

広島大学

PoGOLite気球実験 2016年の再フライトに向けて

高橋弘充(広島大)
PoGOLite チーム

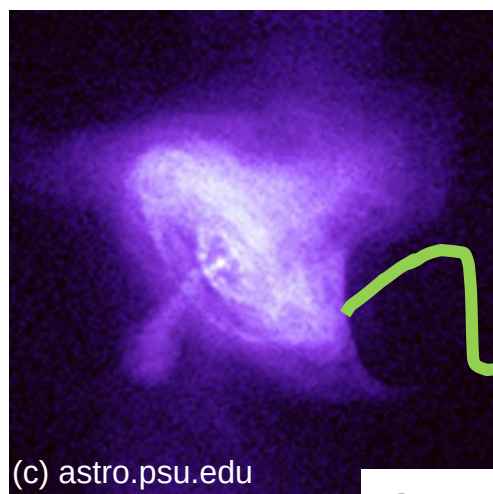
PI: Mark Pearce
(スウェーデン王立工科大学)
(www.particle.kth.se/pogolite)





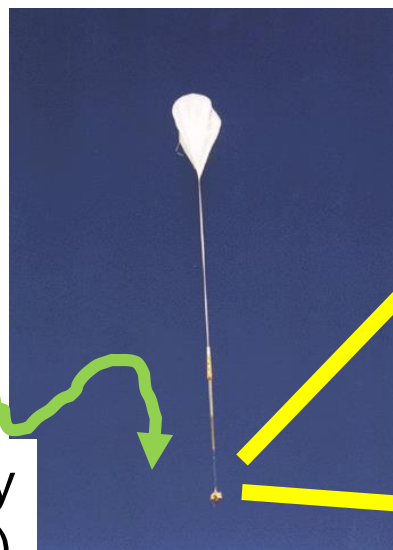
X線・ガンマ線 偏光観測

- **偏光**測定 (イメージ、タイミング、スペクトルとは異なる情報)
=> パルサーやブラックホール、活動銀河核、ガンマ線バーストなどにおける高エネルギー現象の研究で重要
- しかしながら、**X線・ガンマ線の偏光が検出された天体は、ガンマ線バースト、かに星雲** (2.6/5.2 keV と 200 keV 以上) と **Cyg X-1** (600 keV 以上) のみ
- 他のエネルギー帯域、他の天体の偏光観測が必要不可欠
PoGOLite, ASTRO-H, PRAXYS, PolariS ...

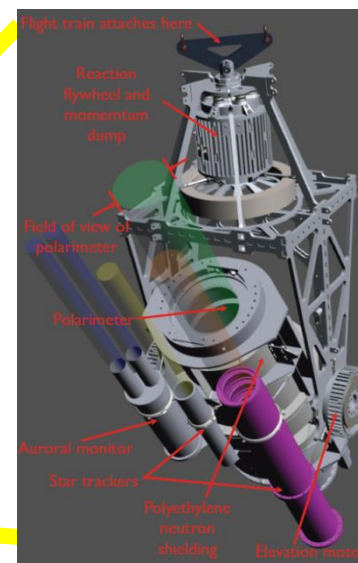


(c) astro.psu.edu

Gamma-ray
(25-80 keV)



~40 km

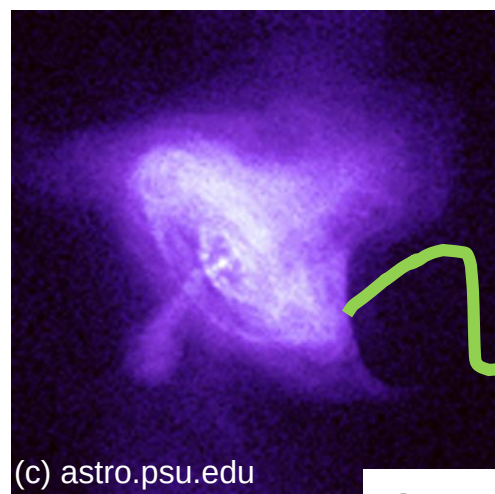


Weight (wo ballast) : ~1850 kg₂
Power : ~300 W (Instrument)
~200 W (Gondola, etc.)

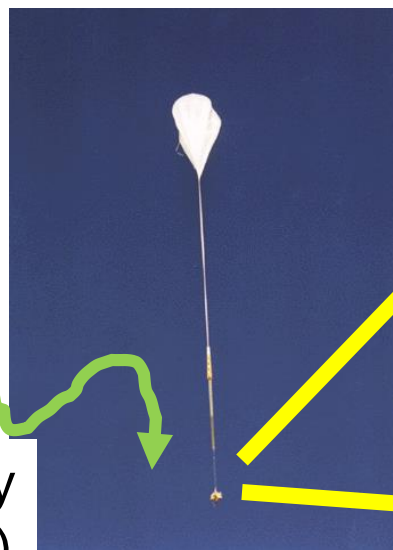


Polarized Gamma-ray Observer (PoGO Lite)

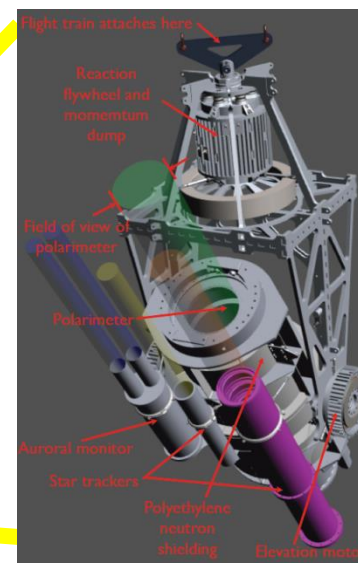
- **PoGO Lite 気球実験は、25-80 keV の硬X線帯域で、200 mCrab の天体から 10% の偏光を検出する能力を持つ。エネルギー帯域は 25-240 keV。**
- 日米欧(+露)の国際共同プロジェクト。
- スウェーデンのキルナから放球し、かに星雲と Cyg X-1 を観測。



Gamma-ray
(25-80 keV)



~40 km

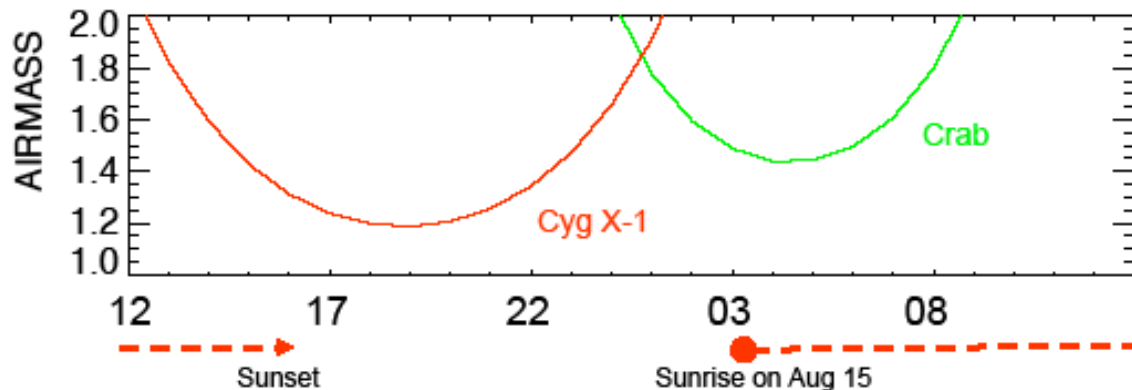


Weight (wo ballast) : ~1850 kg₃
Power : ~300 W (Instrument)
~200 W (Gondola, etc.)

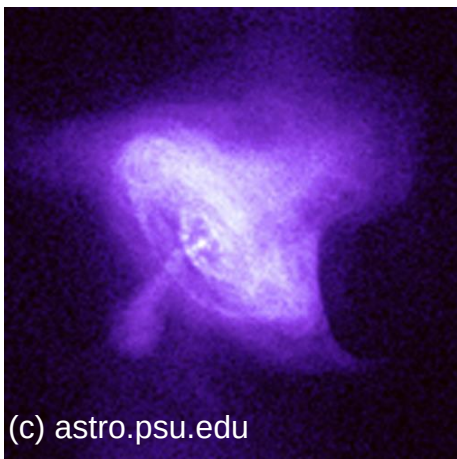


Pathfinder Flight from Sweden

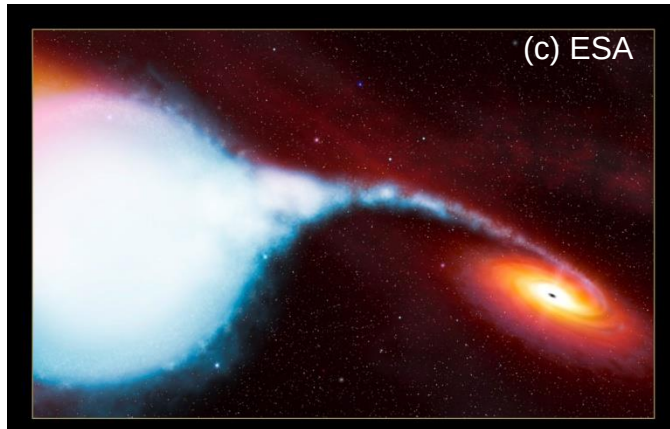
Flight Plan (1-day long)



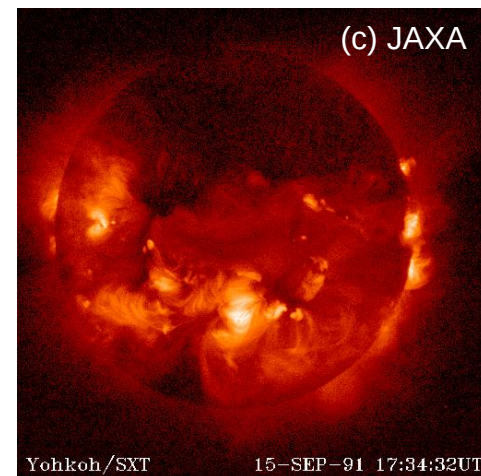
Crab nebula (Pulsar)



Cyg X-1 (Black hole binary)



Solar flare



PoGOLite の特徴

- 大面積、(それなりの)低バックグラウンド => 明るい天体から硬X線偏光の検出
- 長時間の連続観測(最長~2週間): 高い統計、天体の変動(かに星雲も変動)⁴

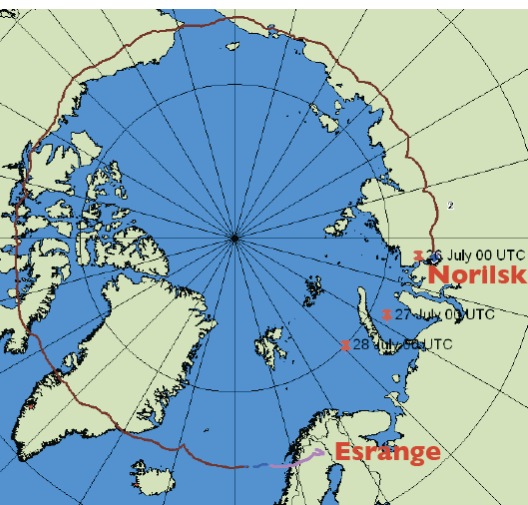


PoGO Lite の放球記録

- 2010年夏： 1-2 日間のフライト@スウェーデン、キルナ上空：延期
- 2011年7月6日 23:57(UTC) 放球成功 @キルナ
フライトはカナダまでの約 5 日間を予定していたが、ヘリウムが漏れ観測できず
- 2012年7月：北極圏を周回する2週間のフライト@キルナ：延期



オーストラリアの気球事故や、自身の気球のヘリウム漏れ、悪天候のために打ち上げ延期もしくは科学的な観測を行えず。

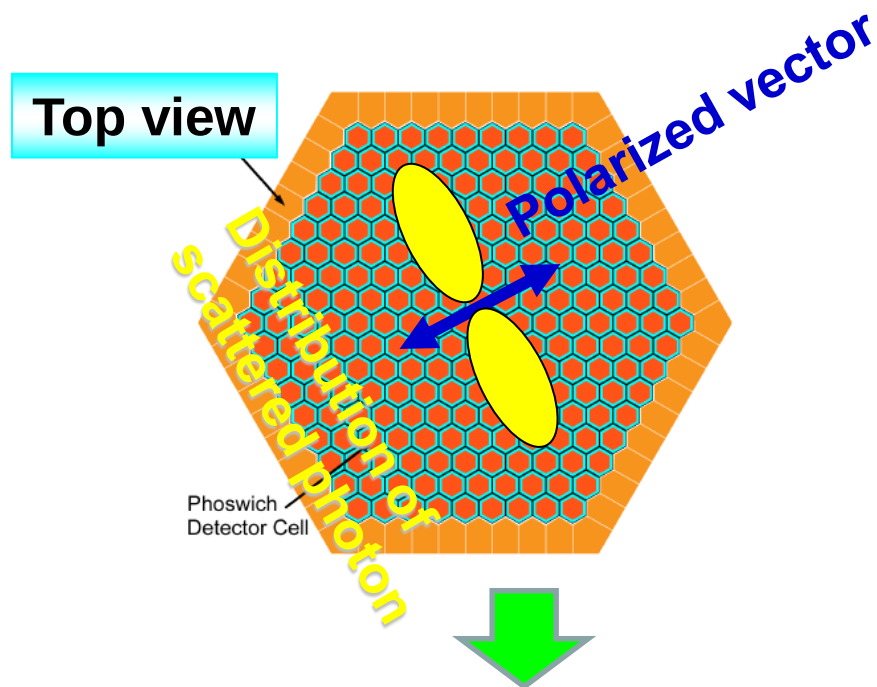
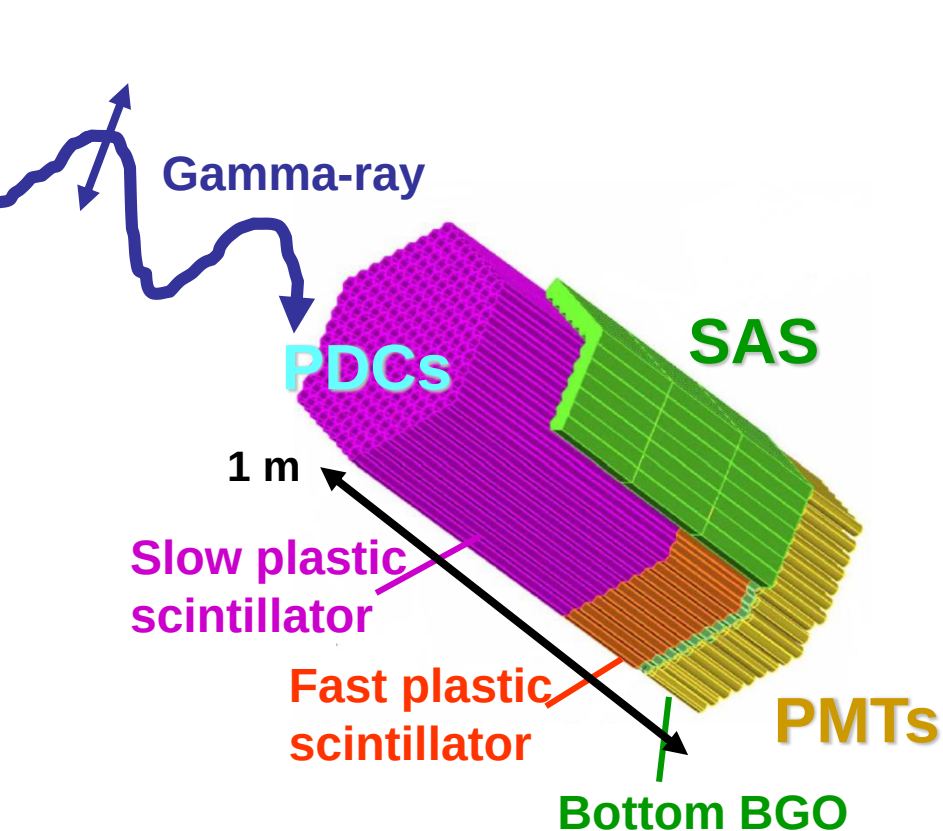


- 2013年7月12日～26日：北極圏を周回する2週間のフライト(スウェーデン～ロシア)に成功
しかし偏光計の電源系の不具合により、偏光計は3日間しか動作させられなかった。
- 2016年夏期：再フライトを申請中
ロシアの了承が得られれば北極圏の周回フライト



偏光検出

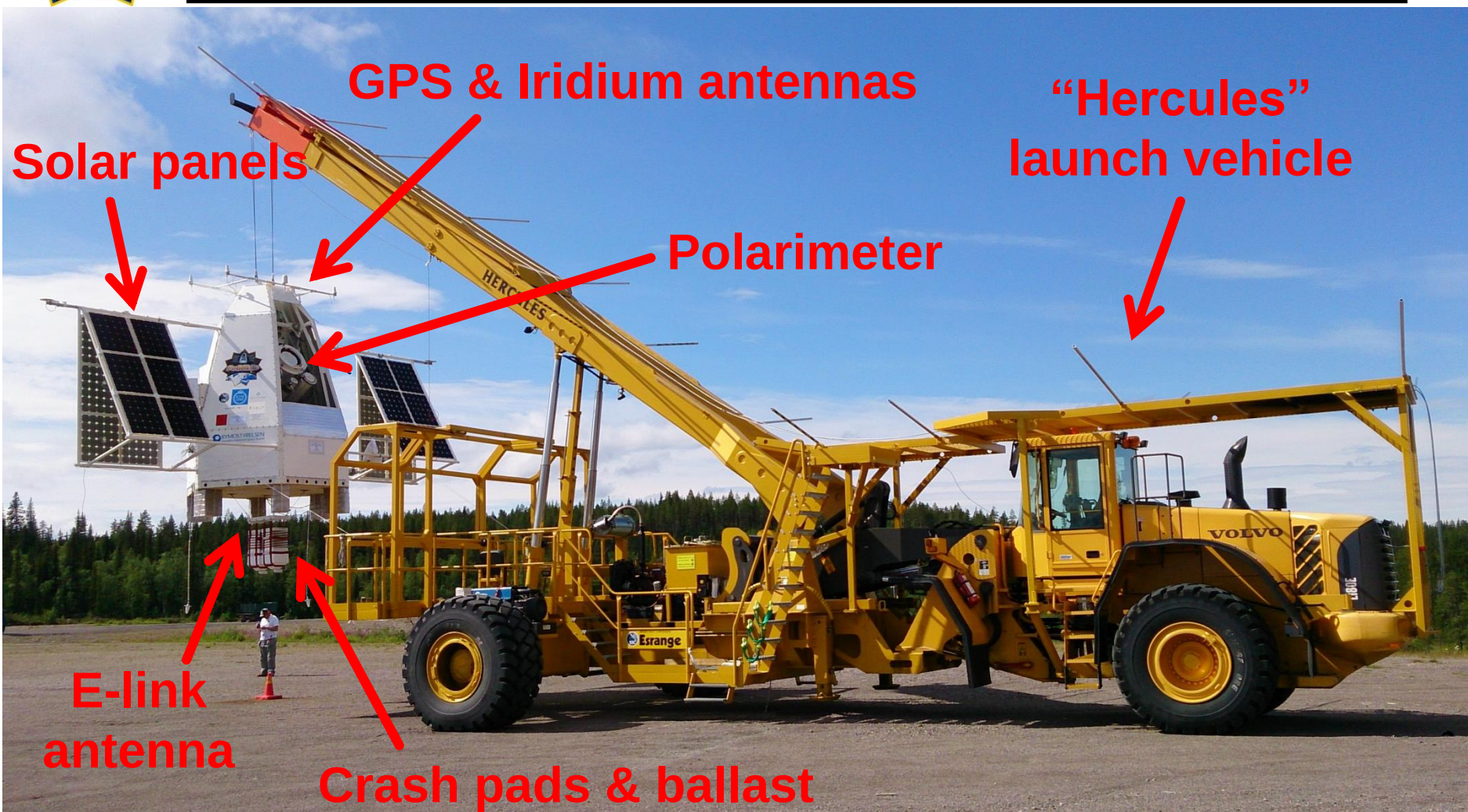
- **PoGOLite** ではコンプトン散乱を検出し、その散乱角の異方性から偏光を検出
主検出部(PDC)は 217 ユニット(本番観測)、61 ユニット(パスファインダーフライト)
- 検出器自身の系統誤差、大気中性子フラックスの異方性をキャンセルするため、観測中は検出器が 5 分で1回転する。



偏光方位角と直交方向に
多くのイベントが検出される⁶



Launch Configuration



Campaign team: Royal Institute of Technology, Stockholm University, Hiroshima University, Moscow State University, CAO, DST Control AB, SLAC-KIPAC, SSC Esrange



放球(2013/7/12)@キルナ





14日間のフライトの軌跡



高度 日中は最高で 39~40 km、夜間は最低でも ~35 km



-





2016年に向けてのアップグレード(1)

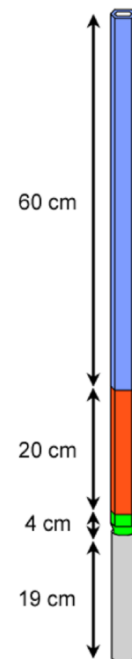
ゴンドラ・検出器

- ・回収後のチェックで大きなダメージがない
=> リファブリッシュしたものを利用予定



支配的な中性子バックグラウンドを除去したい(検討事項)

- ・光量を増加 => 反射材をV2000からESRへ変更
- ・主検出部Fastプラスチックシンチレータの長さを20cmから短くする
例: 15cmでもCrabの検出光子数は90%に保たれる
一方で、中性子バックグラウンドは体積(長さ)に比例して減少
- ・Slowプラスチックシンチレータをパッシブなシールドのみに変更
Slow光量が低いため、波形弁別がしづらい
(現状) Slowプラスチックシンチレータ+PbとSnのシートから、
(改良案) Slowプラスチックシンチレータをなくし、パッシブなシールドのみ

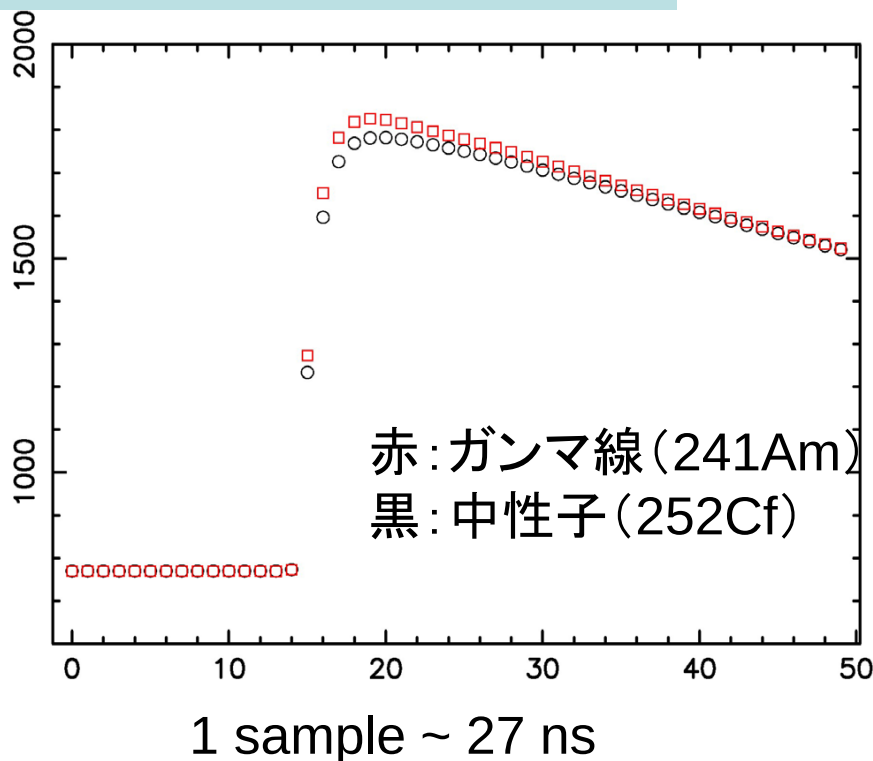




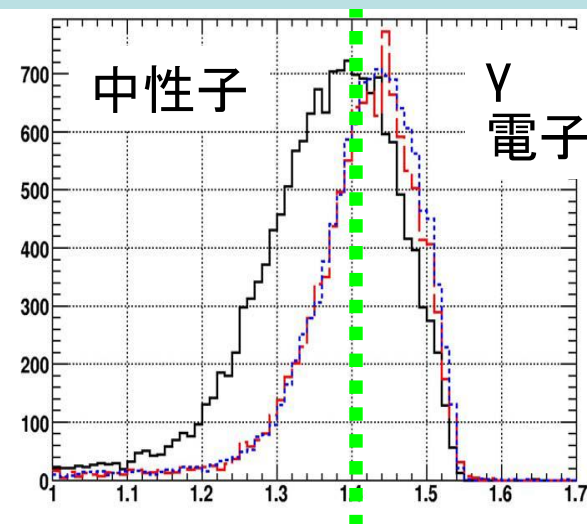
2016年に向けてのアップグレード(2)

- ・回路の読み出しレートを37.5MHzから100MHzへ
中性子(陽子)とガンマ線(電子)の信号を波形弁別。
80%のガンマ線信号@60 keVを保ったまま、
80%の中性子バックグランドを除去できる可能性

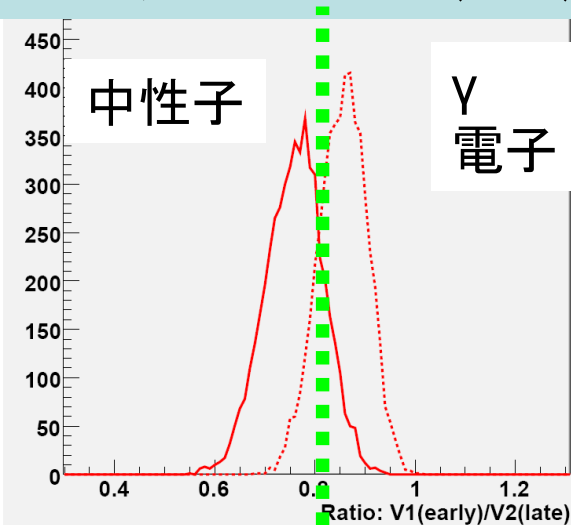
プリアンプ波形(実測:4波形平均)



37MHzサンプルFOM(実測)



70MHzサンプルFOM(Sim)





まとめ

- PoGOLite パスファインダー検出器(61 ユニット)は、2013/7/12に放球に成功し、スウェーデンのキルナから、ロシアまでの14日間かけて北極圏を周回した。
- 3日間にわたって、偏光観測を実施し、Crabパルスの検出に成功した。
- 2016年に再フライトを申請中(長期間動作を成功させる、バックグラウンドを下げる)

