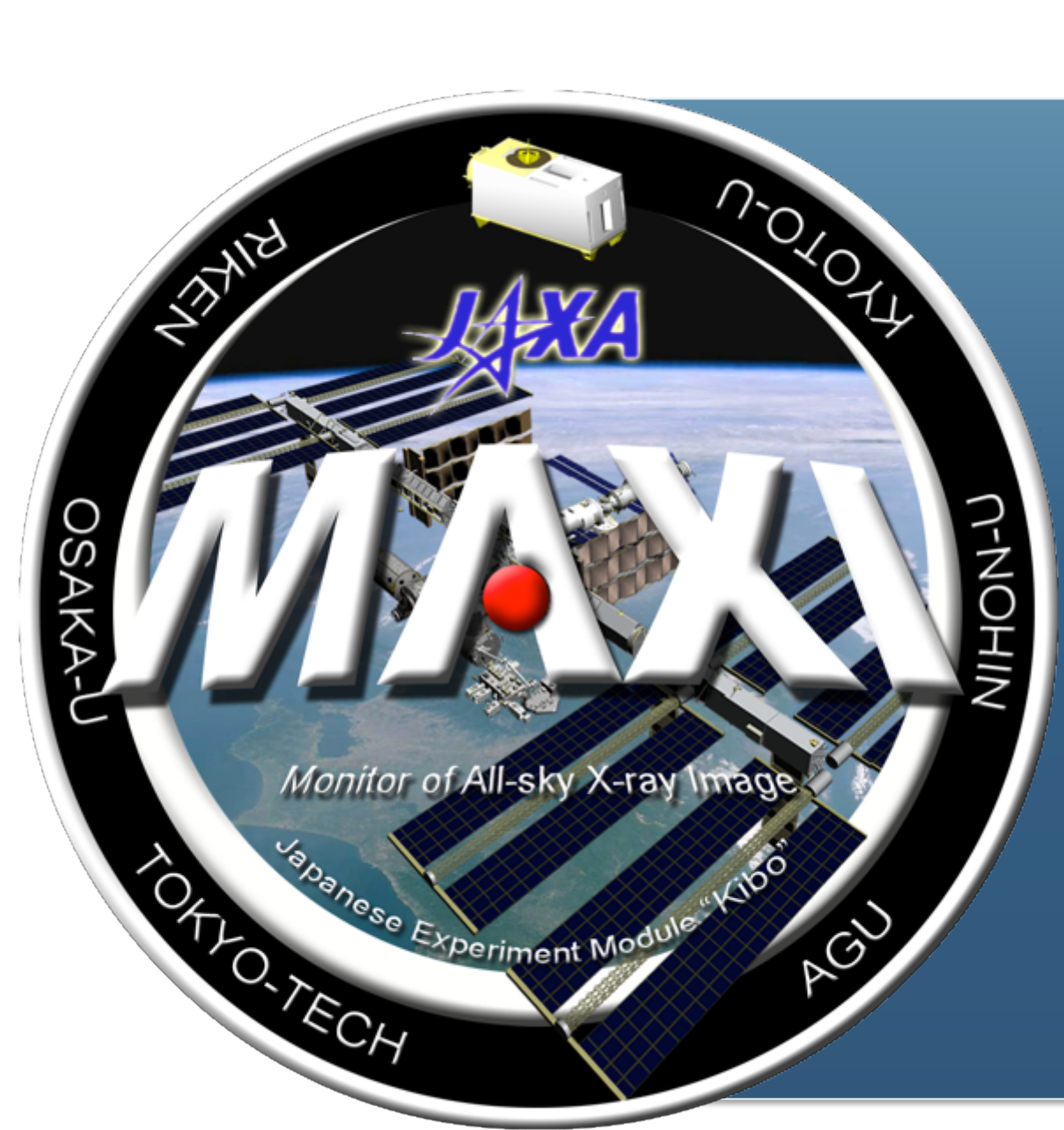




# 全天X線監視装置MAXIによる ガンマ線バースト、X線バーストの観測

芹野素子(理研)、大槻光、坂本貴紀、吉田篤正(青学大)、河合誠之(東工大)、  
上野史郎、富田洋、中平 聡志、木村公、石川真木、中川友進(JAXA)、三原建弘、杉崎睦、森井幹雄、杉本樹梨、高木利紘、松岡勝(理研)、薄井竜一、  
吉井健敏、橘優太郎(東工大)、仲野優毅、川久保雄太(青学大)、常深博、佐々木将軍(阪大)、根来均、中島基樹、福島康介、小野寺卓也、鈴木和彦(日大)、  
上田佳宏、志達めぐみ、川室太希、堀貴郁(京大)、坪井陽子、比嘉将也(中央大)、山内誠、吉留幸志郎、小川優司、山田久幹(宮崎大)、山岡和貴(名古屋大)

[motoko@crab.riken.jp](mailto:motoko@crab.riken.jp)

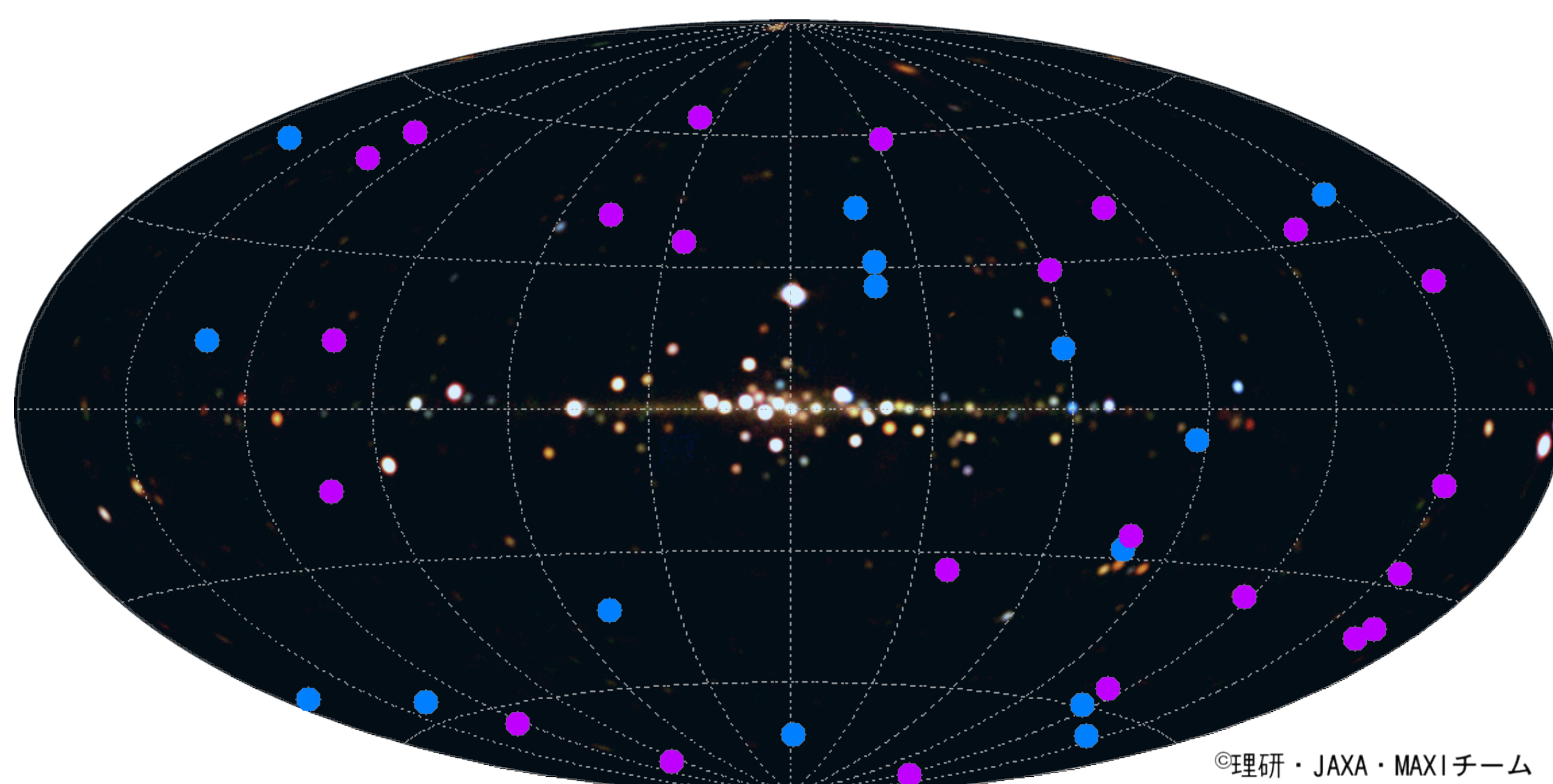


「きぼう」日本実験棟

全天X線監視装置(MAXI)は観測開始からの4年半の間に約40のガンマ線バーストをとらえた。そのうち約3分の2は他の衛星等では観測されていない。これらは、暗い、またはソフトなスペクトルを持つものが多いことがわかっていてる。ガンマ線バーストと同様にMAXIの1スキャンのうちに激しく変動する現象としてX線バーストがある。時間変動の様子や強度などからガンマ線バーストと区別することは難しいが、X線バーストのほとんどは既知の天体からのものであるので、見分けることができる。以下では、MAXIが観測したガンマ線バーストの特徴や、既知のX線バースト源の公開データの中からX線バーストを探索した結果などについて報告する。

## ガンマ線バーストの観測

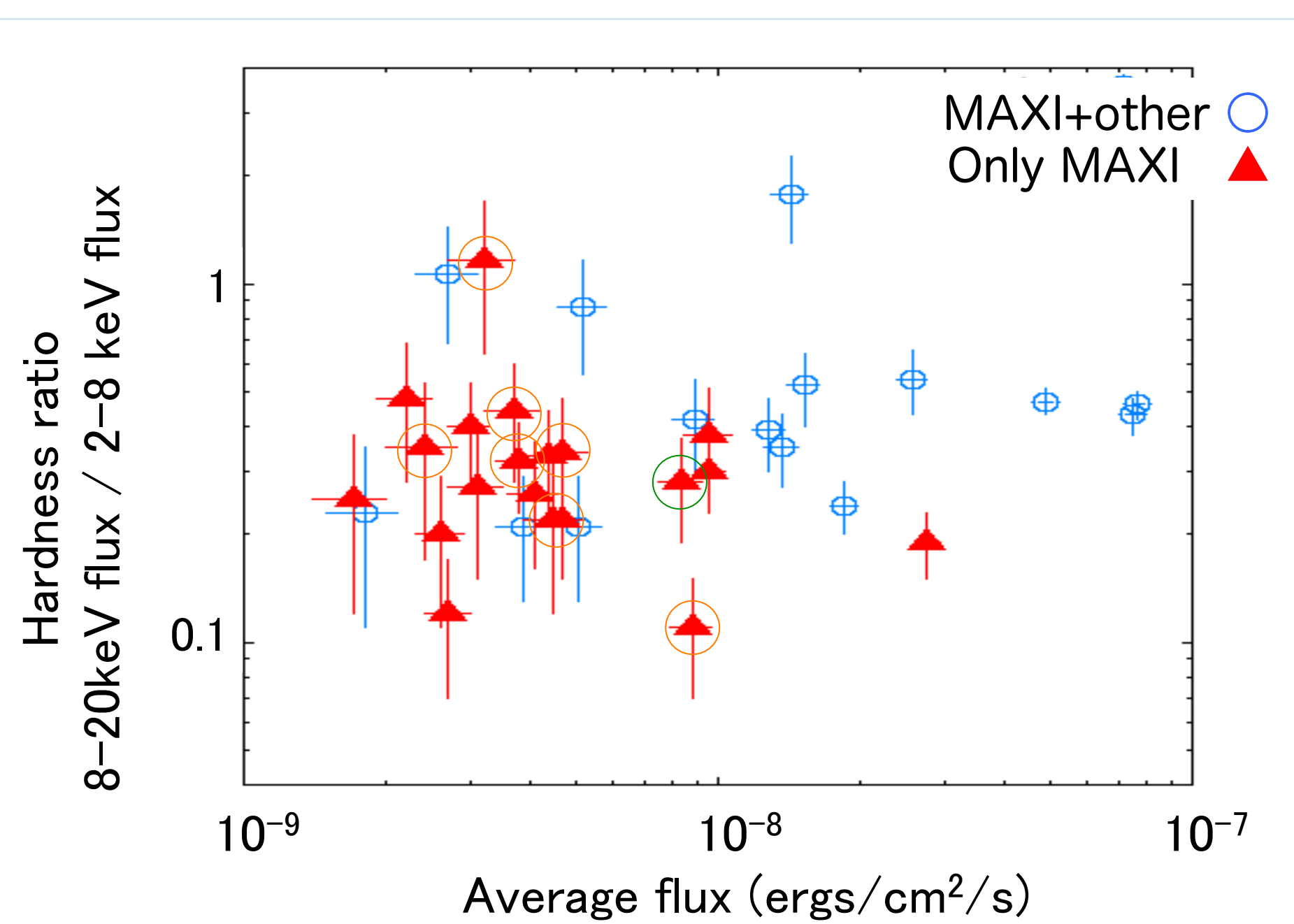
MAXIは全天の2%をカバーする比較的広い視野を持っている。また、イメージングができるため、Fermi衛星のGBMなどと比較するとバックグラウンドを低くおさえることができるため、小さい有効面積にもかかわらず高い感度を得ることができる。右の図はMAXIが観測した40のGRB(afterglowは除く)の天球上での分布である。銀河面や特定の方向に偏っているわけではなく、全天に分布していることがわかる。



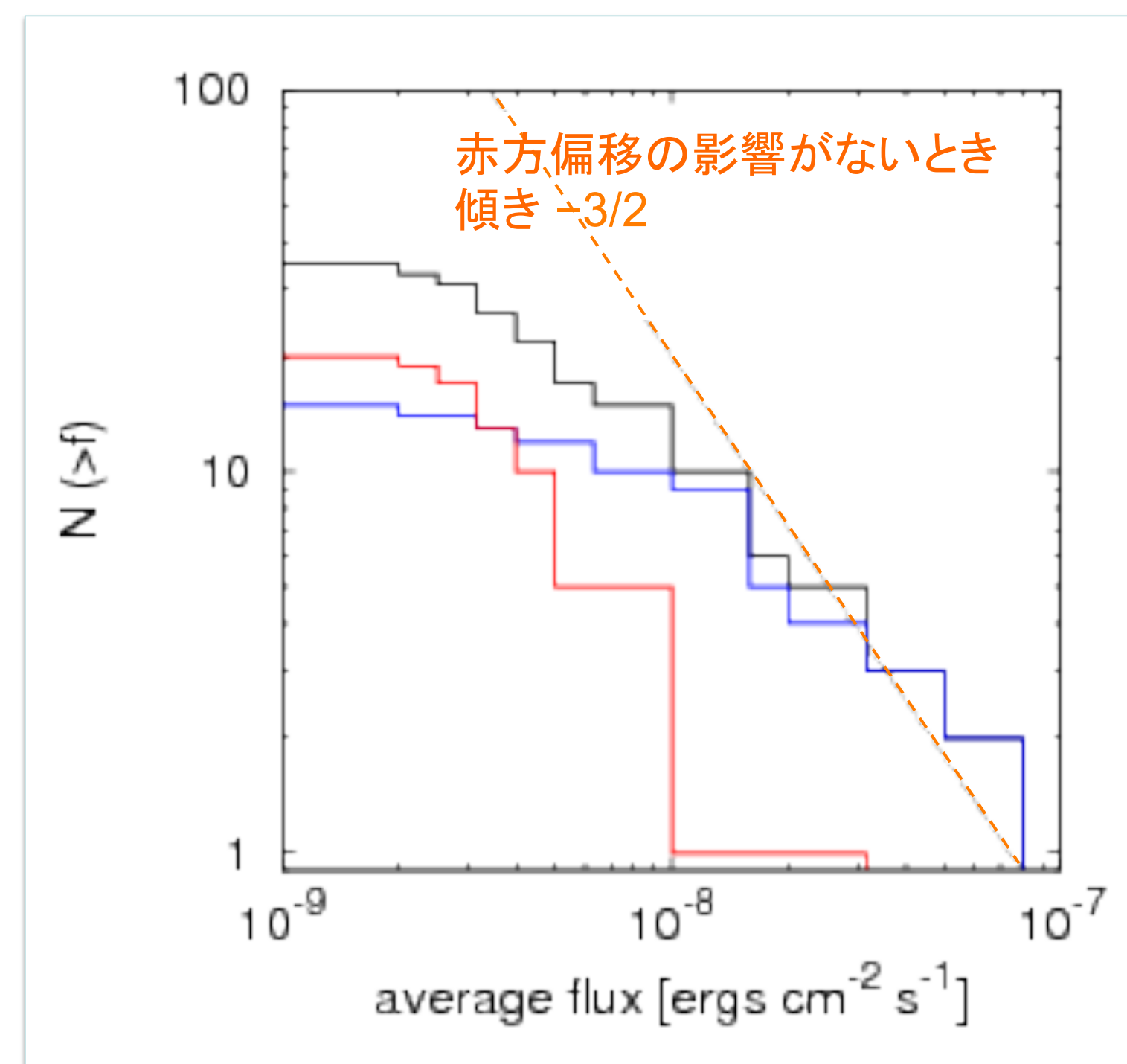
MAXIが観測したGRBの分布(背景はGSCによる全天画像)。  
●は他の衛星との同時観測。●はMAXIのみの観測。

MAXIが観測したGRB (\* は afterglow)

|             |         |             |
|-------------|---------|-------------|
| 000831      | 101117A | 120908A     |
| 090926B     | 101210  | 121025A     |
| 091012      | 110213B | 121027A (*) |
| 091120      | 110402  | 121209A     |
| 091201      | 110426A | 121229A     |
| 091230      | 110916  | 130102B     |
| 100315A     | 111024A | 130407A     |
| 100327      | 120424A | 130427A (*) |
| 100415A     | 120510A | 130505A     |
| 100510A     | 120528B | 130505B     |
| 100616A     | 120528C | 130925A     |
| 100701A     | 120614A | 131215A     |
| 100707A (*) | 120622A | 131225A     |
| 100823A     | 120626B | 140102A (*) |
| 100911      | 120711A |             |

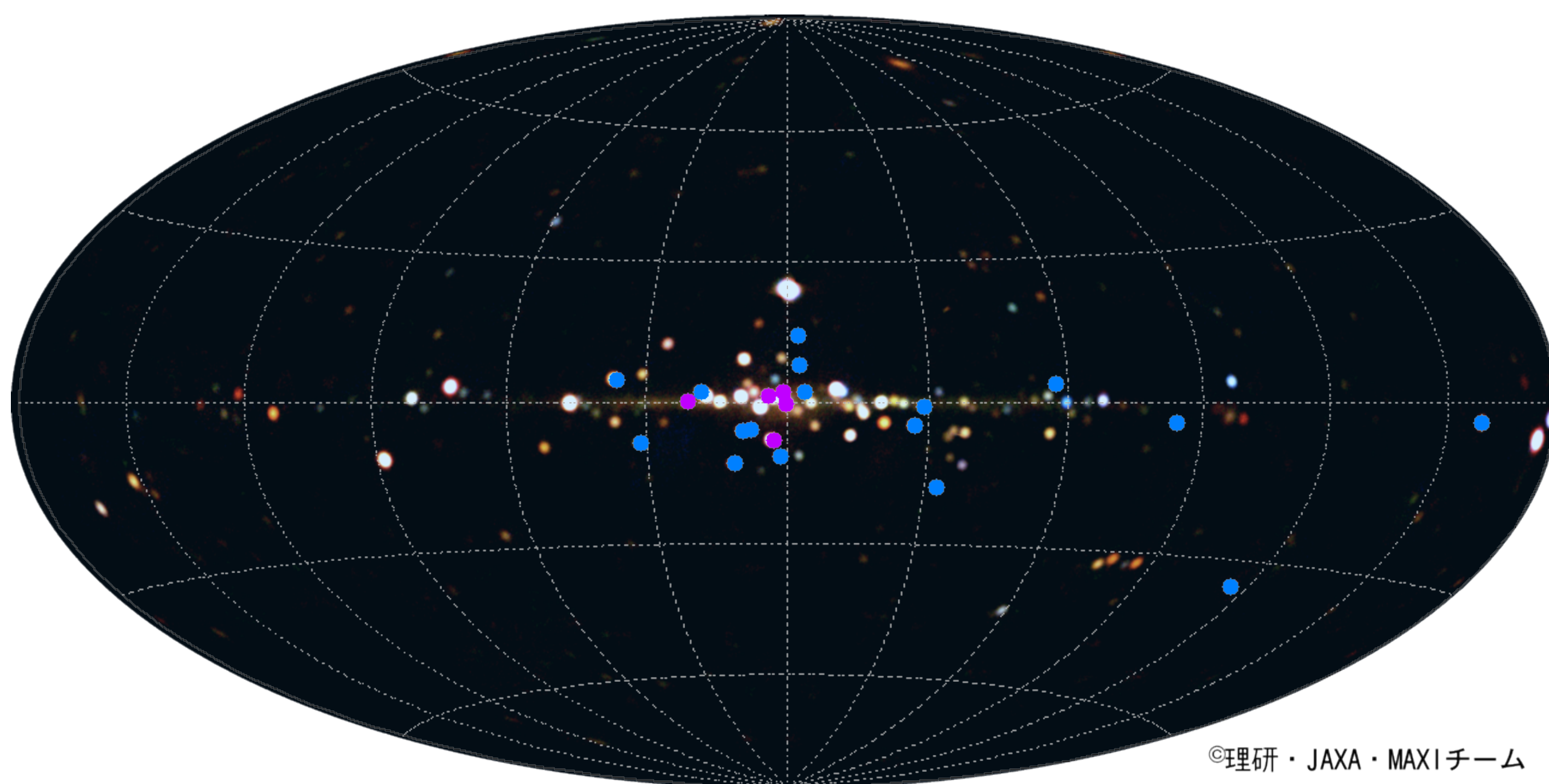


左の図はMAXIが観測したGRBのfluxとhardnessの分布を示したもので、他の衛星でも同時観測されたもの(○印)に比べて、MAXIだけが観測したもの(▲印)は左下に偏っていることがわかる。更に、Fermi衛星(橙)とSwift衛星(緑)の視野に入っていたにもかかわらずそれらの衛星では観測できなかったものを丸で囲んだ。このように、MAXIはFermiやSwiftと比べても、ソフトで暗いバーストに対して高い感度を持つことがわかる。またlogN-logP図(右)では、同時観測されたもの(青)に比べてMAXIのみで観測されたもの(赤)の方が暗い方まで傾きが急であり、-3/2に近い。このことは、典型的なGRBが宇宙論的な距離にあるのに対して、MAXIでのみ観測されるソフトで暗いバーストはより近傍に分布していることを示しているのかもしれない。



## X線バーストの観測

GRBと同様、MAXIの1スキャンのみで見える天体現象にX線バースト(XRB)がある。XRBはGRBと異なり、同じバースト源が何度もバースト起こすため、過去の観測から位置が正確に決められている。これらの天体の位置と、新たに発生したバーストの位置を比較することで、GRBなのかXRBなのかを見分けている。右の図はMAXIがXRBを観測した天体の分布である。背景の明るいX線源と似た分布をしており、銀河面に集中していることがわかる。

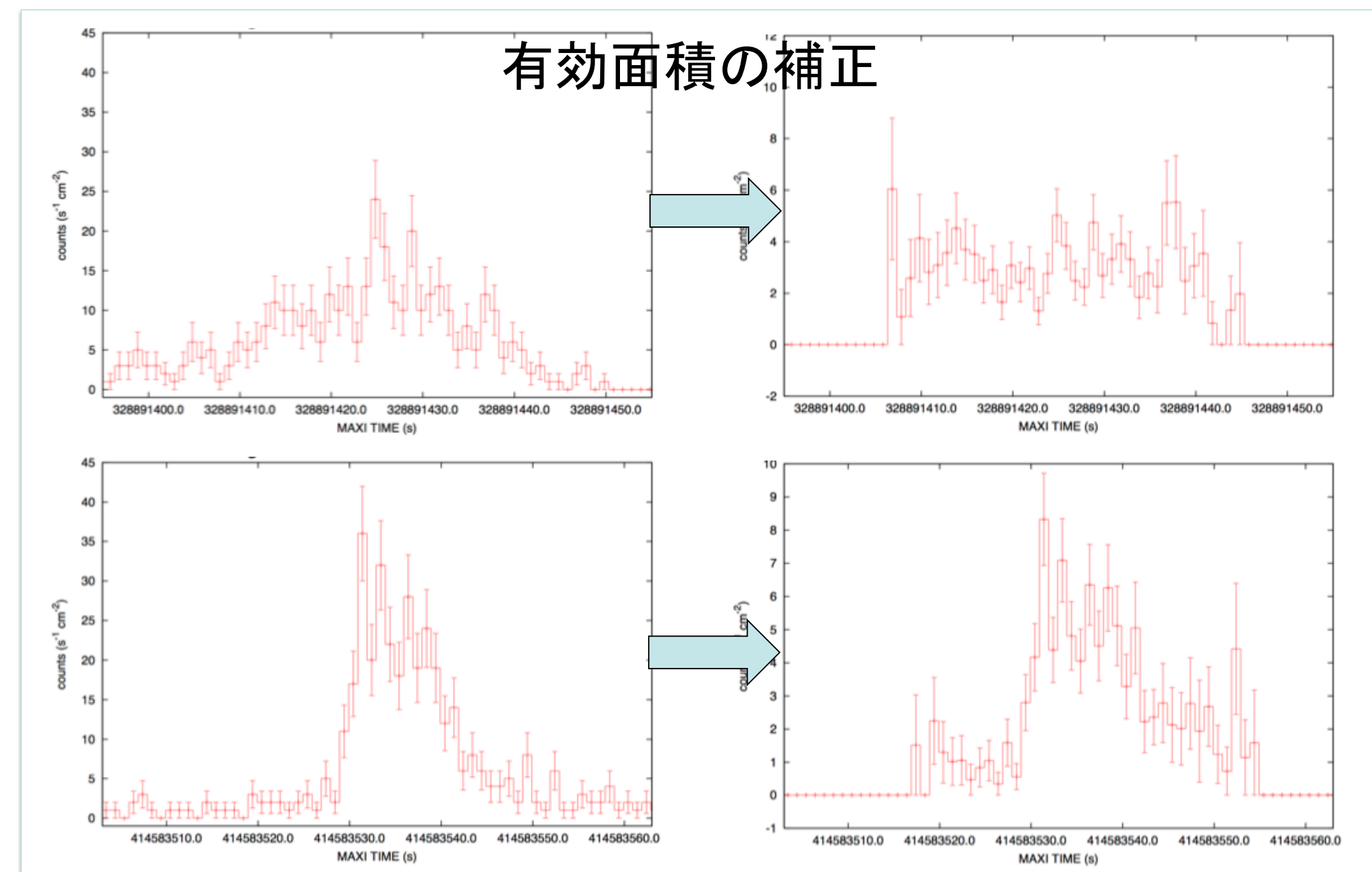


MAXIが観測したXRB源の分布(背景はGSCによる全天画像)。  
●は通常の type-I バースト。●はスーパーバースト。

MAXIがXRBを検出した天体  
(青字はスーパーバーストの検出)

|                    |                  |
|--------------------|------------------|
| 4U 0513-40         | H 0614+091       |
| 1H 0918-548        | 1A 1246-588      |
| 4U 1608-52         | H 1636-536       |
| MAXI J1647-227     | XTE J1709-267    |
| Terzan 2           | SLX 1735-269     |
| Swift J1741.5-6548 | SAX J1747.0-2853 |
| Terzan 5           | 3A 1812-121      |
| 4U 1820-30         | IGR J18245-2452  |
| SAX J1828.5-1037   | GS 1826-238      |
| RX J1832-33        | Ser X-1          |
| HETE J1900.1-2455  | 4U 1916-053      |

左図はMAXIでXRBが観測された天体のひとつ、H 1636-536の光度曲線で、1点がMAXIの1スキャンに対応している。この中からXRBが起きたと思われる明るい点を抜き出すために、各点とその前後3点ずつ(計6点)の平均とを比較し、平均の3倍より明るい点をバースト候補とした(青)。また、これらの明るい点が本当にバーストであるかを確認するために、各スキャンで1秒毎の光度曲線を描いたのが右図である。MAXIは、スキャン中に有効面積が変化するため、有効面積の補正をして正しく光度の変化を調べる必要がある。



そのまま(左列)では実際の天体の変動がわからないが、有効面積で補正することで、天体の変動を調べることができる(右列)。この例では上段のスキャンでは明るさはほぼ定常で、バーストではないが、下段はスキャンの途中で急な増光が見られ、バーストであることがわかる。

