

広島大学

# PoGOLite 気球実験

## 2013年パسفアインダーフライト(2)

高橋弘充(広島大)

河野貴文、水野恒史、深沢泰司(広島大)、釜江常好(東京大)、田島宏康(名古屋大)、片岡淳(早稲田大)、高橋忠幸(ISAS/JAXA)、河合誠之(東工大)、M. Axelsson, M. Jackson, M. Kiss, W. Klamra, M. Kole, S. Larsson, E. Moretti, M. Pearce, F. Ryde, S. Rydstrom(KTH), G. Olofsson, H-G. Floren(Stockholm Univ.), G. Varner(Univ. of Hawaii)、PoGOLite チーム

PI: Mark Pearce (スウェーデン王立工科大学)

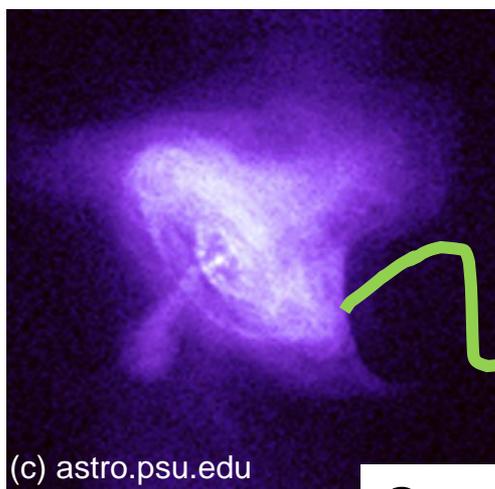
([www.particle.kth.se/pogolite](http://www.particle.kth.se/pogolite))





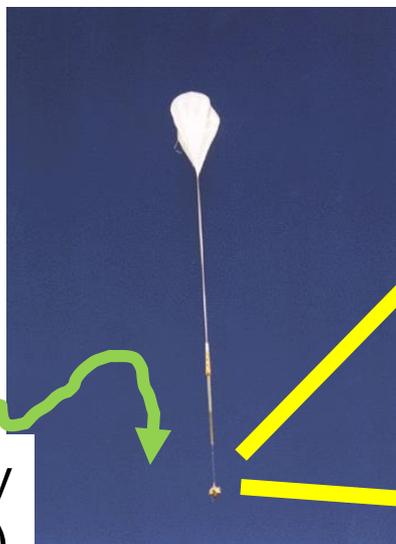
# X線・ガンマ線 偏光観測

- **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  
PHENEX, PoGOLite, ASTRO-H, GEMS, PolariS ...

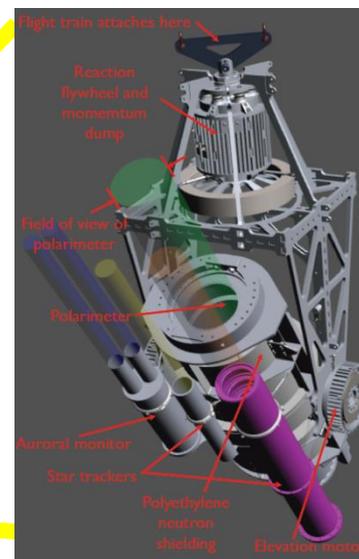


(c) astro.psu.edu

Gamma-ray  
(25-80 keV)



~40 km

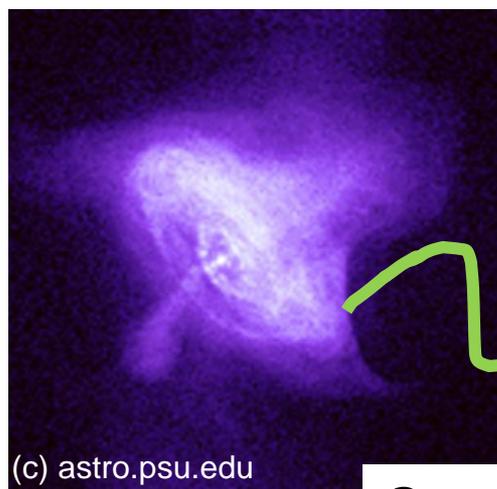


Weight (wo ballast) : ~1750 kg<sub>2</sub>  
Power : ~300 W (Instrument)  
~200 W (Gondola, etc.)



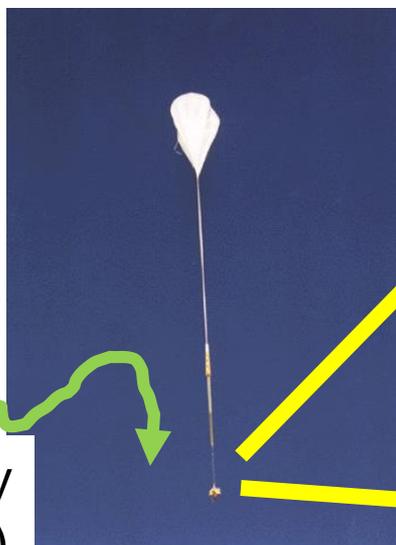
# Polarized Gamma-ray Observer (PoGOLite)

- **PoGOLite 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。**
- 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。

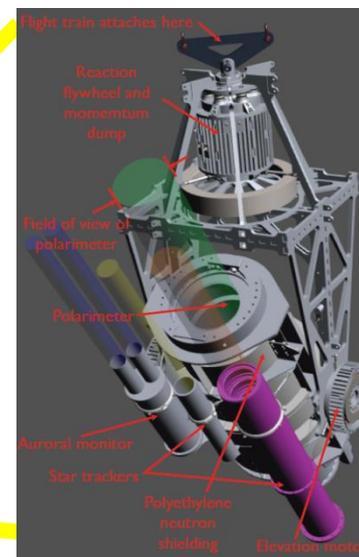


(c) astro.psu.edu

Gamma-ray  
(25-80 keV)



~40 km

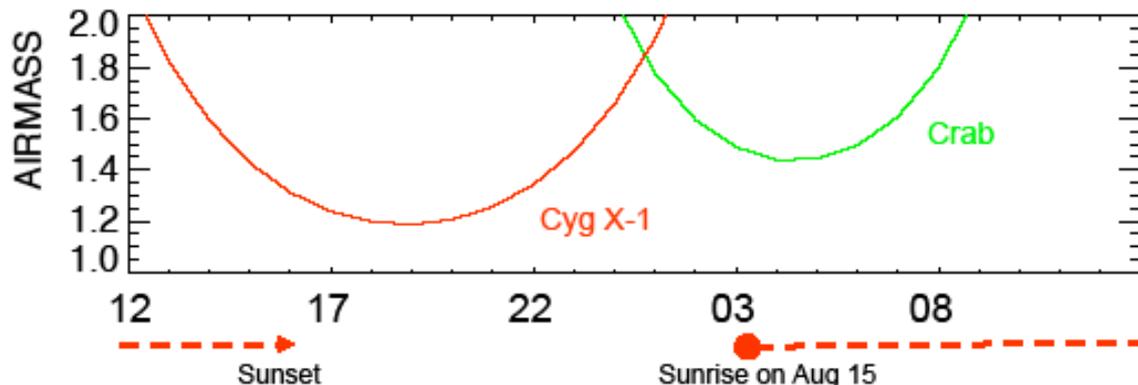


Weight (wo ballast) : ~1750<sub>3</sub> kg  
Power : ~300 W (Instrument)  
~200 W (Gondola, etc.)

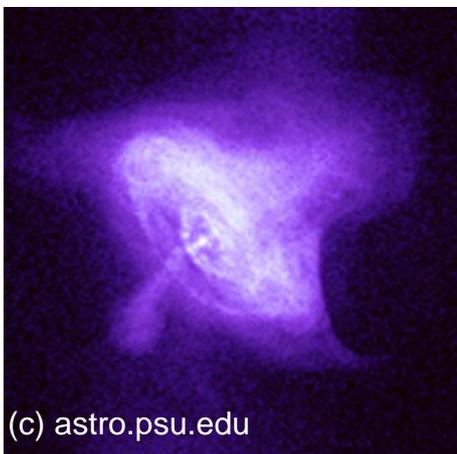


# Pathfinder Flight from Sweden

## Flight Plan (1-day long)



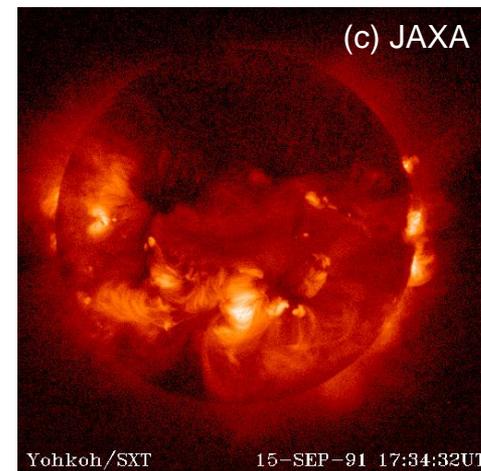
## Crab nebula (Pulsar)



## 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)<sup>4</sup>



# 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



しかしながら、2010年4月にオーストラリアであったNASAの放球失敗の事故を受けて、**延期**されていた。

- 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。



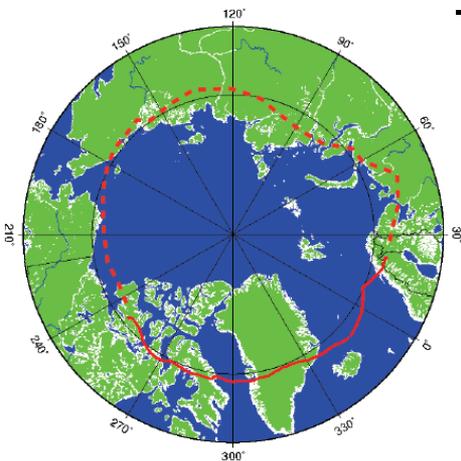
しかしながら、気球からHeがリークするという不測の事態により、約5時間で地上へ戻ってきた。  
我々の検出器自身は上空でも正常に動作した。

- 2012年7月：北極圏を周回する2週間のフライト@キルナ



しかしながら、悪天候のために打ち上げ機会に恵まれず。。。

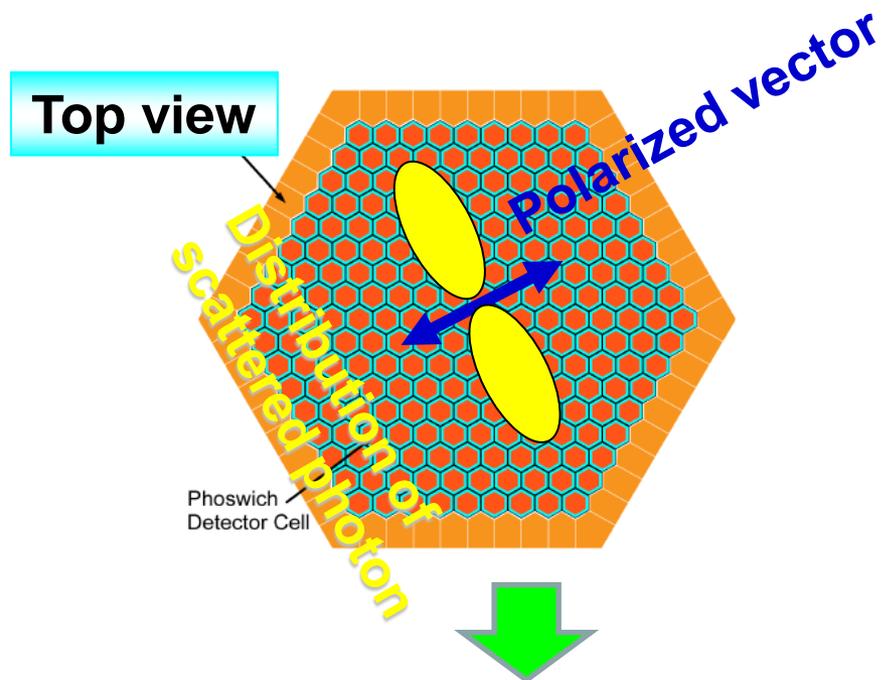
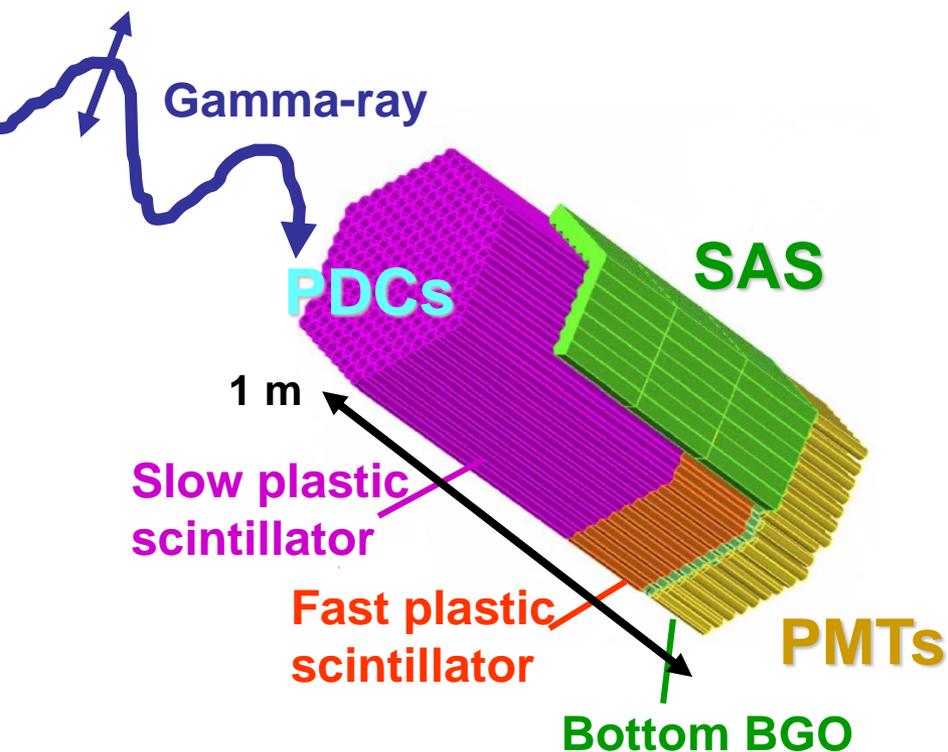
- 2013年7月12日～26日：**北極圏を周回する2週間のフライト(スウェーデン～ロシア)に成功!**<sup>5</sup>





# 偏光検出

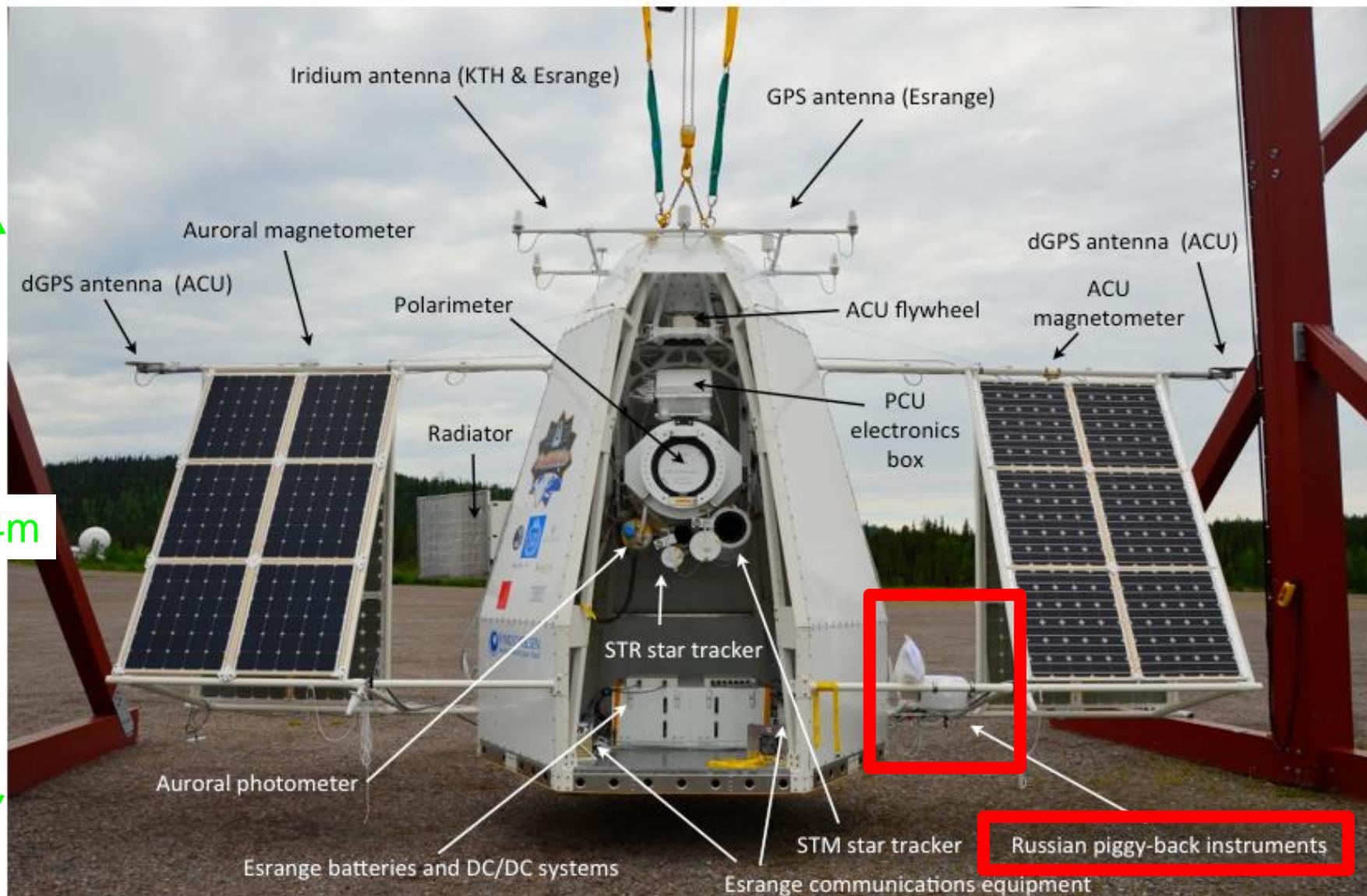
- **PoGO Lite** では**コンプトン散乱**を検出し、その散乱角の異方性から偏光を検出  
主検出部(PDC)は 217 ユニット(本番観測)、61 ユニット(パスファインダーフライト)
- 検出器自身の系統誤差、大気中性子フラックスの異方性をキャンセルするため、観測中は検出器が 5 分で1回転する。



偏光方位角と直交方向に  
多くのイベントが検出される<sup>6</sup>

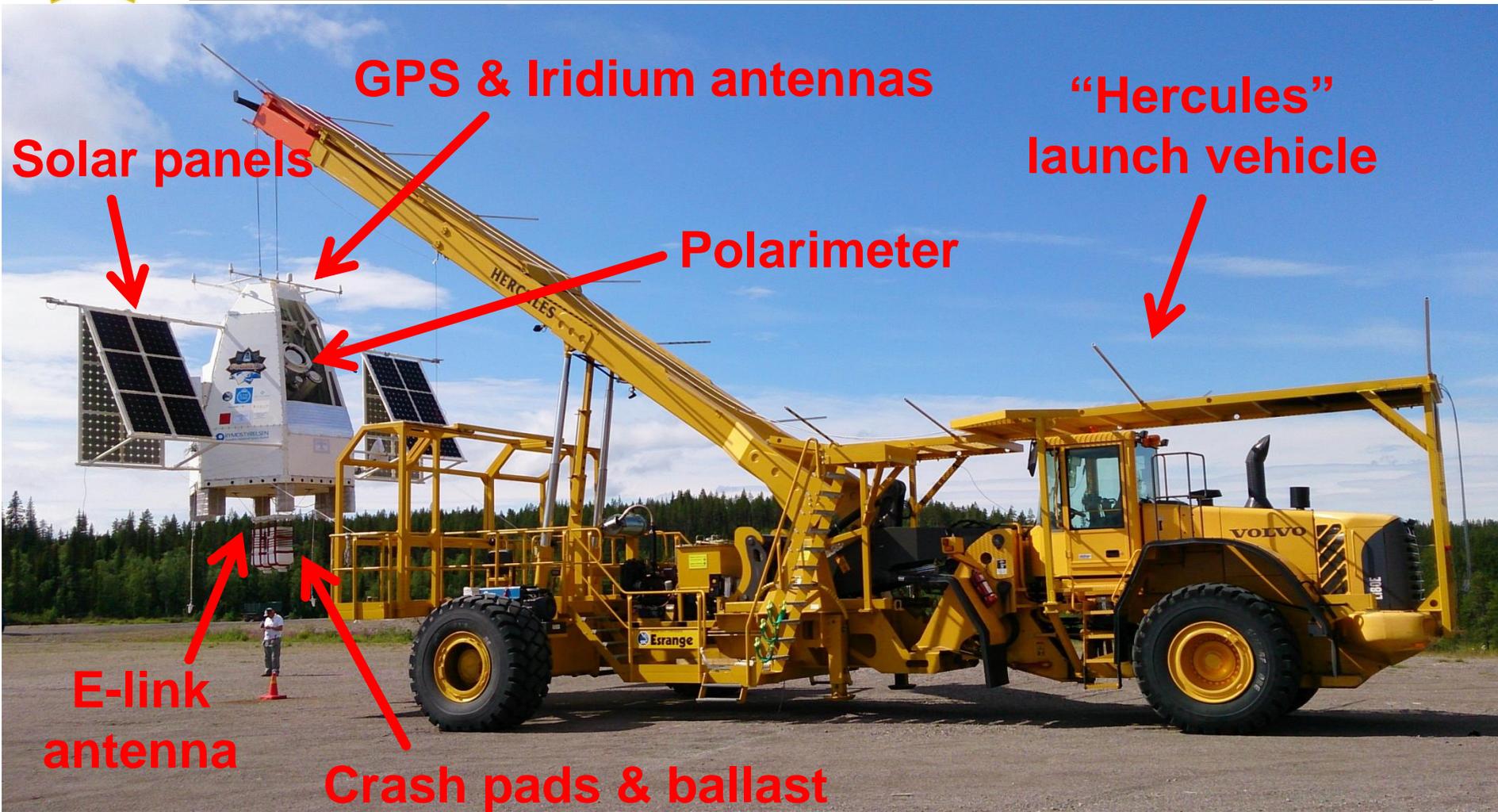


# PoGOLite Overall View (2013)





# 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





# 放球 (2013/7/12) @キルナ

---





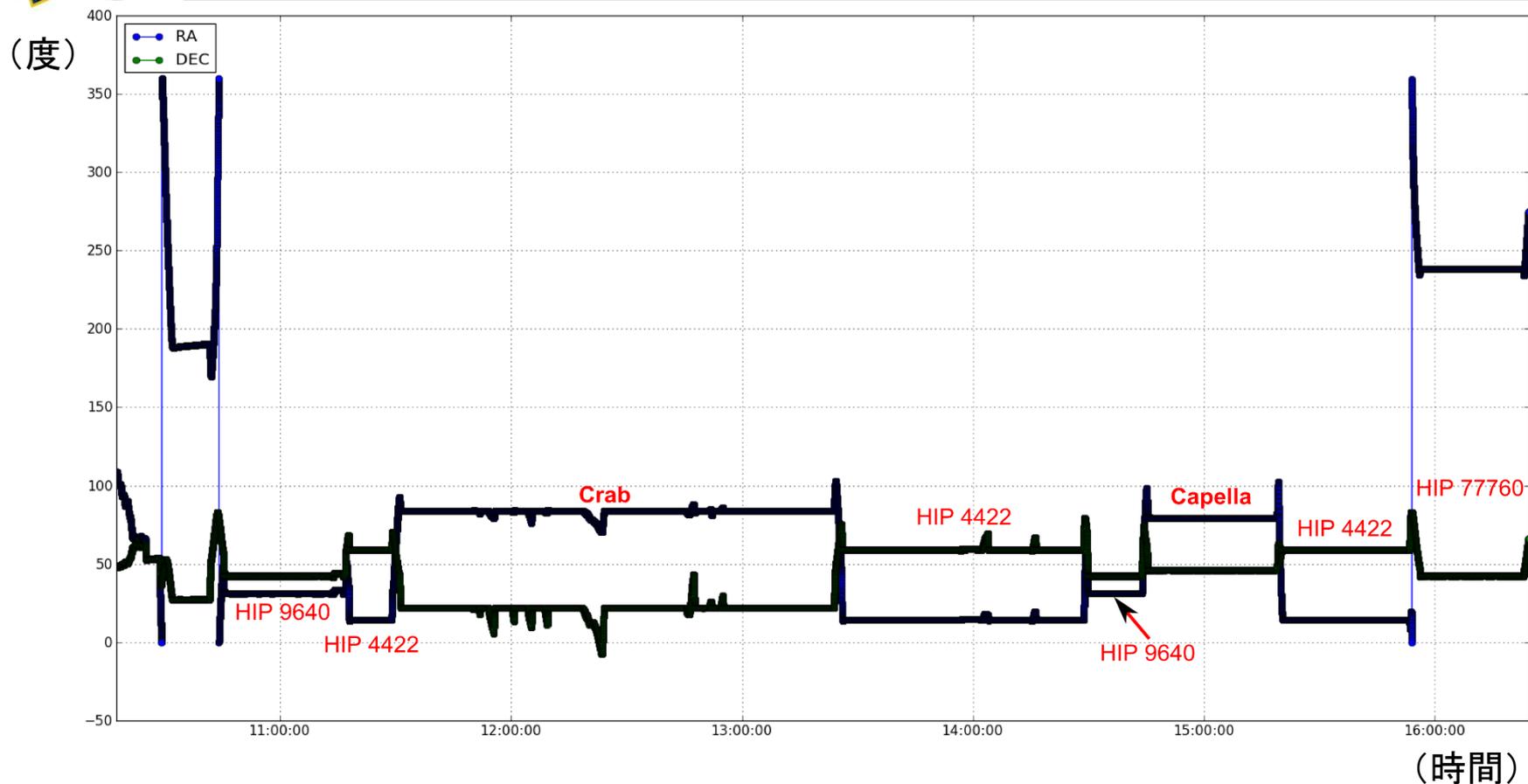
# 14日間のフライトの軌跡



高度 日中は最高で 39~40 km、夜間は最低でも ~35 km



# 姿勢制御の例 (放球後7時間)

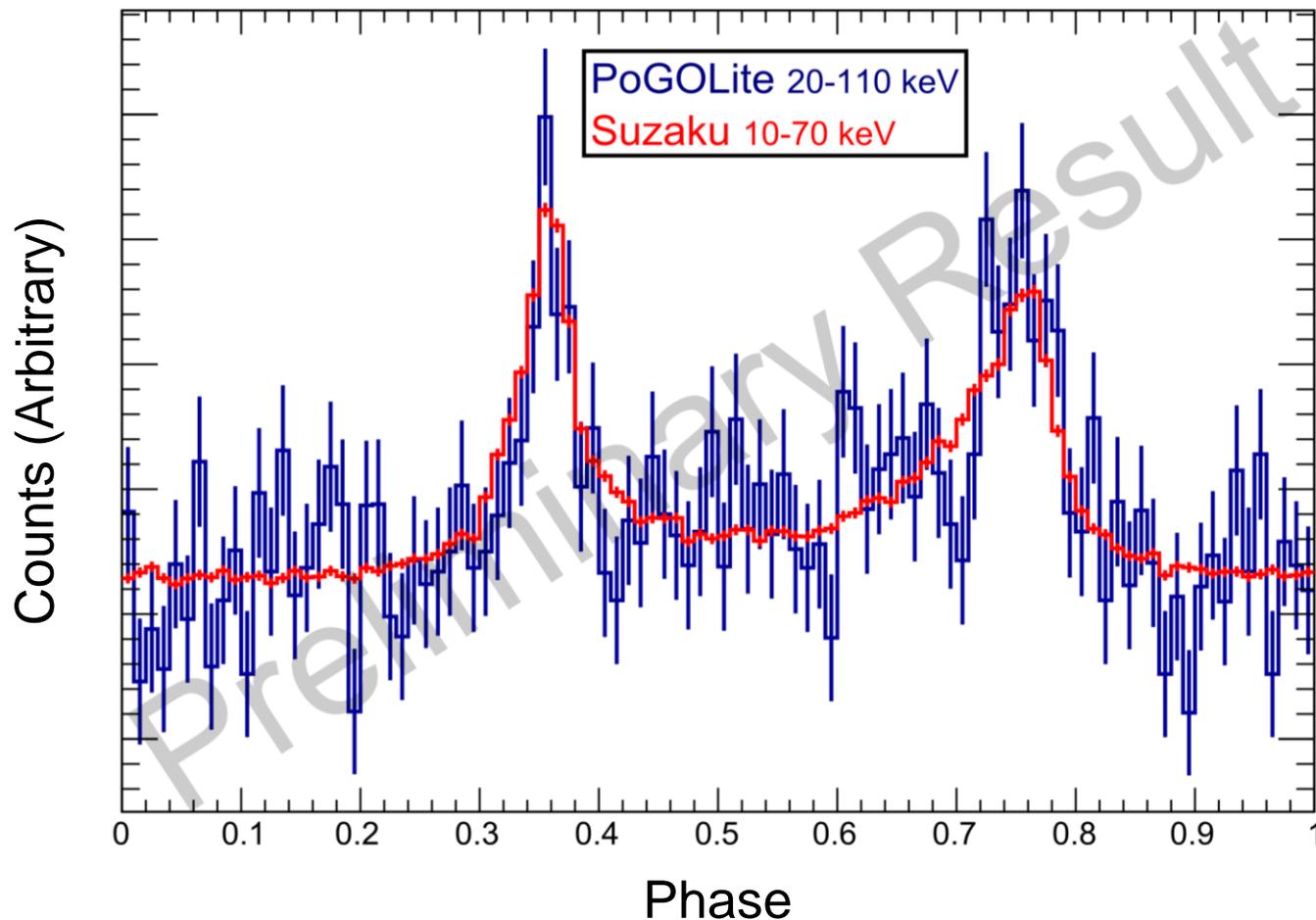


- ・姿勢制御は14日間にわたって動作  
要求性能の $0.1^\circ$  以内の指向性を達成 (OK)
- ・偏光検出器は最初の3日間には正常に動作、電源系にトラブルが発生した





# 観測されたCrabパルス(コンプトンイベント)



コンプトン+光電吸収イベントから、Crabパルス(33ミリ秒周期)の検出に成功した！  
⇒ 気球の姿勢制御には成功している  
偏光解析は進行中



# 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(偏光解析は進行中)。
- 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)

