

discussion

MeVの感度計算

～「現状技術で実現可能」から「将来の目標」まで～

2017.02.06 Kazu Nakazawa
with Atsushi Takada

1:本資料の目的

1-1 感度について

- MeV宇宙物理を議論する上で、「近々(5年)」「10年後」「2030年頃」の3段階に分けて、期待できる感度を議論する。
- 「近々(5年)」「10年後」(2020-25年頃)は、**今ある検出器技術で、最先端のLong Duration 気球を実施した場合**に到達できるレベルをざっくり検討。
 - 1日あたり6時間観測を5日で、1天体を100 ks積分できる。Long Duration気球は15日前後が多いので、200-300 ks まで。→ **「100 ks」をまず考える。**
 - 気球実験は、電源、通信、熱・機械、姿勢など、大きな労力がかかることに留意。。
 - 検出器の改良は継続する。**今後新技術が確立する度に、この見積もりは更新される。**
- 「2030年頃」は**将来の目標**であり、eASTROGAMなどの例を示す(ESA-M5は2029打ち上げ予定)。この感度を実現するには、相当の開発努力が必要。

1-2 サイエンスについて

- 狙うサイエンスを検討し、感度を一つの指針として、「**倍感度がよければ** *ができる」を検討したい。
- 感度を上げるためにも、興味のあるエネルギー帯域（それ以外の帯域を軽視することで感度をよくできる可能性）、広い視野の必要性の有無（視野が狭ければ感度はよくできる）、などぜひ提案を。

2:現状技術で実現可能な感度@100 ks (2020-25年頃)

2-1 計算した感度

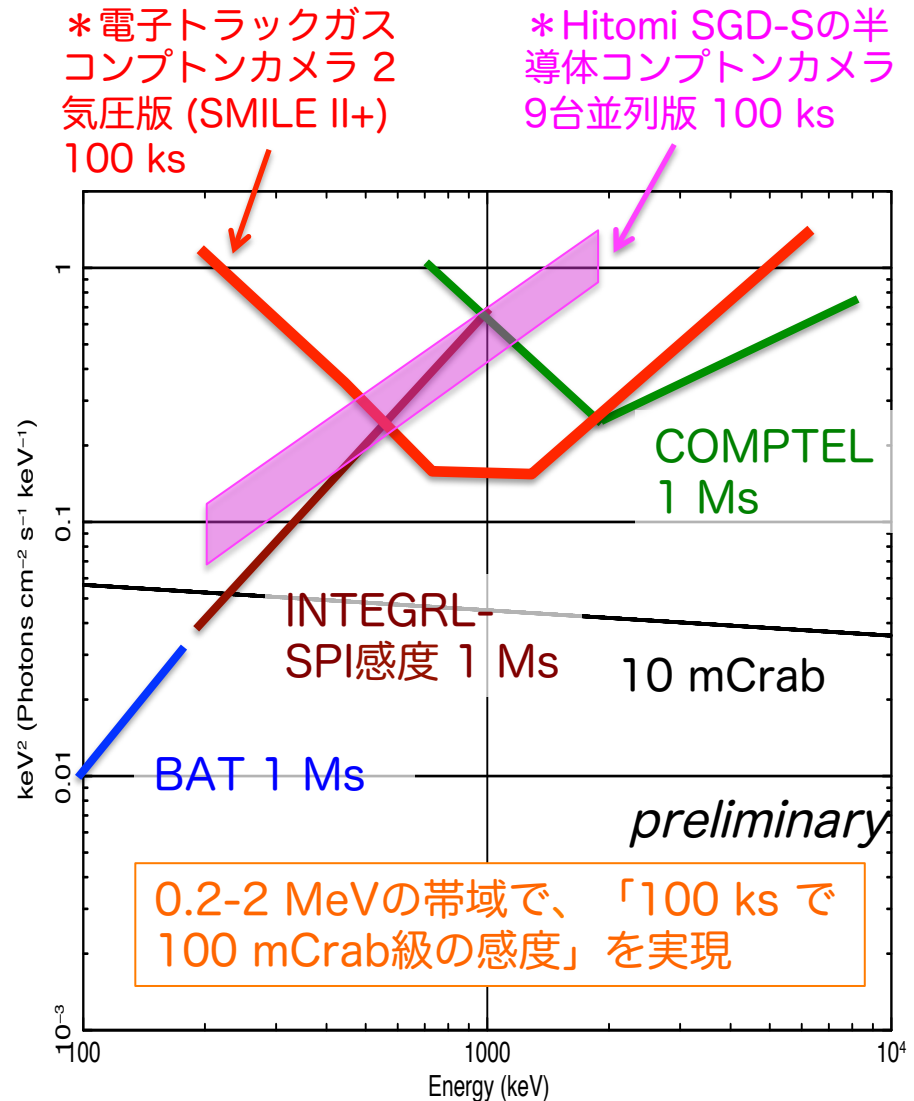
- 有効積分時間は100 ksとする。
- 感度は統計 3σ 。連続成分に対し、 $dE/E = 0.5$ で計算。精度は factor 2程度。

2-2 結果

- 100 ks 気球で、現状の衛星(INTEGRAL-SPIなど)の ~1 Ms 感度が実現。
- 検出器の改良で、2倍、10倍を目指す。

この5-10年は「工夫」の時代

- 視野の大小でBGDの大小→感度の小大。
- 見る天体で観測効率が。天の北極や南極付近なら観測効率が25% → 100 %になるかも。あるいは4つの天体を、赤経方向に90degずつ離してリストできる？
- 狙うエネルギー帯域を絞ることも有効。



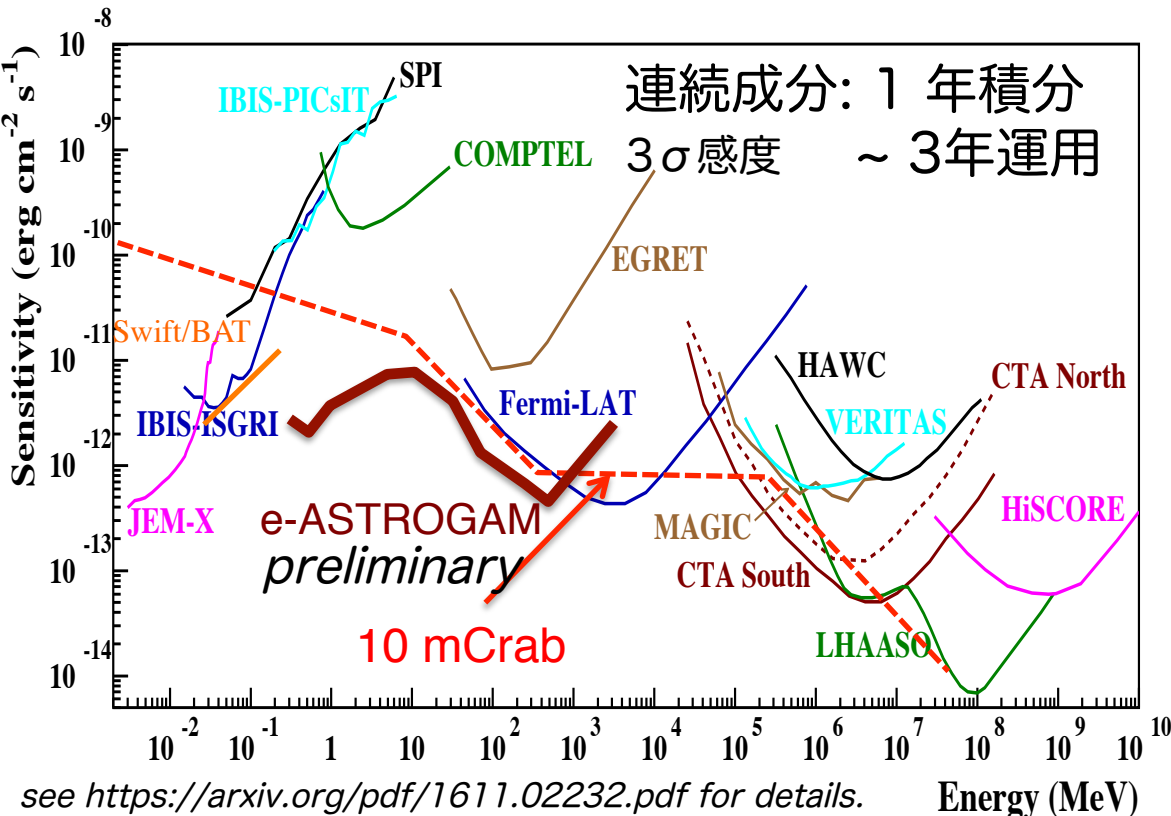
3: 2030年頃の日標感度@1 Ms

eASTROGAMの例

- ESA-M5 (2029) 提案。大型 (重量2-3 t)。MeVだけでなくGeVまでカバーするアイデア。
- ベースは既存技術(DSSDとCsI)だが、1x1x1 m³の大型検出器で技術的チャレンジも大きい。
- 2030年頃の日標感度の指標として例示したもの。

• 長期目標=ここへ向けて独自技術、サイエンスの発展が必要。

• MeVとGeVの融合が特徴。この方向性は有効効だろうか？



輝線 1 Ms 感度

E (keV)	FWHM (keV)	e-ASTROGAM sensitivity (ph cm ⁻² s ⁻¹)	Improvement vs SPI
511	1.3	4.1 × 10 ⁻⁶	13
847	35	3.5 × 10 ⁻⁶	66
1157	15	3.6 × 10 ⁻⁶	27
1275	20	3.8 × 10 ⁻⁶	29
2223	20	2.1 × 10 ⁻⁶	52
4438	100	1.7 × 10 ⁻⁶	65

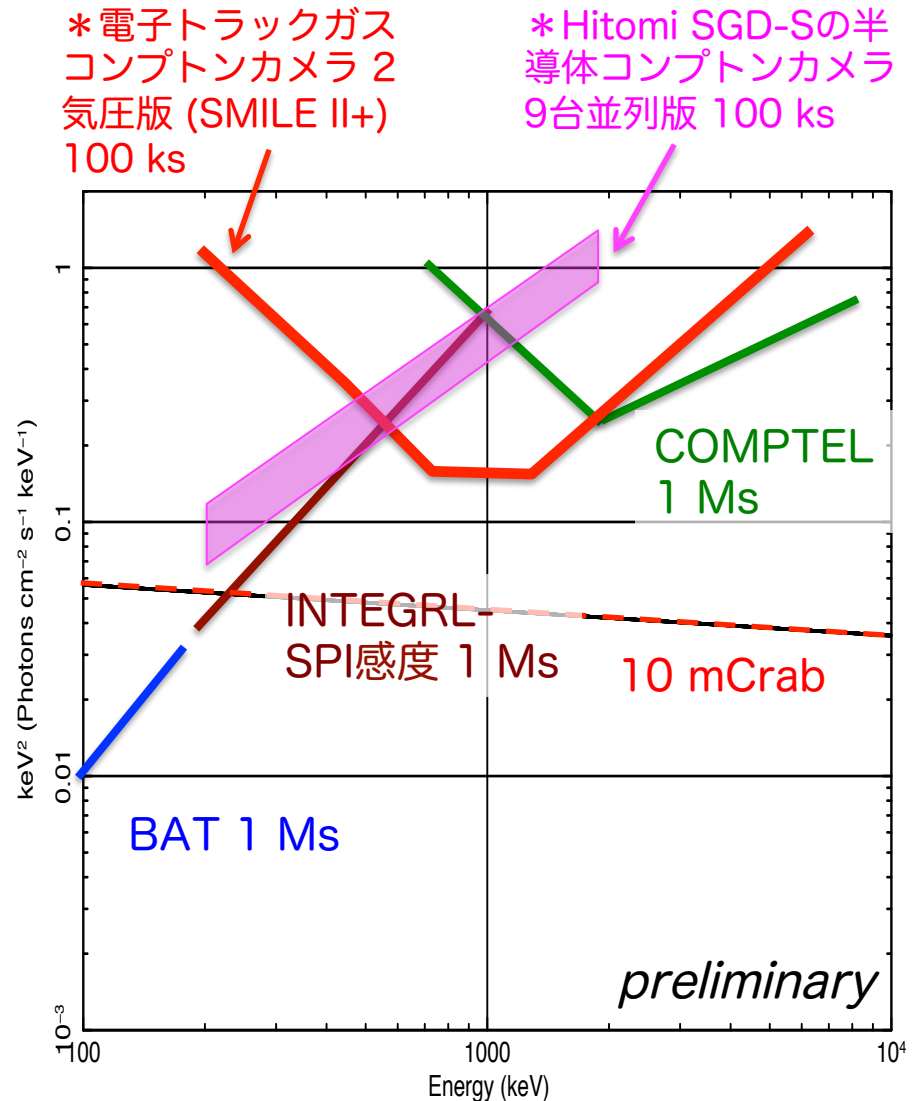
1 σ 感度

MeVサイエンスの実現を 考える方向性

4: 最初のステップ=気球

この5-10年は「工夫」の時代

- 気球実験による実績作り+試験観測。
- 視野の大小でBGD大小→感度の小大。
- 見る天体はどこ？北極や南極付近なら観測効率が25% → 100%になるかも。あるいは4つの天体を、赤経方向に90degずつ離してリストできる？
- 狙うエネルギー帯域を絞ることも有効。



5：長期的なロードマップの案

A：大気球で 30-100 mCrab 感度

- 一歩目のサイエンス。代表的なAAA、BBBのサイエンスで結果を出すべし。（サイエンスでD論が2本以上、論文が2-3本以上）
- 1回ではなく、2-4回の連続実験を前提にすべし。
- 検出器技術の成熟化。極近傍のとても明るい「CCC」が万が一来た時に備える。

B：小型の衛星(200-500 kg?) or 長期気球(~100 日)で~10 mCrab 感度。

- 二歩目のサイエンス。AAA、BBB、DDD、EEE。多様なサイエンスの一歩目。これも2-3回のフライトを。（サイエンスでさらにD論が2本以上、論文が10-20本とか）
- そこそこ近傍の明るい「CCC」をなんとか1つ

C：大型の衛星計画(1t?)で mCrab 感度。

- 「CCC」をメインでやろう。
- さらに、A,B,D,E,F,G,H,I… をやろう。
- 100名規模のコミュニティーを支えるミッション。
- 論文 XX (100?)本、D論 YY (20?) 本。

5 : 本日出たサイエンスネタ候補 AAA, BB, CCC, DDD ...

AGNs and MeV Gamma-ray Background → C”MeV”Bの起源

井上芳幸、戸田 皓陽

MeV GRB、超大質量星のGRB : 井岡邦仁、松本達矢、澤野達哉 :

→ GRBプロンプトのSEDと偏光

NS Mergers、SNe、2014J : 仏坂健太、前田啓一、寺田幸功

→ SNIaの起源・多様性、r-process 核種の生成

フェルミからの期待 : 田中康之 → 「全天」サイエンスの良さ

銀河系中心からの511keVガンマ線 : 戸谷友則

511 keV から探る銀河系内宇宙線源 : 川中宣太

→ 511 keVに「次」に求めるものは？ 起源=個々の天体の同定？

パルサー星雲からの非熱的MeVガンマ線放射 : 田中周太

→ シンクロトロンピークエネルギーは？

マグネターの sub-MeV ガンマ線放射 : 榎戸 輝揚

→ フレアの上限エネルギー、硬X線成分の折れ曲がり

降着流からのMeV放射 : 嶺重慎 → よく考えよう。V404とか？

Sun : 柴田一成 → MeVガンマ線でハドロン成分を。秒角分解能？

雷雲ガンマ線 : 榎戸輝揚 → TGFという電場加速

天文学以外のSpaceを MeV : 谷森達 → 惑星表面、太陽フレア中性子、磁気圏

5 : 長期的なロードマップの案

A : 気球実験の方向性

- ・ 広い視野か？狭い視野か？
- ・ 100 ks で結果が出せるサイエンス。
- ・ 北半球？南半球？
- ・ 日本か、アメリカNSBFか、スウェーデンか？

B : 近々のスケジュール

- ・ eASTROGAMのM5結果 2017/June-July
- ・ MIDEXも同じくらい

C : 日本の MeV コミュニティーの立ち上げ

- ・ コンソーシアムを立ち上げ、知恵を持ち寄る。
- ・ 3年くらいでWhite Paper / Load Map が欲しい。
- ・ 最終目標とするトップサイエンス+多様なサイエンス
- ・ 欧米との競争・協働

6：次回の会合を！

©OIST



レーリー散乱の美しい青空の下でコンプトン散乱を語ろう

©フリー素材屋Hoshino



注意：上記の写真・イメージは、あくまでも、個人の願望（妄想）であり、次回会合の場所が決まったわけではありません。