

広島大学

PoGOLite 気球実験 2013年パسفアインダーフライト

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)

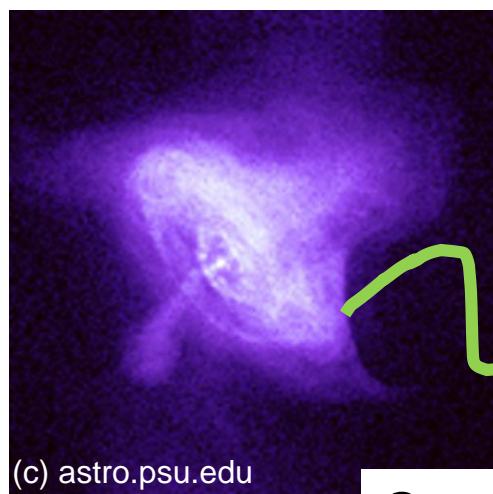
地上での較正実験について: 河野講演 (W121a)





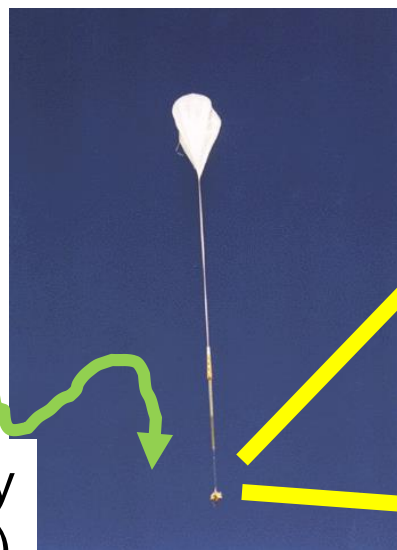
X線・ガンマ線 偏光観測

- **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 ...

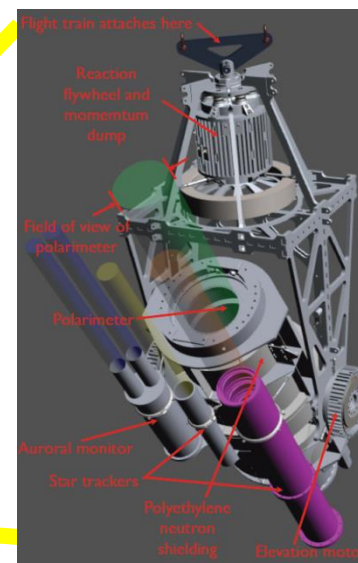


(c) astro.psu.edu

Gamma-ray
(25-80 keV)



~40 km

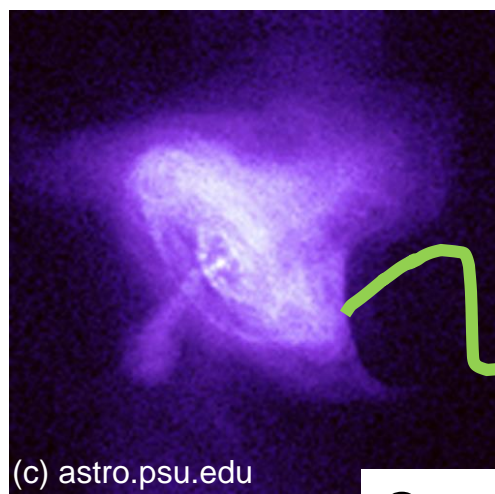


Weight (wo ballast) : ~1750 kg₂
Power : ~300 W (Instrument)
~200 W (Gondola, etc.)



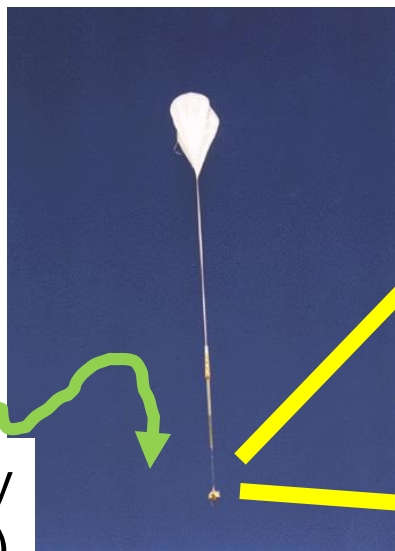
Polarized Gamma-ray Observer (PoGO Lite)

- **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。**
- 日米欧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。

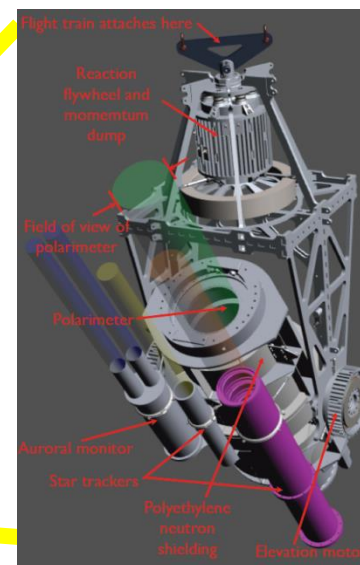


(c) astro.psu.edu

Gamma-ray
(25-80 keV)



~40 km

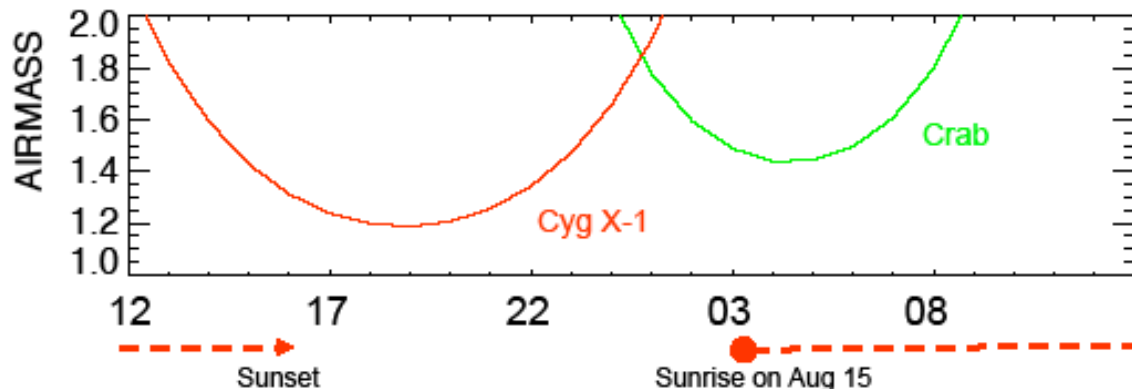


Weight (wo ballast) : ~1750₃ kg
Power : ~300 W (Instrument)
~200 W (Gondola, etc.)

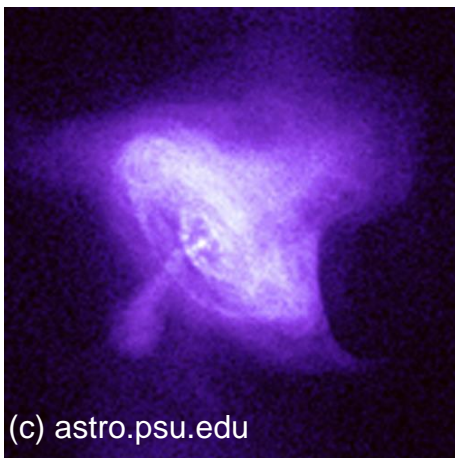


Pathfinder Flight from Sweden

Flight Plan (1-day long)



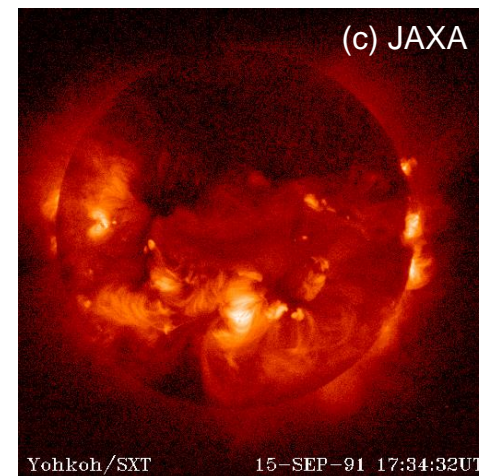
Crab nebula (Pulsar)



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)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



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。



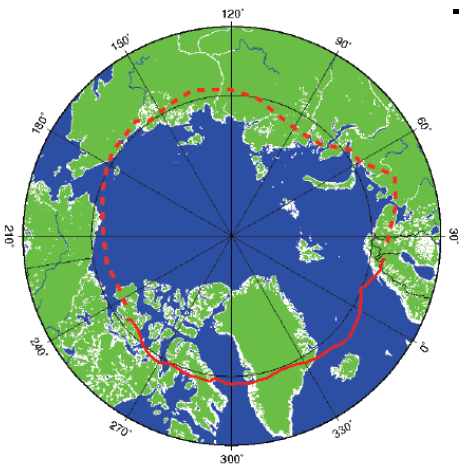
しかしながら、気球からHeがリークするという不測の事態により、約5時間で地上へ戻ってきた。我々の検出器自身は上空でも正常に動作した。

- 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。。。

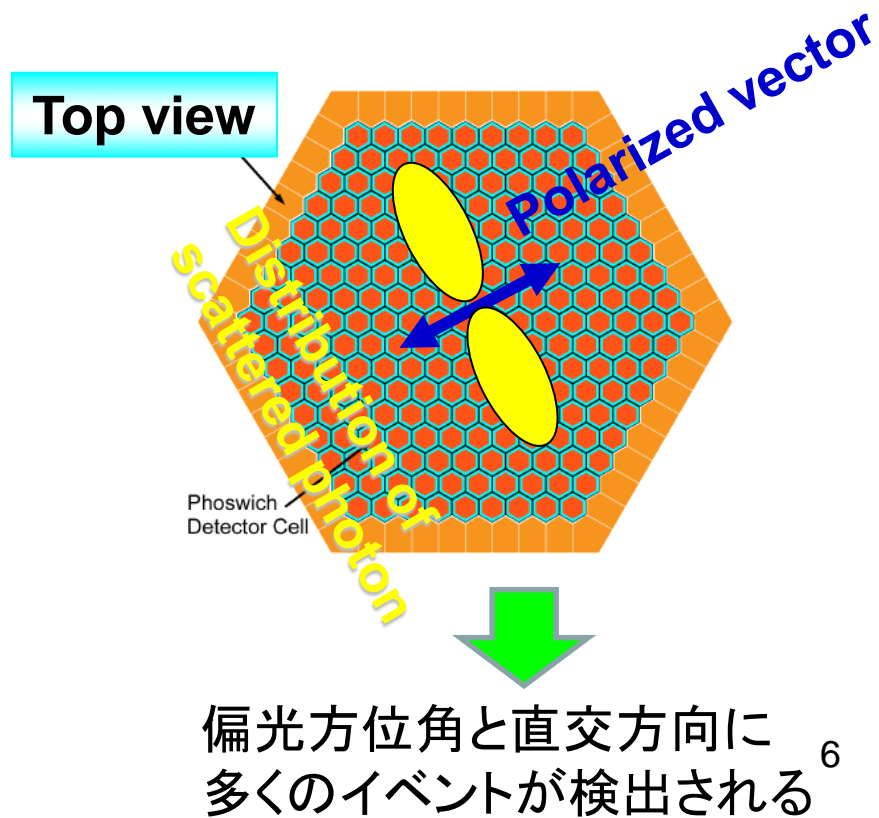
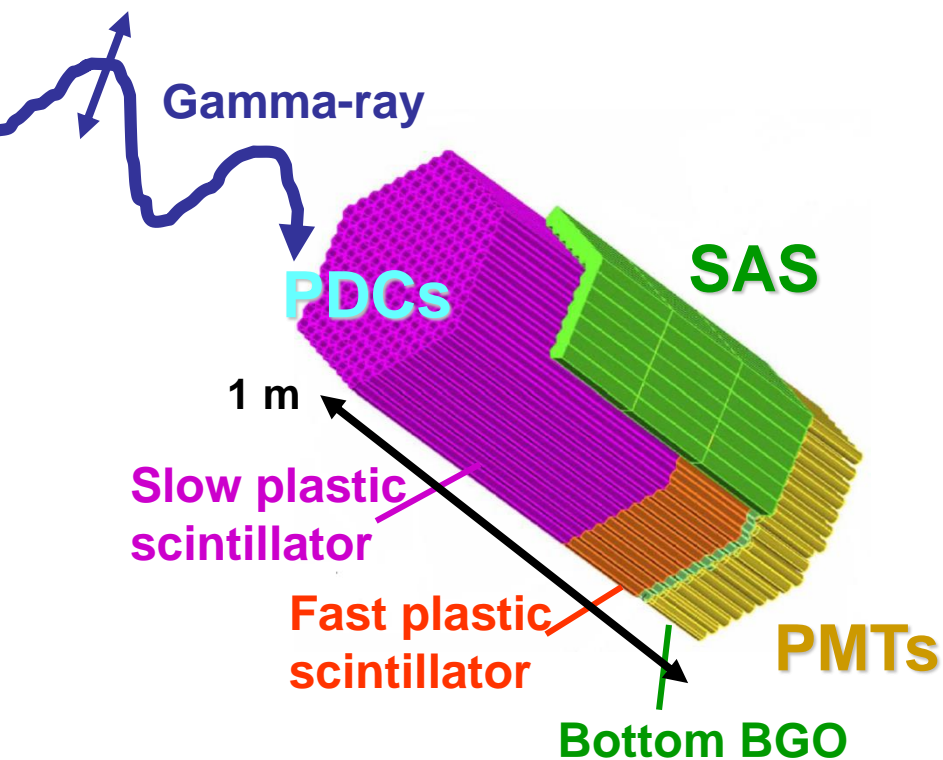
- 2013年7月12日～26日：北極圏を周回する
2週間のフライト(スウェーデン～ロシア)に成功！⁵





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。



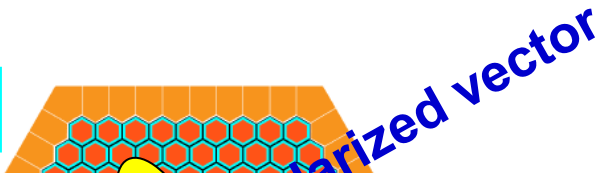


偏光検出

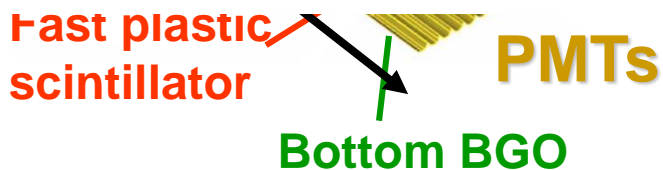
- **PoGOLite** では**コンプトン散乱**を検出し、その散乱角の異方性から偏光を検出
主検出部(PDC)は 217 ユニット(本番観測)、61 ユニット(パスマイナードフライト)
- 検出器自身の系統誤差、大気中性子フラックスの異方性をキャンセルするため、観測中は検出器が5分で1回転する。



Top view



- バックグラウンドモニターとして、**熱中性子シンチレータ検出器**を搭載
- データ取得系には **SpaceWire 規格** (ASTRO-H などでも利用) を利用
- 北極圏(スウェーデンなら誰でも)を周回する**約2週間の長期間観測**



偏光方位角と直交方向に
多くのイベントが検出される



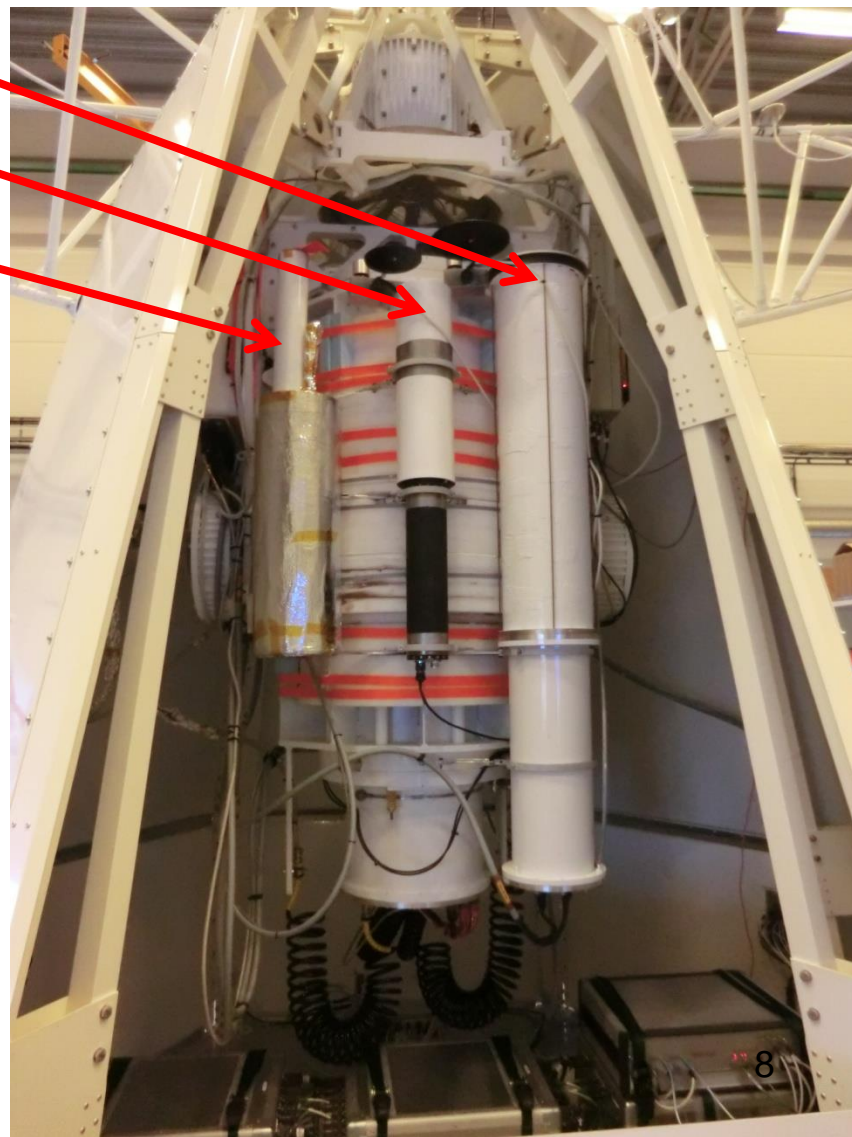
ゴンドラ

“STM” star tracker (2.57 x 1.92 deg)

“STR” star tracker (5.0 x 3.7 deg)

Aurora monitor unit

偏光計





放球(2013/7/12)@キルナ





放球(2013/7/12)@キルナ





放球 (2013/7/12) @キルナ





運用中の様子





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 36 km



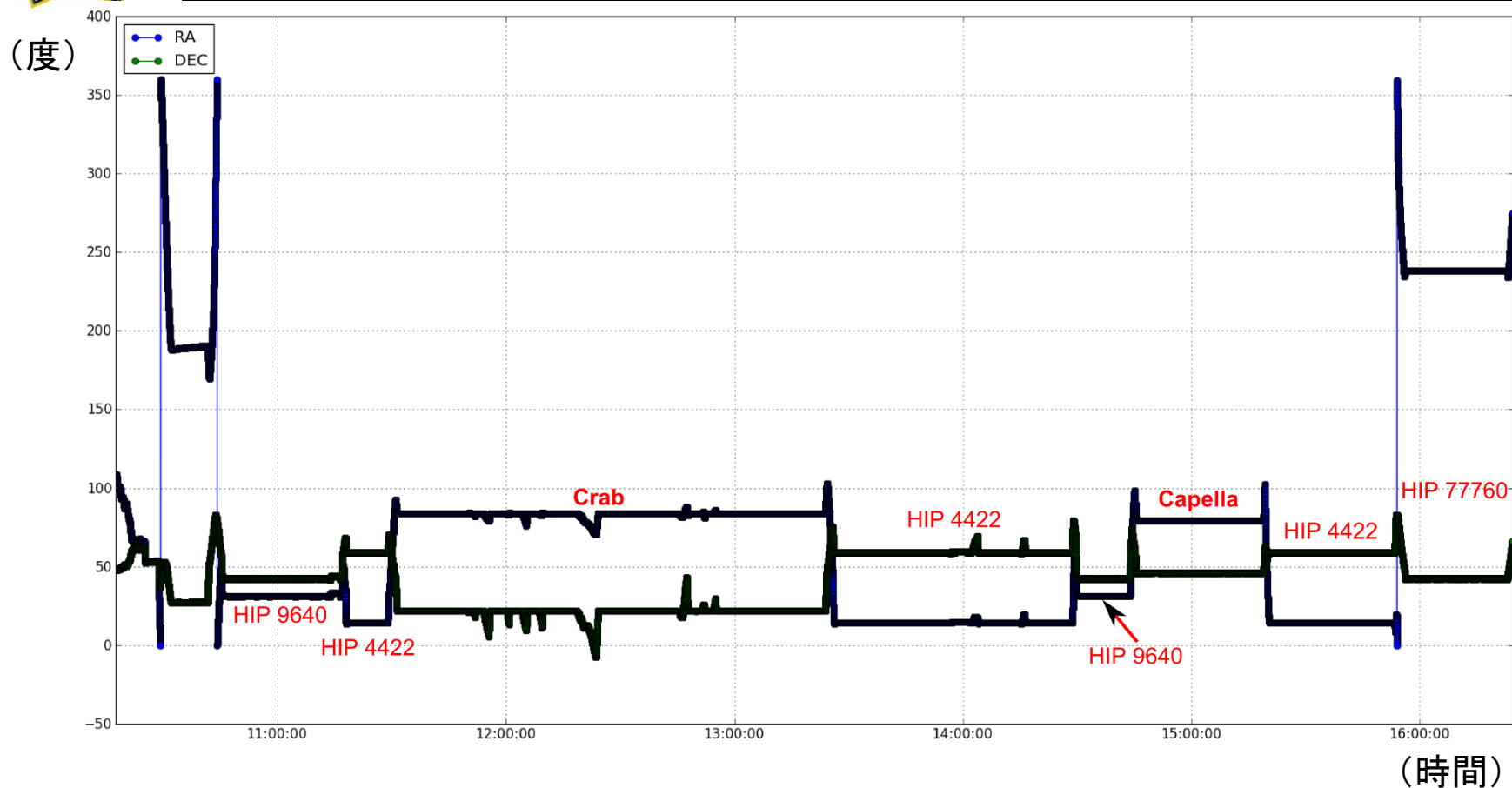
14日間のフライトの軌跡



高度 日中は最高で 39~40 km、夜間は最低でも 36 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° 以内の指向性を達成 (OK)
- ・偏光検出器は最初の3日間は正常に動作、
電源系にトラブルが発生した (原因はゴンドラが戻り次第、究明する)



着陸 (2013/7/26) @ロシア



ゴンドラは、現在ロシアから
スウェーデンへ出国するための
輸出手続き中



まとめ

- PoGOLite パスファインダー検出器(61 ユニット)は、25-80 keV において 1 Crab の天体から 8.5% 偏光を検出できる能力がある。
- この夏スウェーデンのキルナから放球し、ロシアまでの北極圏を周回する 14日間のフライトに成功した。
- 3日間にわたって、偏光観測を実施することができた(データは現在解析中)。

