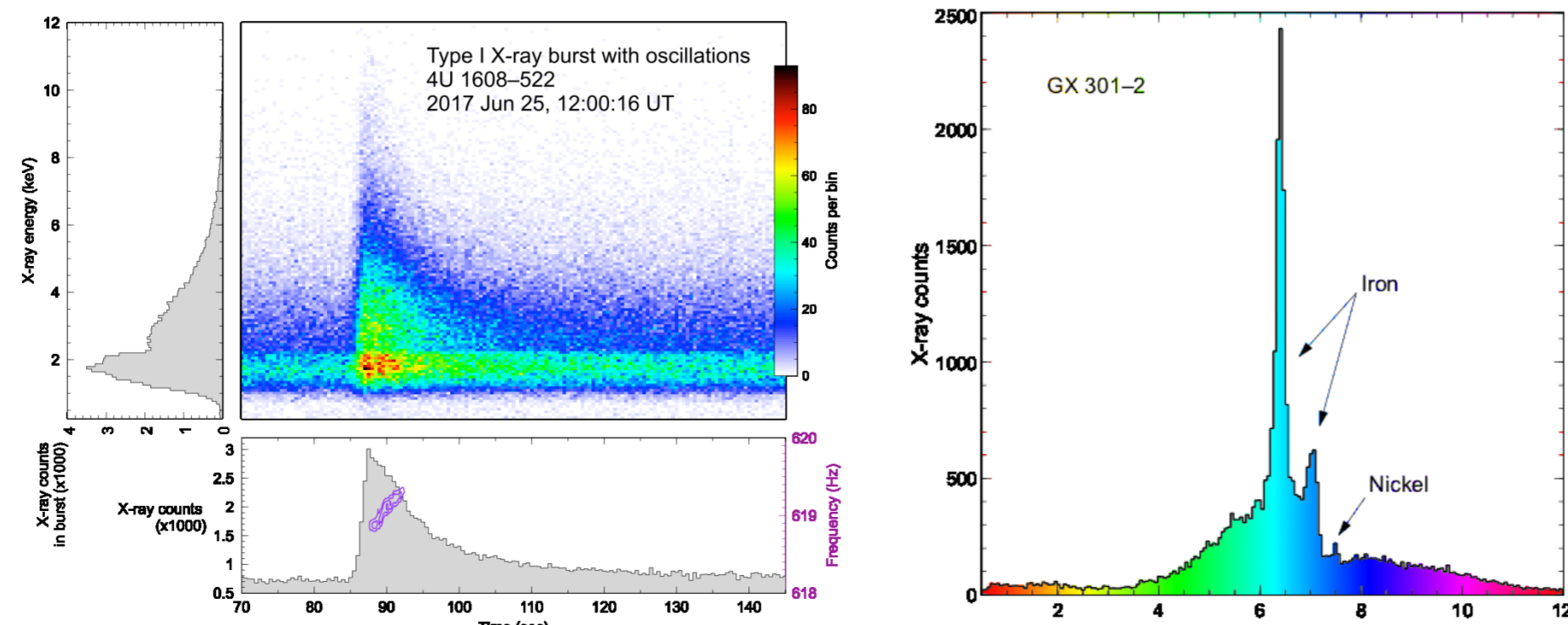
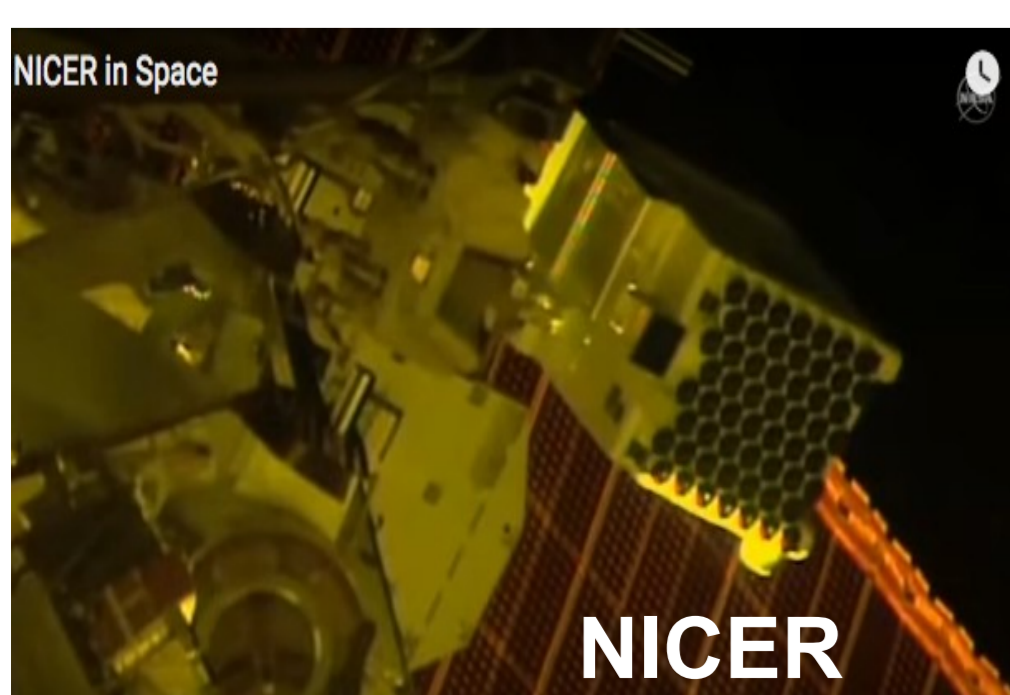
発見の初期段階( $\sim 0.1$  Crab)から、ピーク( $\sim 7$  Crab)に至るまで断続的に観測。

2017/10/19 MAXIが新星MAXI J1621-501を発見。X線バーストを検出していることからNS-LMXBと思われる。

発見の初期段階でのスペクトルの取得に成功。

2017/11/09 MAXIが牡羊座の恒星UX Ariからのフレアを検出。ピーク光度は $\sim 2 \times 10^{32}$  ergs/s ( $\sim 0.05$  Crab)。

約1日後にNICERによる追観測に成功し、フレア継続中のX線スペクトルの取得に成功



ISSモニタカメラによるNICER。56台のX線集光鏡が見える。  
<https://www.nasa.gov/nicer>

<https://www.nasa.gov/press-release/goddard/2017/nasa-neutron-star-mission-begins-science-operations>