

# 国際宇宙ステーション搭載用 ガンマ線バースト偏光度検出器

LEAP

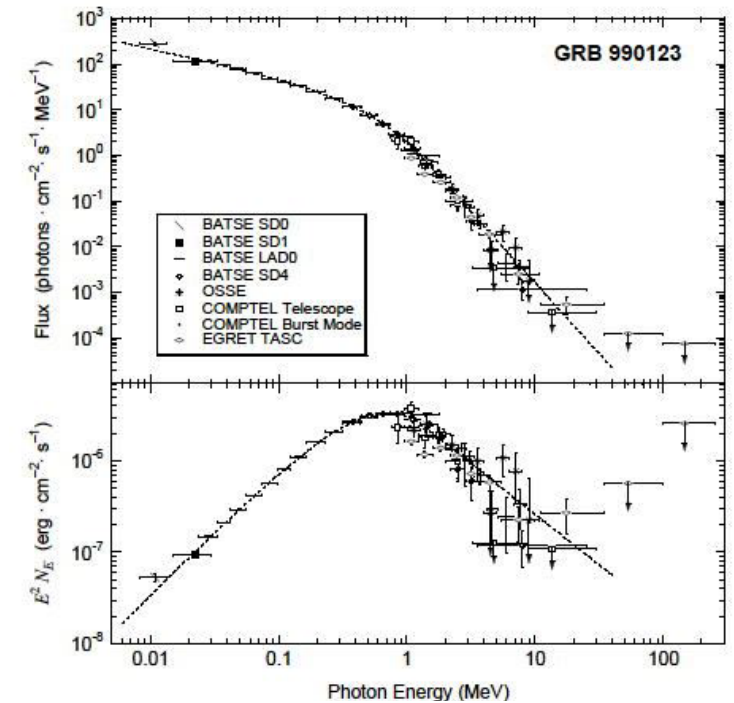
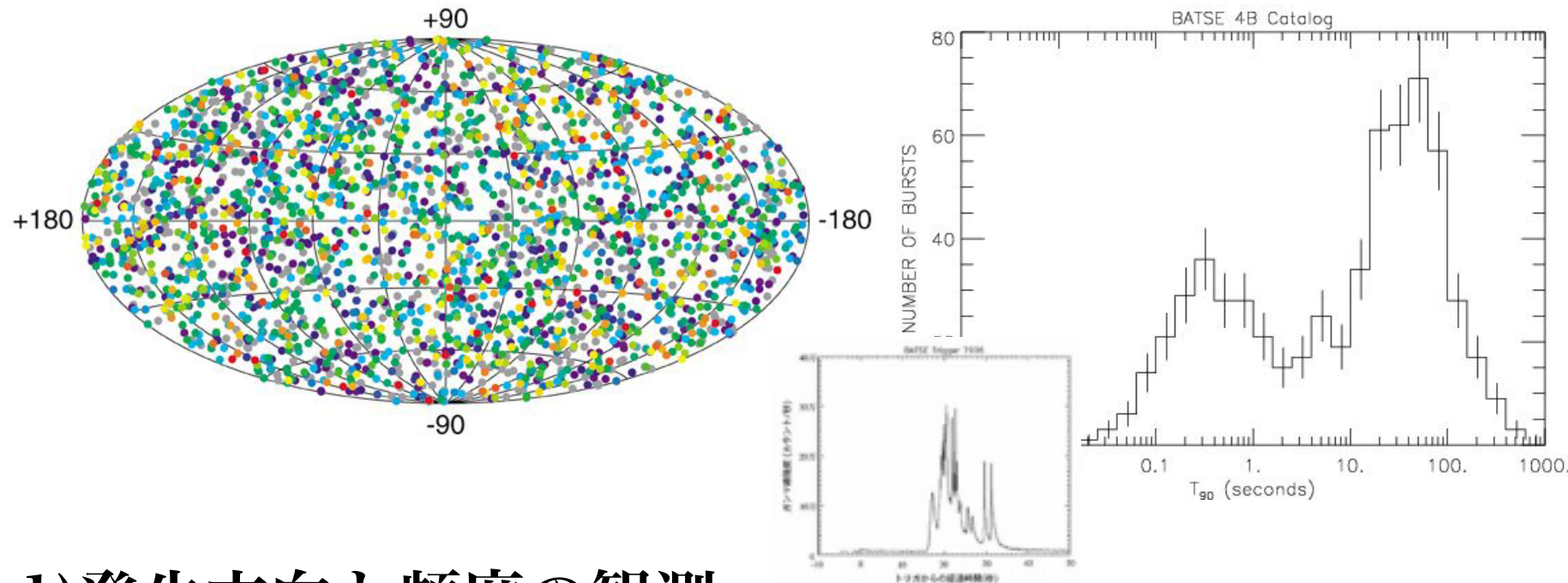
*Large Area burst Polarimeter*

山形大<sup>1</sup>、KEK<sup>2</sup>、理研<sup>3</sup>、阪大<sup>4</sup>、ISAS<sup>5</sup>、  
金沢大<sup>6</sup>、広島大<sup>7</sup>、東工大<sup>8</sup>、東北大<sup>9</sup>、青山学院大<sup>10</sup>

郡司修一<sup>1</sup>、老川由馬<sup>1</sup>、高倉美華<sup>1</sup>、上田達也<sup>1</sup>、  
中森健之<sup>1</sup>、岸本俊二<sup>2</sup>、三原建弘<sup>3</sup>、林田清<sup>4</sup>、  
岸本祐二<sup>2</sup>、斎藤芳隆<sup>5</sup>、米徳大輔<sup>6</sup>、高橋弘充<sup>7</sup>、  
谷津陽一<sup>8</sup>、當真賢二<sup>9</sup>、坂本貴紀<sup>10</sup>

# 1.はじめに

ガンマ線バースト (GRB) とは宇宙最大の爆発現象。



## 1)発生方向と頻度の観測

地球からみて等方的で、平均距離は $z \sim 1$ 程度。

## 2)タイミングの観測

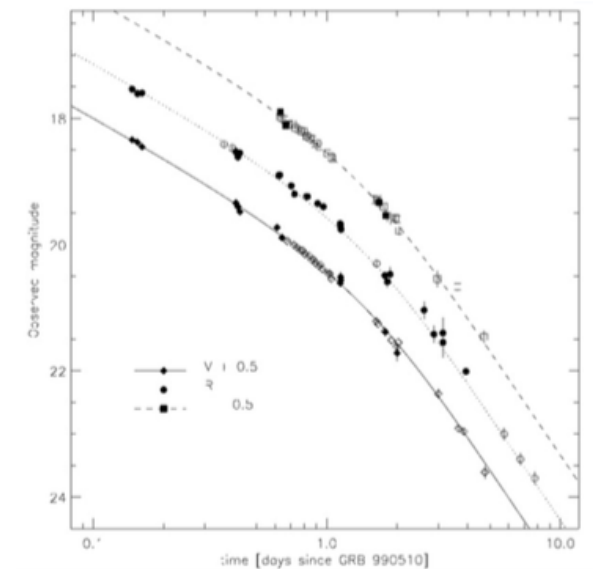
ロングバーストは極超新星起源。

ショートバーストはコンパクト天体の  
バイナリー？(重力波源としても期待)

## 3)エネルギースペクトルの観測

エネルギー放射のピーク ( $E_{\text{peak}}$ ) は平均的に200keV程度。

## 4)アフターグロウの観測により放射はジェット状だと考えられる。

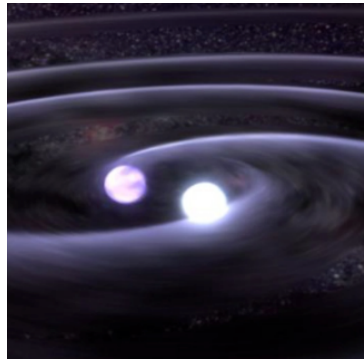




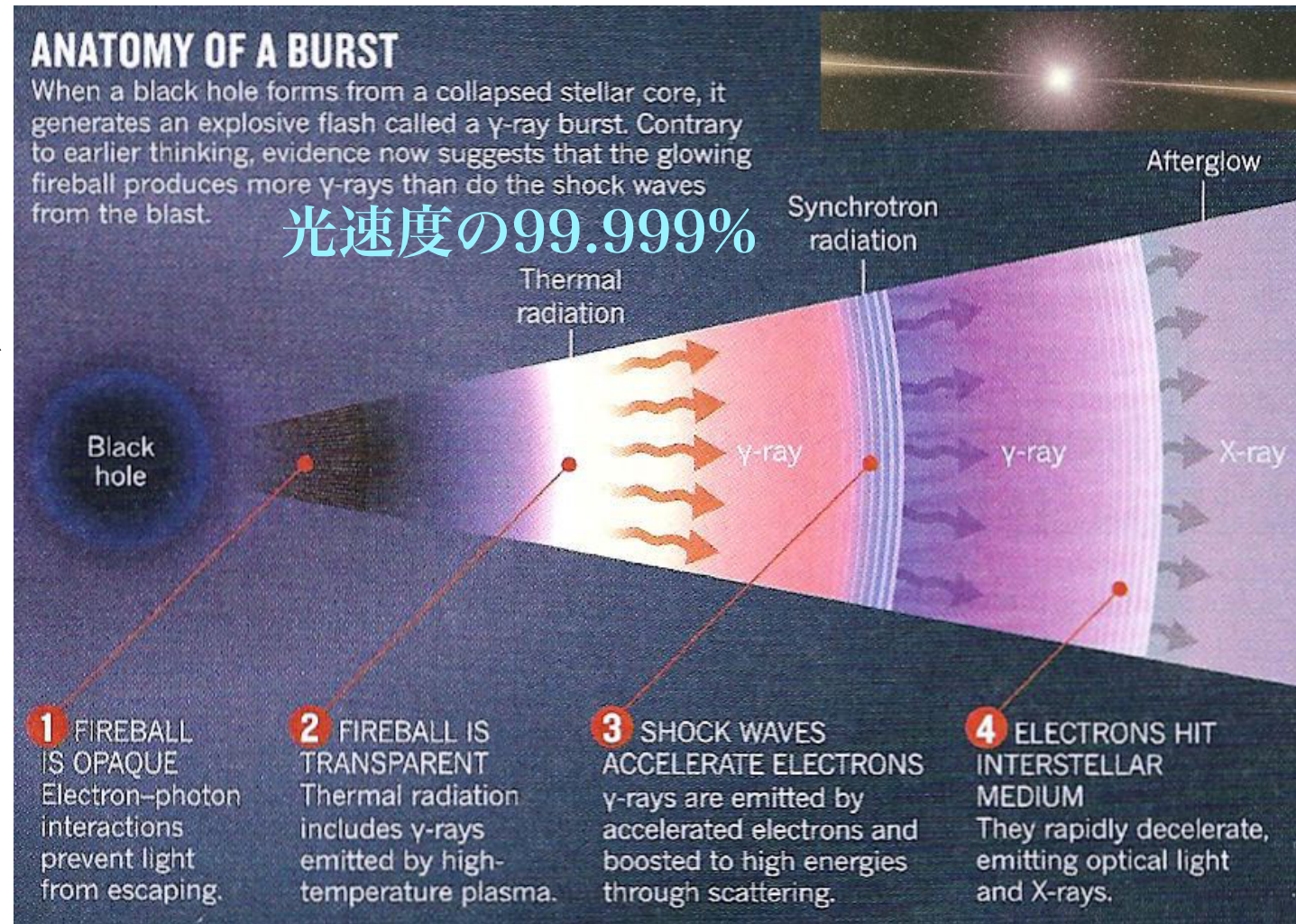
発生方向、時間変動、エネルギーの観測から以下の描像が得られている。



極超新星



NN,BNのバイナリー



残された問題：

1) ジェットのエネルギー源は何か？ 熱的 or 電磁場？

2) ジェットはどの様にして細く絞られるのか？

3) どの様なメカニズムでガンマ線が放射されるのか。

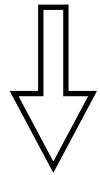
熱的 or シンクロトロン放射？

広い波長領域で、発生方向、時間変動、エネルギースペクトルの観測が行われている。残された問題の解明はどうすればいいか？

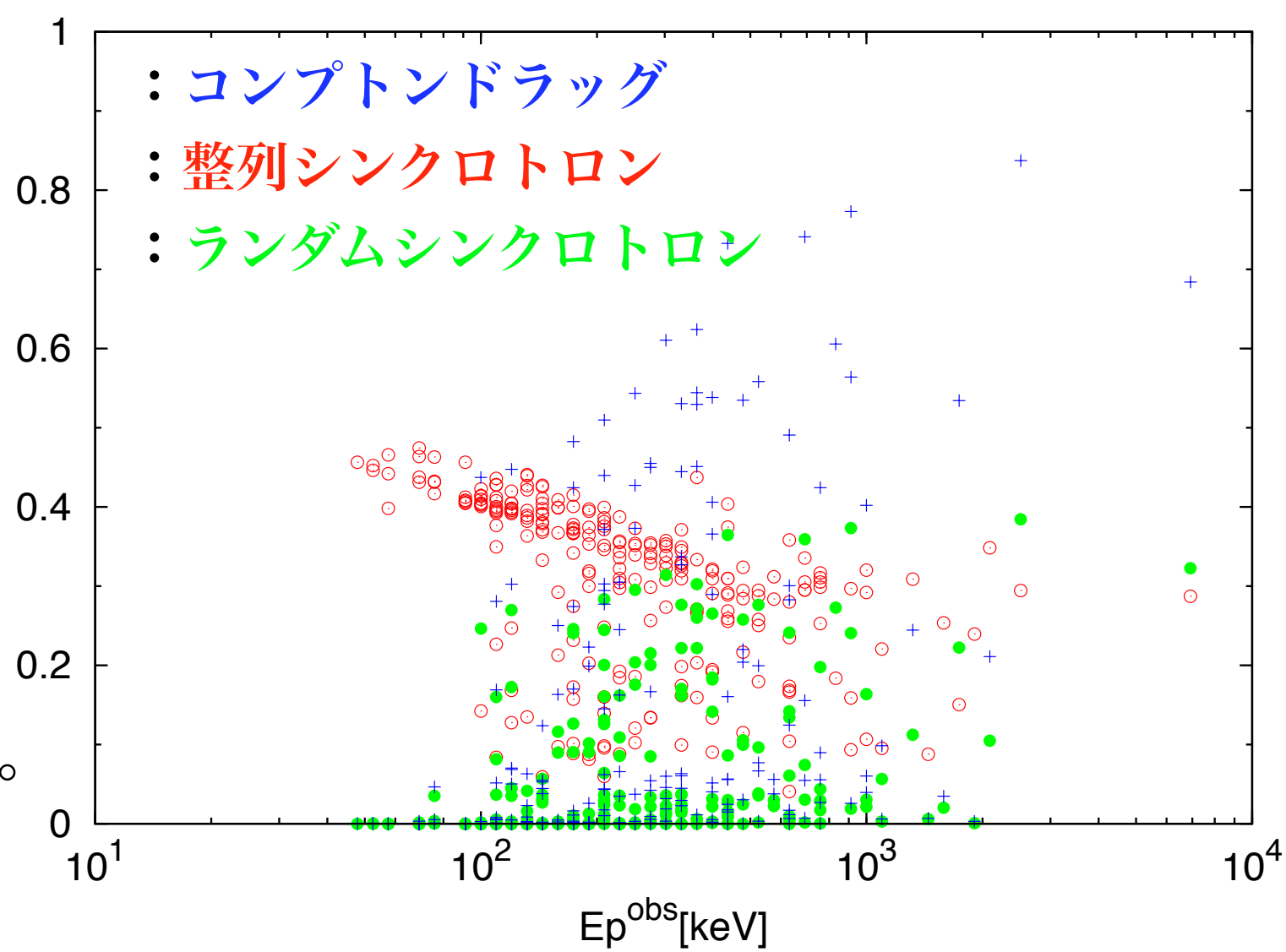
偏光観測はどうか？



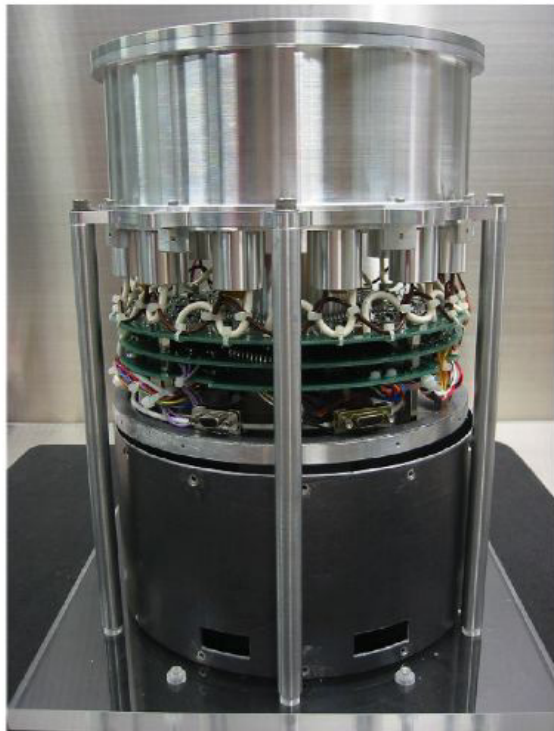
ガンマ線の偏光度(とEpeak)を  
観測すれば、どの理論モデルが  
正しいのか調べる事ができる  
(Toma 2009)。



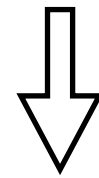
$\Pi(60-500\text{keV})$



2010年ガンマ線バーストの  
偏光観測に特化したGAPが観測開始。  
超小型の検出器ながら世界で初めて  
精度の良い偏光観測を実現。



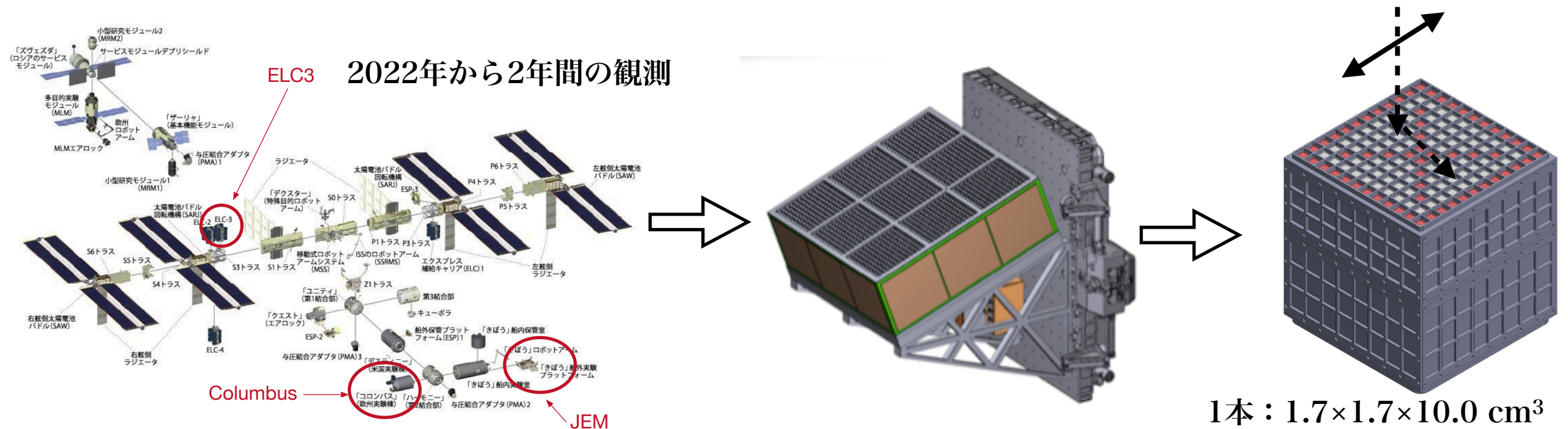
GAPは有効面積が小さいため、偏光観測が行えたのは  
3例のGRBだけである。



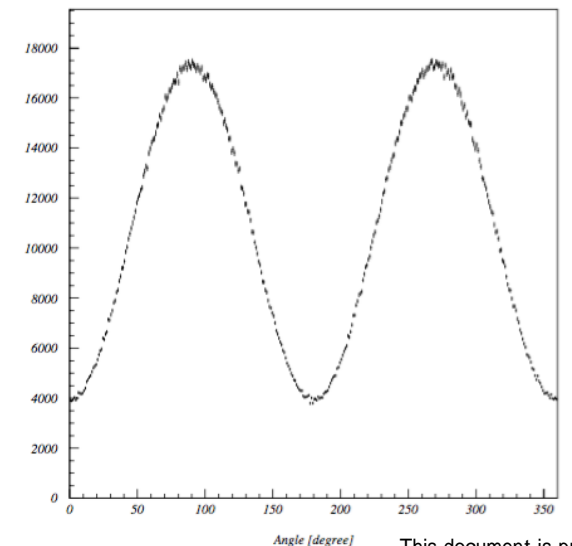
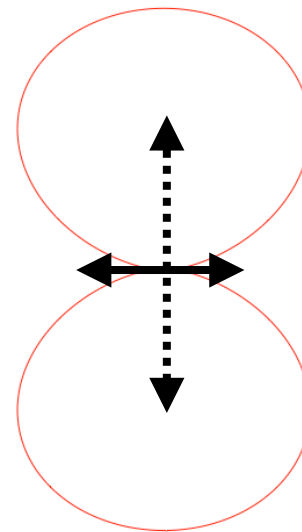
大型のGRB偏光度検出器で数十例のGRBの偏光観測を  
実現すれば、ガンマ線バーストの放射メカニズムに  
決着を付けられる！そこから相対論的ジェットの加速機構に  
大きな制限を課すことができる。

# 2. LEAP偏光計

国際宇宙ステーションに高性能で大面積のGRB偏光検出器を搭載し、GRBの放射メカニズムを解明する計画がLEAP (**L**arg**E** **A**rea burst **P**olarimeter)。



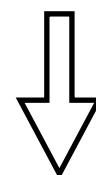
LEAPは9台のモジュール検出器でできている。モジュール検出器は $12 \times 12$ 個のシンチレーターによって構成され、白色はプラスチックシンチレーターで赤色はCsI(Tl)。コンプトン散乱の散乱アジマス角が入射ガンマ線の偏光方向に依存する事を利用する。プラスチックシンチレーターは散乱体、CsI(Tl)は吸収体。



# モジュール検出器の性能

検出面積	240cm <sup>2</sup> @1モジュール、2160cm <sup>2</sup> @9モジュール
エネルギーレンジ	50 keV～500 keV
モジュレーションファクター	～42%@100 keV
検出効率	～22%@100 keV
視野	±60度 (πステラジアン)
方向決定精度	正面から45度以内は10度以下

## 予想される結果(2年間)



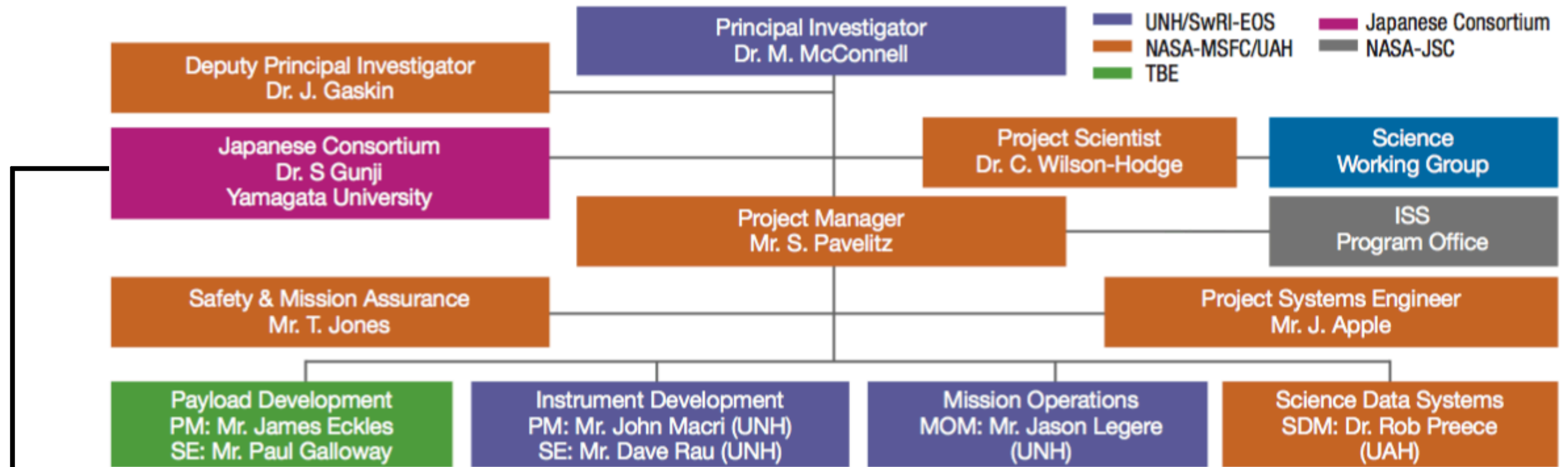
バックグラウンド	信頼度	5%偏光	10%偏光	15%偏光	20%偏光
4.0[cnt/cm <sup>2</sup> /s]	99%	10	29	47	65
2.6[cnt/cm <sup>2</sup> /s]	99%	12	36	59	78

数10発のガンマ線バーストに対して偏光を測定できるので、  
どのモデルが正しいのか確かめる事ができる。



# 3. 研究体制と日本の貢献

ニューハンプシャー大学のM. McConnellがP.I.  
NASA/MSFCのJ. GaskinがDeputy P.I.



日本側は2億円で以下を担当

- ・ シミュレーションでの性能評価(山形大)
- ・ 偏光ビームによるキャリブレーション(KEKを中心に全体で協力)
- ・ NASA/MSFCでの組み上げ及び環境試験の協力(山形大、阪大、理研)
- ・ 日本でのデータセンターの構築(山形大、青学)
- ・ データ解析(全体で協力)

# 4. スケジュール

アメリカ側の以下の予定に呼応していく必要がある

日時	イベント
2016年10月	LEAPワーキンググループがJAXAに認められる
2016年12月	MOOにLEAPのプロポーザルを提出
2017年10月	Phase-Aがスタート
2019年4月	Phase-Bがスタート
2019年8月	Preliminary Design Review
2019年10月	Phase-C/Dがスタート
2020年5月	Mission Critical Design Review
2022年9月	Phase-Eスタート(打ち上げを行い2年間の運用)

2017年10月前に日本側はLEAPをPhase-A1に昇格させたい

本来MOOを出す時点で日本側のLOCが必要。ISASからはLOConf.を頂き提出。現時点では山形大の学長がLOCを出している。郡司は科研費申請中。



# 5.おわりに

- 1)ガンマ線バーストは宇宙最大の爆発現象。発見から50年が経つが未だガンマ線の放射メカニズムは未解明。
- 2)GAPがGRBの偏光観測の幕を開けたが、輻射メカニズムを解明するにはより高感度で大面積の検出器が必要。そのため、ISSに大型のGRB偏光度検出器を搭載するLEAP計画を発足。
- 3)2016年12月にプロポーザルを提出した。競争を勝ち抜ければ2022年9月に打ち上げ、2年間に渡る観測を行う。ガンマ線バーストの放射メカニズムを解明できるだろう。
- 4)日本側もLEAPに参加、2億円程度の資金で5つの項目で貢献する予定。
- 5)日本側も現在のワーキンググループの状況から早急にPhase-A1に進みたい。

# おまけ

ポイントソースの偏光を測定できるIXPEがPhase-B通過。  
LEAPが通れば偏光をプローブとした高エネルギー宇宙物理学が隆盛期に入るだろう。

