

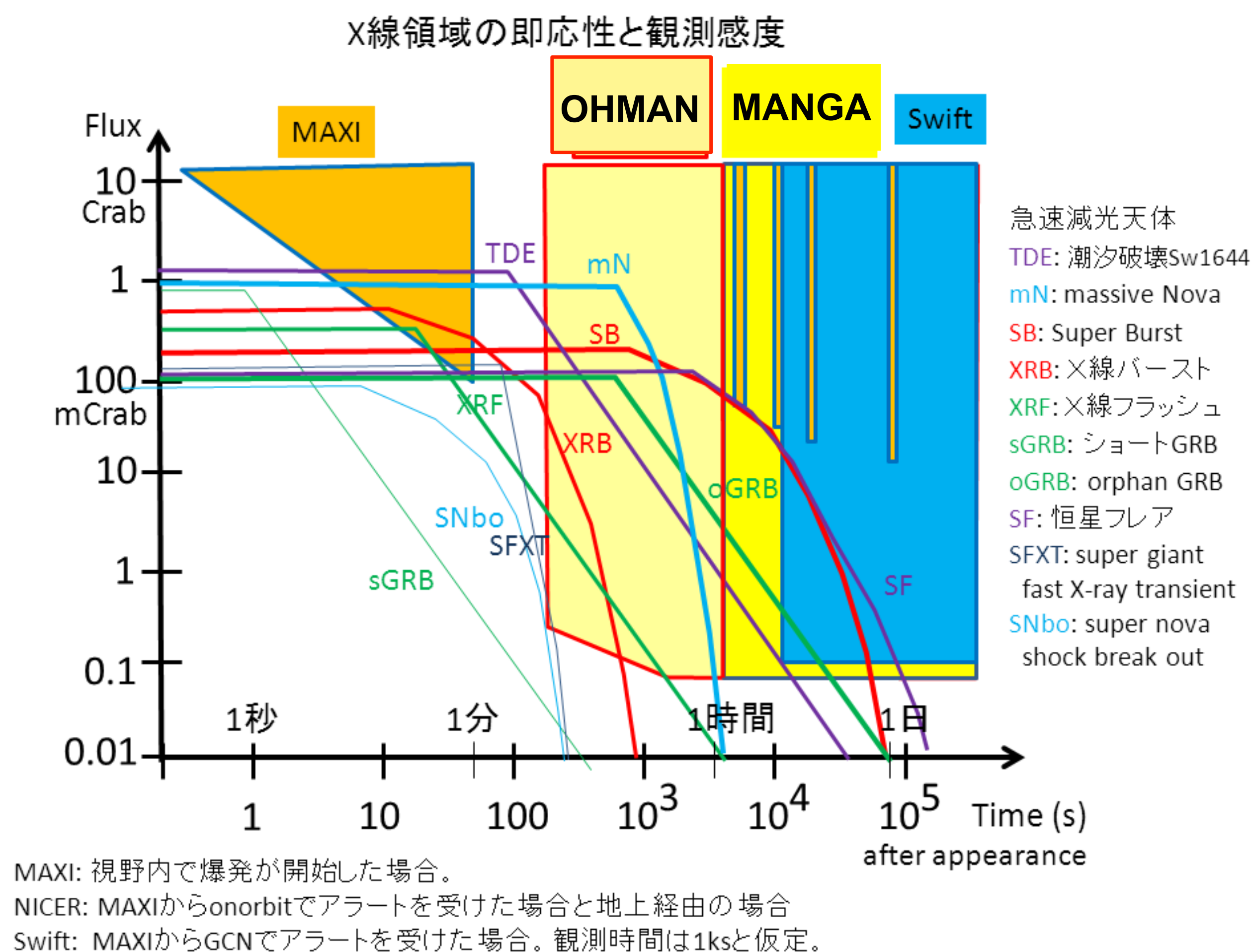
MAXI-NICER連携による突発天体のX線観測：MANGAとOHMAN



岩切 渉(中央大)、三原 建弘、中平 聡志(理研)、芹野 素子(青学大)、根来 均(日大)、坪井 陽子、佐々木 亮、河合 広樹(中央大)、榎戸 輝揚(京大) and MAXI チーム

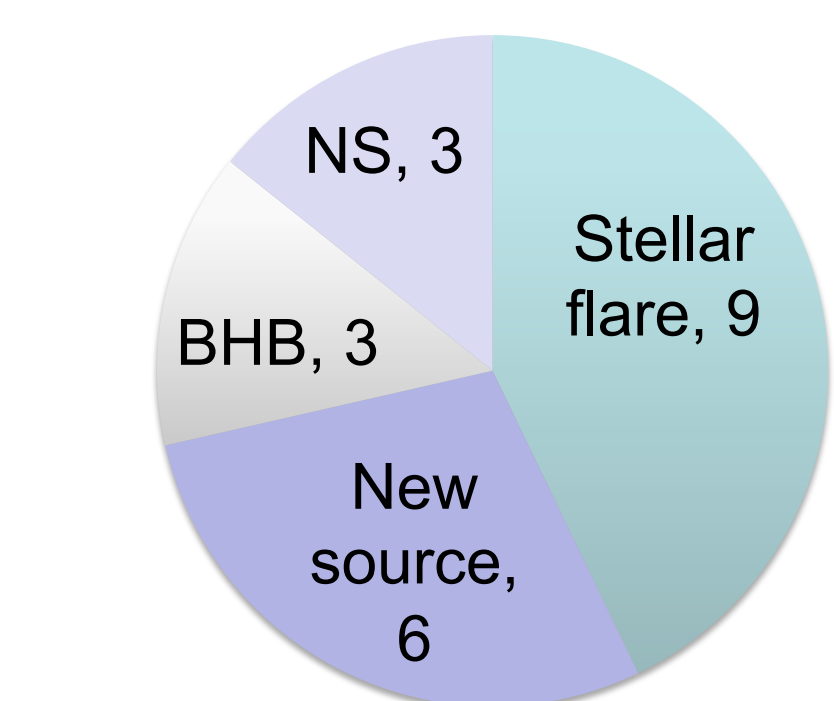
MANGA (MAXI And NICER Ground Alert)、及び OHMAN (On-orbit Hookup of MAXI And NICER)は、未開拓領域となっている軟X線帯での突発天体の即応観測を目指して、共にISS搭載の全天X線監視装置MAXIと、NASA/GSFCのNICER望遠鏡とを連携させる計画である。MANGAにおいては、2017年7月のNICER運用開始から15ヶ月で21天体のMAXIトリガーによるフォローアップ観測を行い、食変光星アルゴルの珍しいX線フレア「食」の観測等に成功している。これまでの最速観測開始はMAXIトリガーから～3時間で、この時はMAXIが発見した新天体 MAXI J1727-203の精密位置の決定と、アウトバースト開始初期段階での高品質データを取得できた。OHMANにおいては、2017年度の ISAS 小規模計画により軌道上ソフトウェアの開発を行った。今年度はそれを引き継ぎ、フライト品同等品(JEMのネットワーク機器LEHXとラップトップPC)を用いた試験を行った。2019年1月17日には実際の軌道上で数軌道の間、走らせる試験を行う。また2018年7月のISS R&D国際会議のJAXA-NASA workshopではJp-US collaborationの目玉としてOHMANのプレゼンをMAXI側とNICER側から行い、NASA HQ, ISS section長 Gerstinmeyer氏にOHMANを認識していただき、summary talkで言及をいただいた。

軟X線突発天体



ガンマ線バーストをはじめとした硬X線を放つ突発天体に関しては、Swift衛星の活躍等から、発生から数十秒後での軟X線での追観測に成功している。しかし、太陽フレアの10万倍のエネルギーを放つ巨大恒星フレアや、中性子星表面に堆積した炭素の核融合に伴うと考えられる継続時間の長いX線スーパーバースト等の軟X線突発天体、さらには急速な減光を示し、正体が同定できなかったMAXI未同定天体(MUSST)は、Swiftではトリガーできず、詳細な追観測を行うまでに早くも数時間を要し、未開拓領域となっている。そこで我々は、同じISS上に搭載されているMAXIと、軟X線に大有効面積を誇るNASAゴダード宇宙飛行センター(NASA/GSFC)のNICER望遠鏡を連携させることにより、軟X線突発天体の謎に迫る。

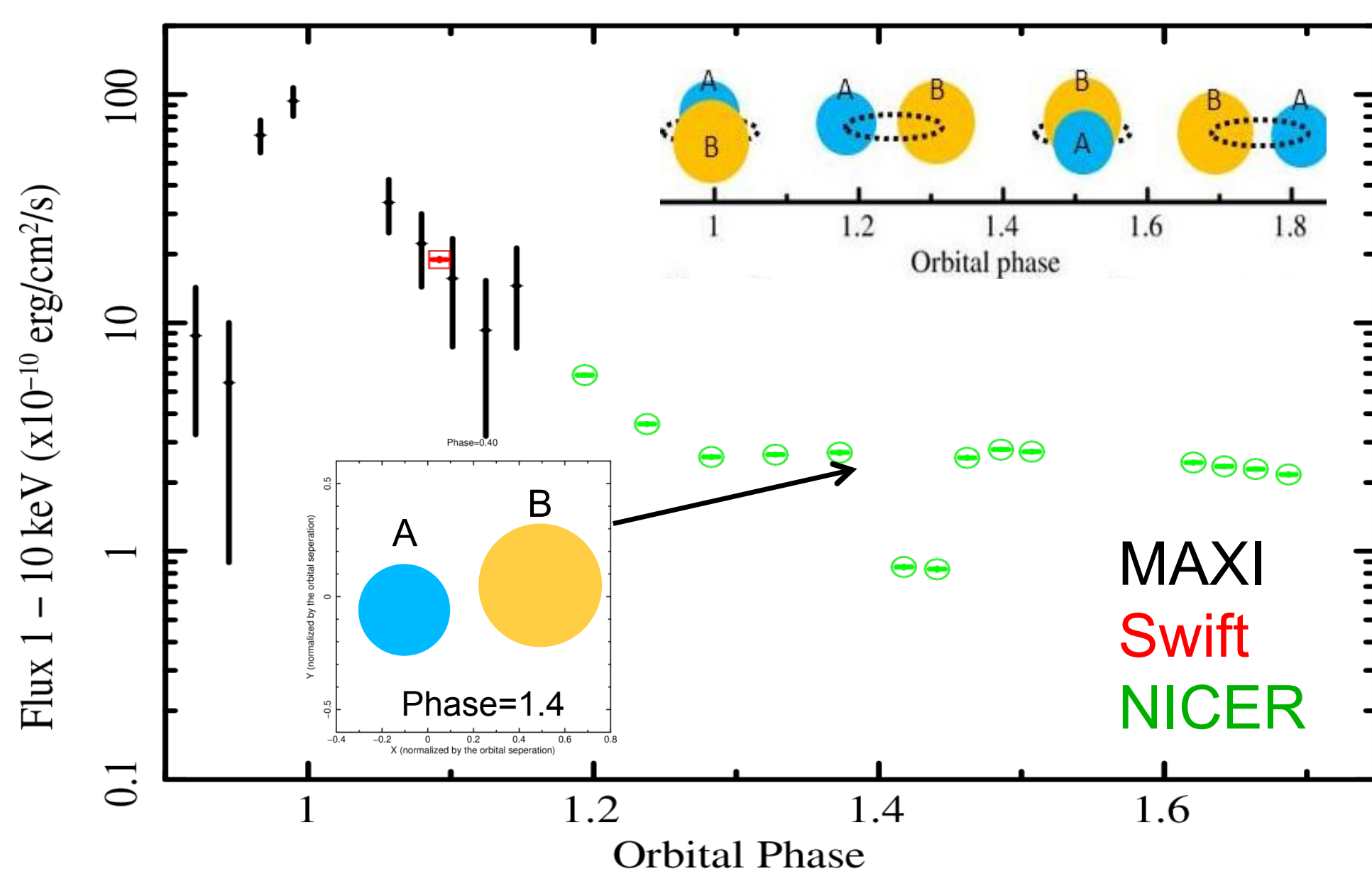
MANGA



MANGAで観測された21個の突発天体の内訳

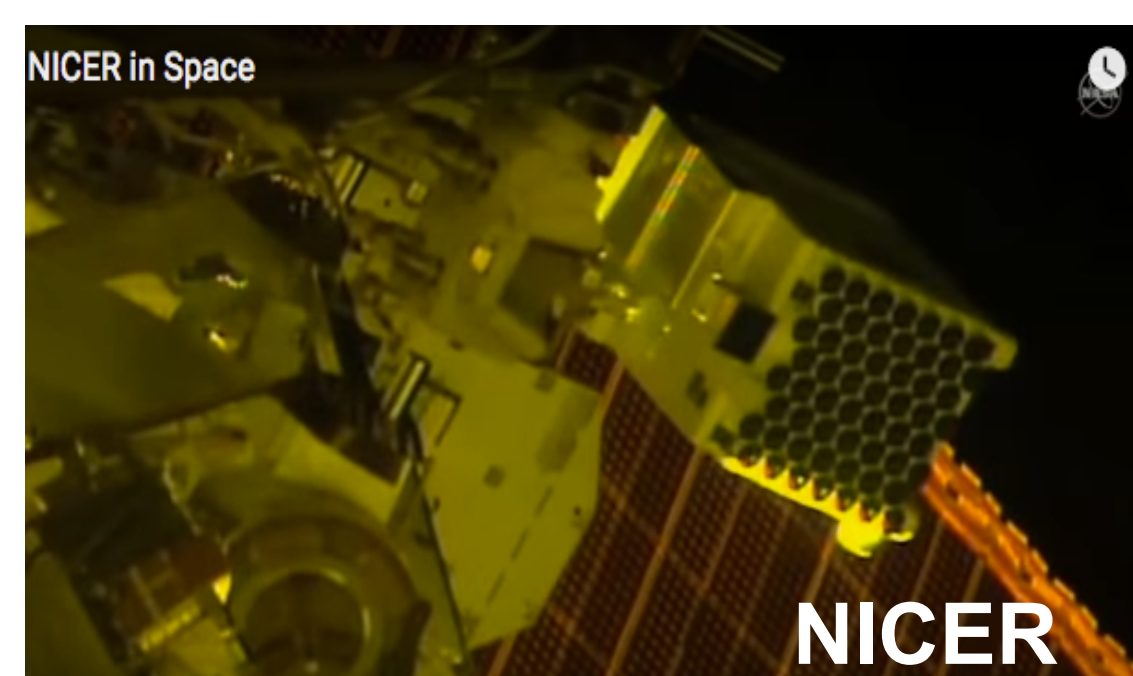
2017年7月のNICER運用開始から、2018年12月までに21件のMANGA観測に成功した。内訳としては恒星フレアが最も多く、次いで6つの新天体(うち5つはMAXIによる発見)のフォローアップ観測であった。残念ながら、スーパーバースト、MAXI未同定天体の追観測には成功していない。

恒星フレア (例:アルゴル)

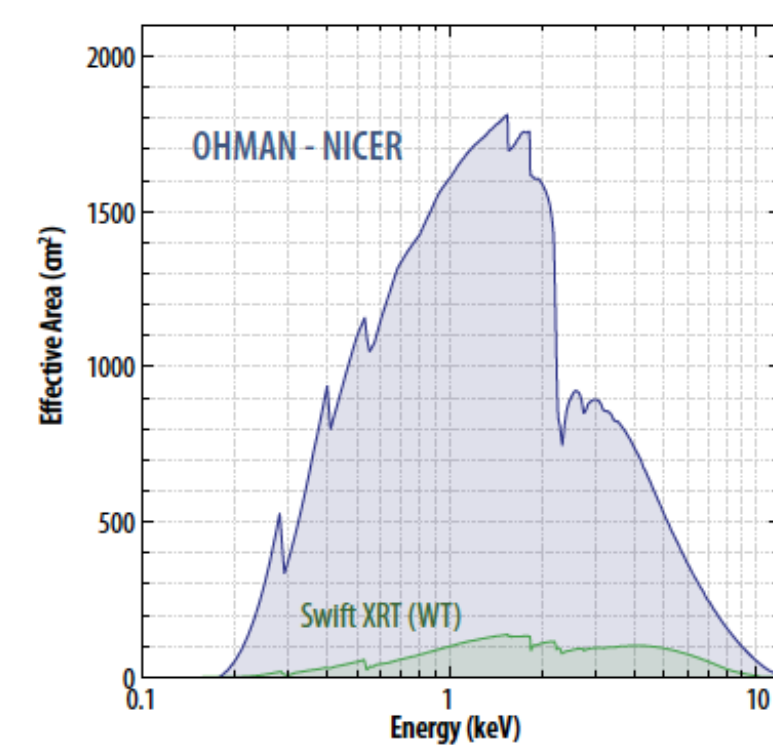


2018年7月4日、MAXIがAlgolからの巨大フレアを検出し、phase~0.5でフレアの食が観測されることを予見した我々は、NICERチームに緊急のモニター観測を依頼。見事、97年にBeepoSAX衛星によって偶然捉えられて以来(Schmidt+99, Nature)のX線フレア食の観測に成功。可視光の観測から期待されるタイミングより第一接触が早く、この時の見かけの連星位置から、フレアリングの高さは、アルゴルBの半径の~0.7倍(太陽半径の~2.6倍)であることが幾何学的に推定された(Iwakiri in prep)。

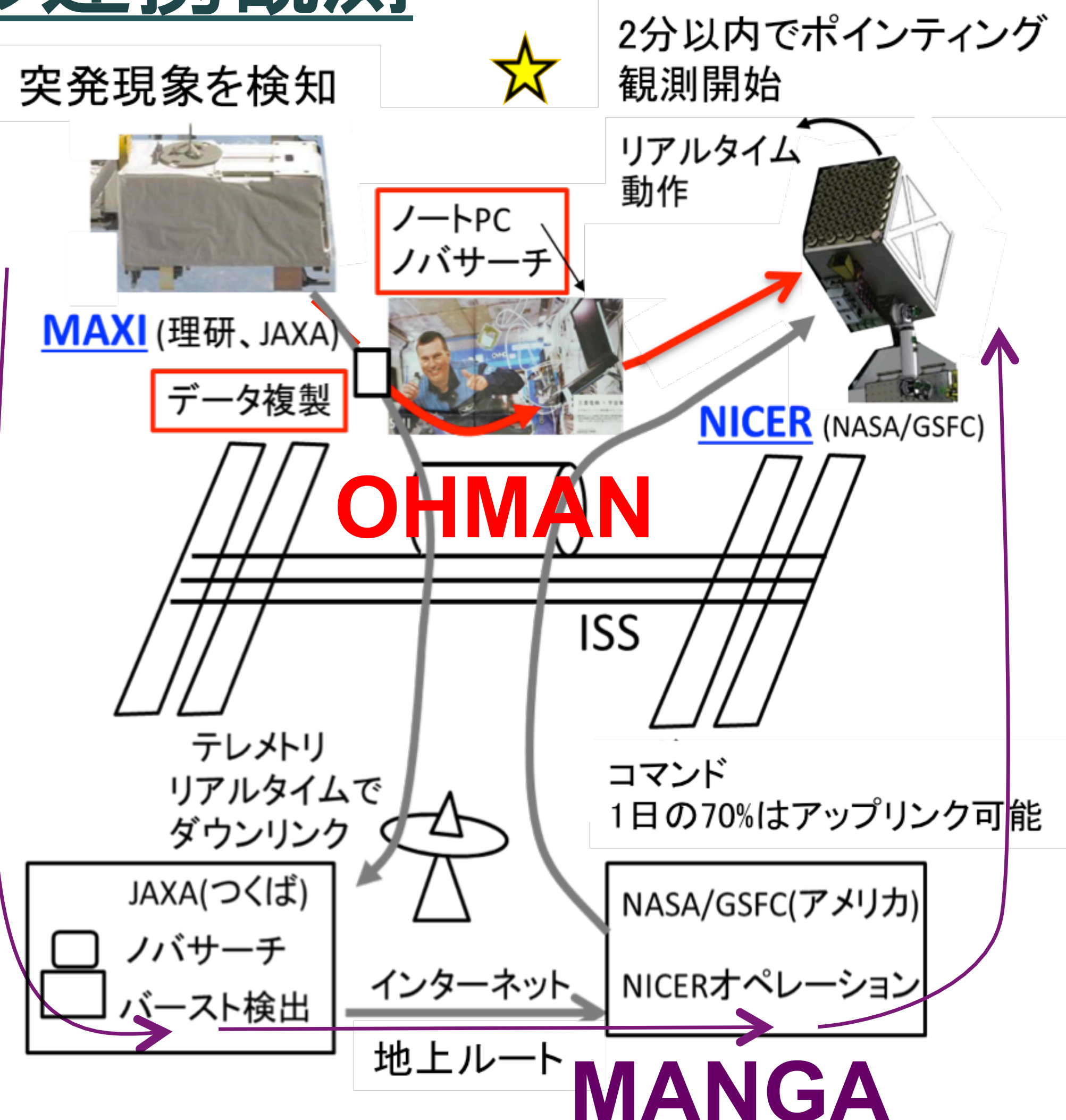
MAXIとNICERの連携観測



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>



NICERの有効面積。軟X線帯域においてはSwift衛星を凌駕する



我々は2通りの方法でMAXIとNICERの連携観測を進めている。

1、MANGA (MAXI and NICER Ground Alert)

主に恒星フレアやブラックホール連星のスペクトル状態変化など1日スケールのゆっくりとした現象を対象としている。しかしNICERはISSに搭載されているため通常の衛星と比べてコマンドアップリンクのタイミングが多いので、MAXIでの突発天体発見の報せを地上のインターネットを通じてNASA/GSFCに伝え、軟X線突発天体の数時間以内での即時追観測も目指す。

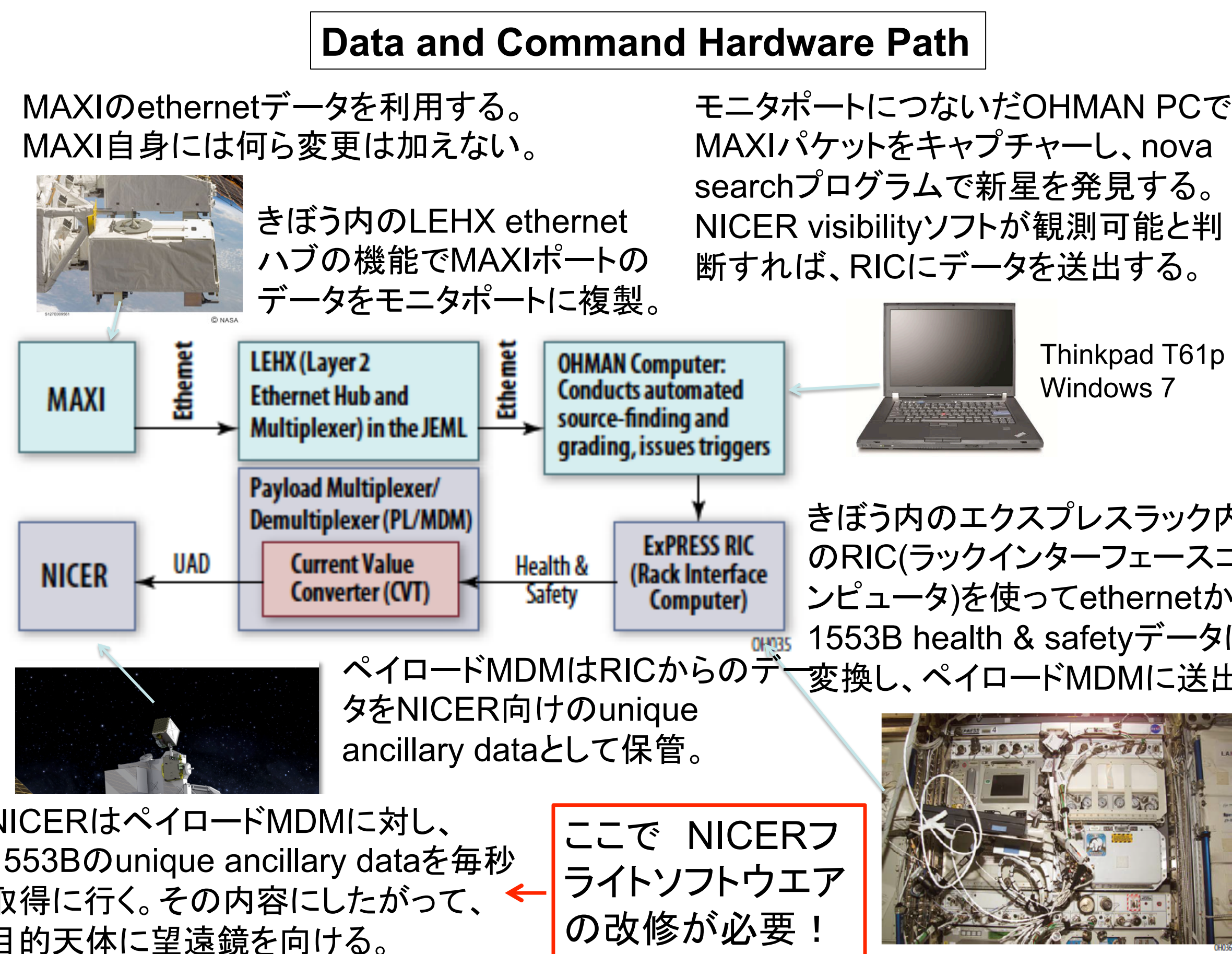
2、OHMAN (On-orbit Hookup of MAXI And NICER)

MAXIとNICERが同じISS上にあることを最大限に利用し、ISS内の計算機とネットワークを介して両者をつなぎ、直接MAXIの発見情報をNICERに流し、2分以内での追観測を目指す。

OHMAN

OHMAN計画は、2016年秋に両チームで開発切り分けを行い、NICER側はNASA MIDEX MOO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年度にソフトウェア開発を行った。アメリカ側は落選したが、少額であるためGSFC内部予算の獲得などを狙っている。

OHMAN-JPIは2019年1月17日に軌道上動作試験を行うことで開通のめどがたつ。残されたNICERへの情報伝達には、既存のISSインフラを使って設定変更無しに行うのが近道である。2018年7月のISS R&D国際会議の際に、ISSのネットワークに詳しい技師と議論でき、下図のような接続がベストであるとの説明を受けた。その場にはNICERのGendreau氏やJAXAのISS担当者も同席していて共に理解を深め、帰国後はきぼうLaptopPC関係者とも意思疎通を図った。



MAXIのethernetデータを利用する。MAXI自身には何ら変更は加えない。

きぼう内のLEHX ethernetハブの機能でMAXIポートのデータをモニタポートに複製。

モニタポートにつないだOHMAN PCでMAXIパケットをキャプチャーし、nova searchプログラムで新星を発見する。NICER visibilityソフトが観測可能と判断すれば、RICにデータを送出する。

MAXI

LEHX (Layer 2 Ethernet Hub and Multiplexer) in the JEM

OHMAN Computer: Conducts automated source-finding and grading, issues triggers

NICER

Payload Multiplexer/Demultiplexer (PL/MDM)

Thinkpad T61p Windows 7

Current Value Converter (CVT)

Health & Safety

ExPRESS RIC (Rack Interface Computer)

ペイロードMDMはRICからのデータをNICER向けのunique ancillary dataとして保管。

きぼう内のエクスペスラック内のRIC(ラックインターフェースコンピュータ)を使ってethernetから1553B health & safetyデータに変換し、ペイロードMDMに送出。

NICERはペイロードMDMに対し、1553Bのunique ancillary dataを毎秒取得に行く。その内容にしたがって、目的天体に望遠鏡を向ける。

ここで NICERフ
ライソフトウェア
の改修が必要！

