

MeV/sub-MeV全天サーベイの将来計画

○中澤知洋¹, 高橋忠幸^{1,2}, 渡辺伸², 一戸悠人^{1,2}, 井上芳幸², 内山泰伸³, 榎戸輝揚⁴, 小高裕和⁵, 大野雅功⁶, 国分紀秀², 高橋弘充⁶, 武田伸一郎⁷, 田島宏康⁸, 田代信⁹, 玉川徹¹⁰, 寺田幸功⁹, 能町正治¹⁰, 深沢泰司⁶, 牧島一夫¹ et al. and the ex-CAST WG members
1:U Tokyo, 2:ISAS/JAXA, 3:Rikkyo U., 4: Kyoto U., 5: SLAC/KIPAC, 6: Hiroshima U., 7: OIST, 8:Nagoya U/ISEE, 9:Saitama U., 10:RIKEN, 10:Osaka U.,

1: 宇宙観測の「フロンティア」MeV

数100 keVから数十 MeVの帯域は、未だ精密な観測の存在しないフロンティアである。2000年に観測終了したCOMPTEL検出器はMeV全天観測の唯一の例で、9年間で恒常的に明るい天体 ~30 個と、ガンマ線バーストなどの突発天体 ~30 個を観測した。以後、MeV の観測はほとんど進んでいない。硬X線の全天観測はSwift衛星 (2004-)で、GeVはFermi衛星(2008-)で大きく進展した。これらは、COMPTELより1-2桁高い感度で、1000を超える天体を観測し、多くの新発見をもたらした。これらに匹敵する感度を MeV で実現すれば、天体物理の多くの課題を解決できる上に、今は未知なる多くの天体現象が発見できる。

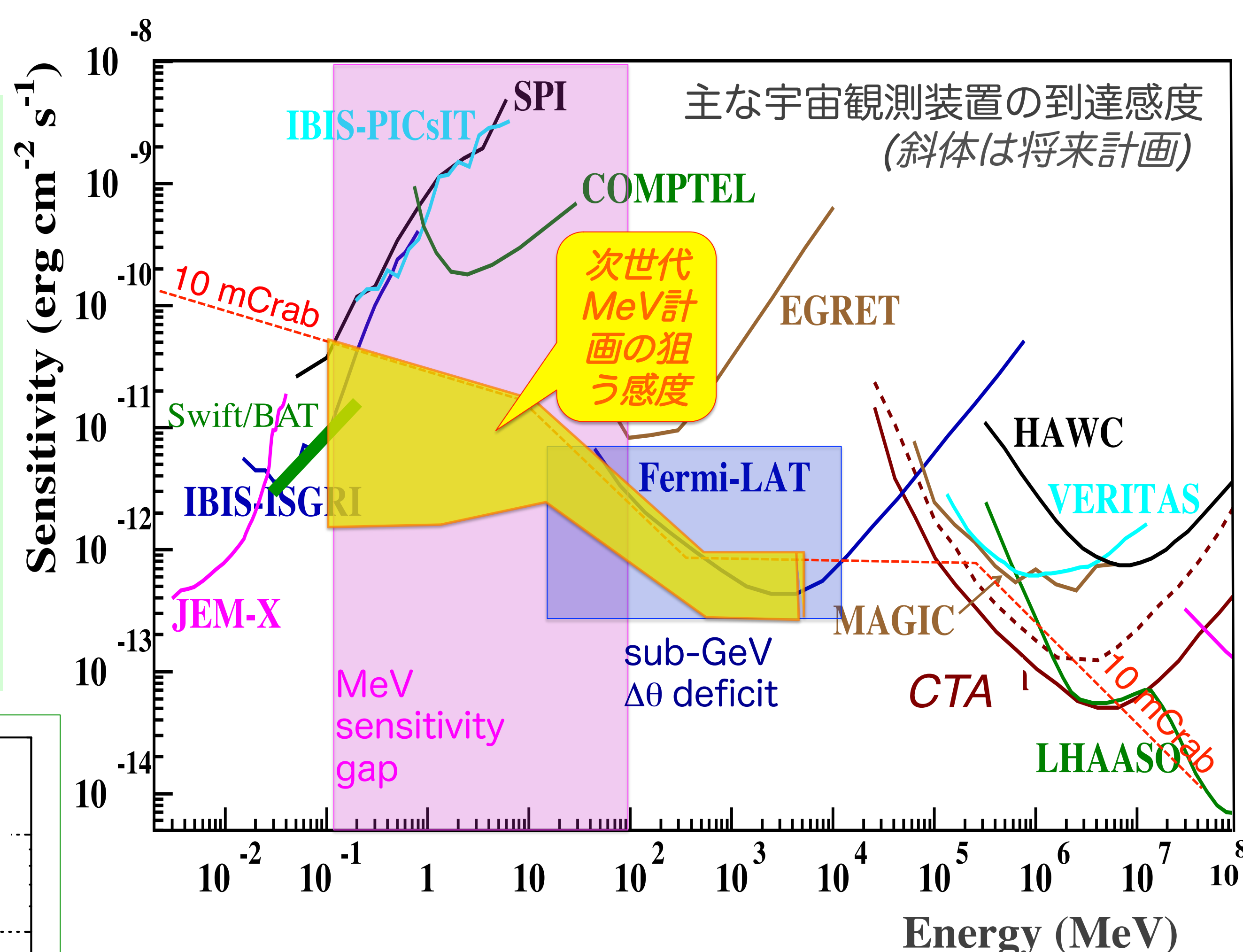
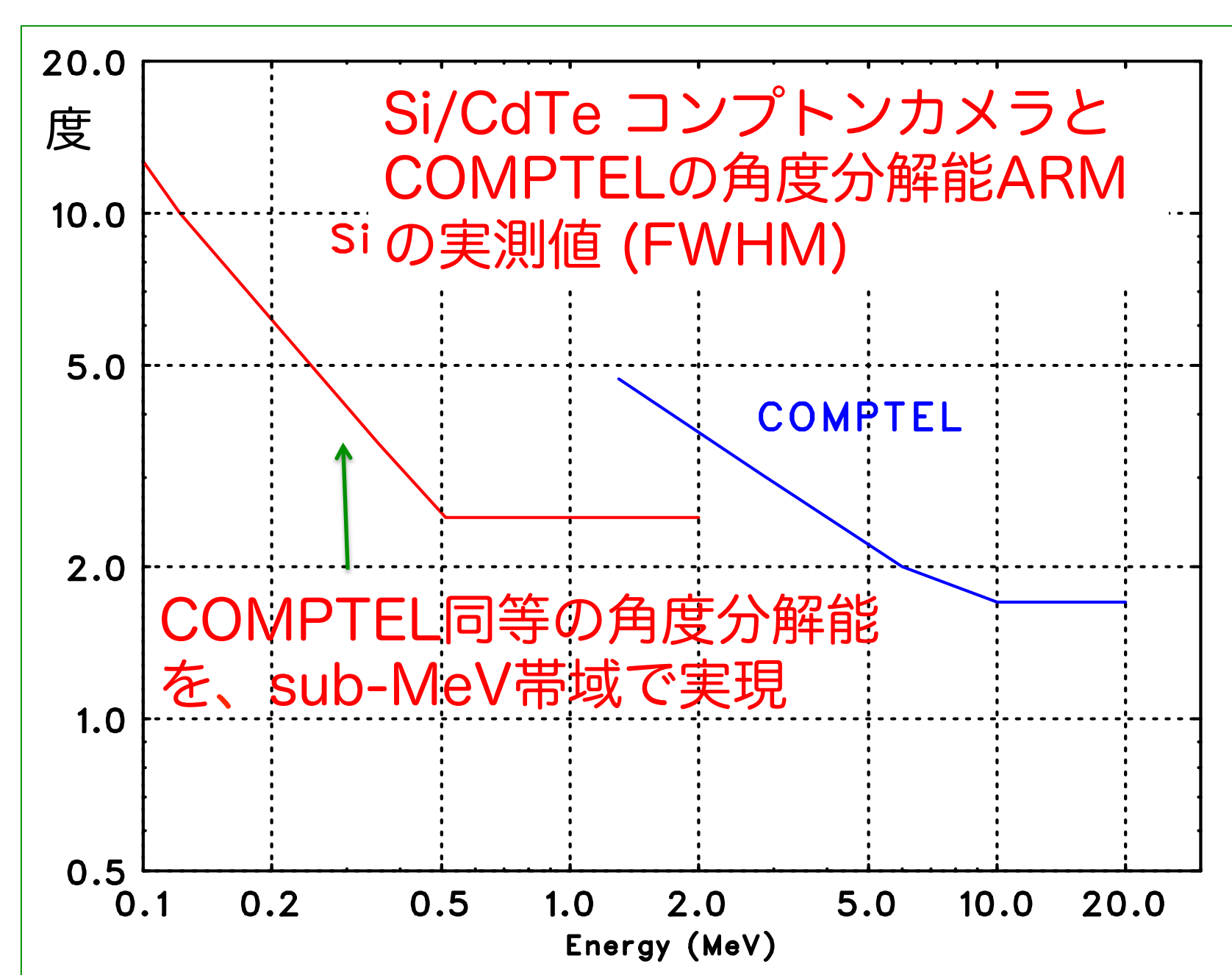
2: 将来計画

我々は半導体コンプトンカメラという新技術でMeVに取り組んでいる。

「ひとみ」SGDで実用化したSi-CdTe半導体コンプトンカメラを発展させ、0.2-2 MeV帯域を小型の検出器で開拓する計画(CAST)を検討している。また、ESAに提案されたe-ASTROGAMにも、SGDの

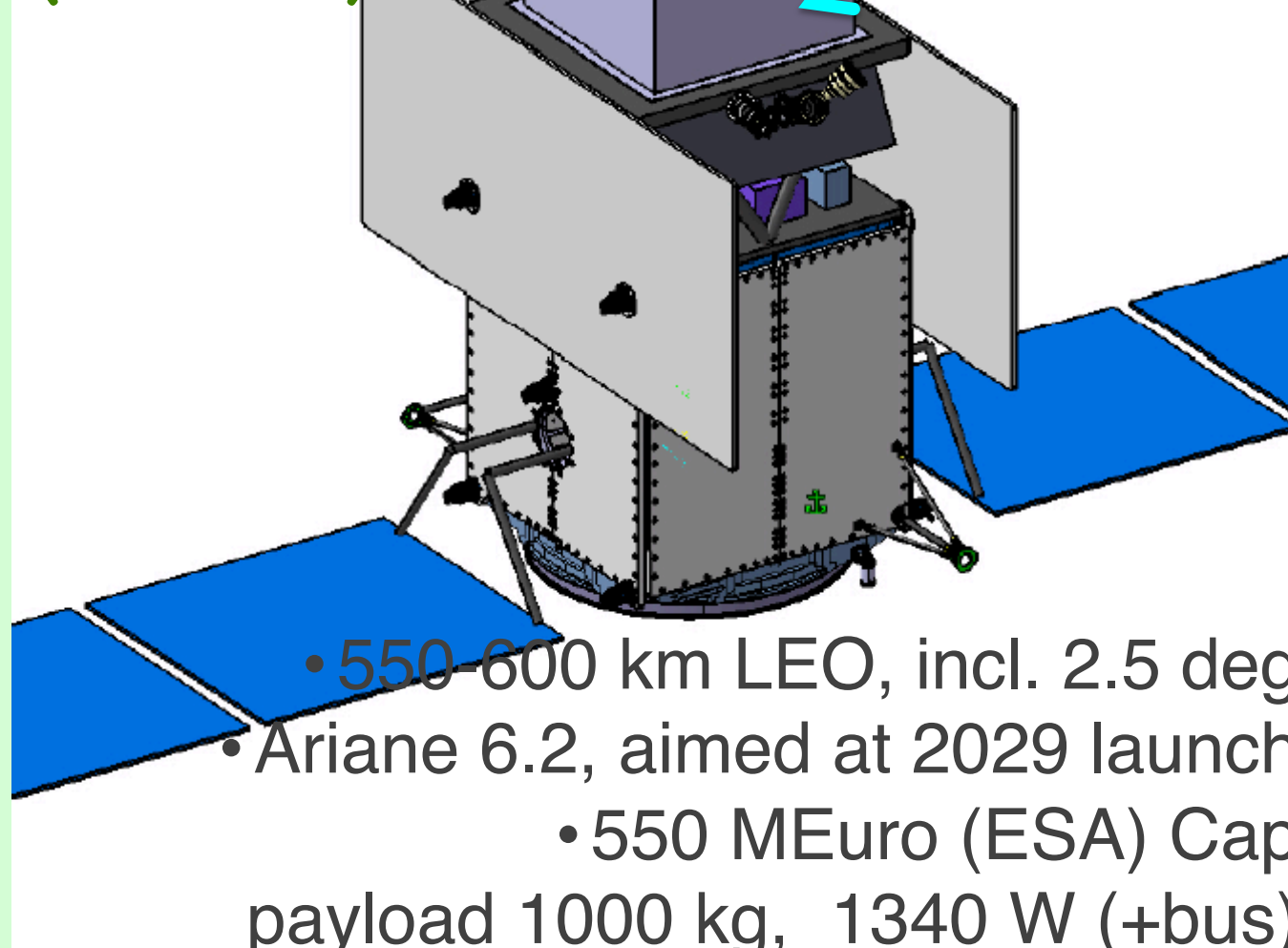
実績反映とサイエンスケース検討を中心に参加している。これは、56層ものSi DSSDと8 cm厚のCsIアレイを組み合わせる計画で、0.3-30 MeVではコンプトン望遠鏡として、30 MeV-3 GeVでは鉛コンバーターのない対生成望遠鏡として動作させ、広い観測帯域を実現する。

いずれも2030年頃の打ち上げを狙う計画で、X線代替機、FORCE の「さらに次」のミッション候補として、中長期的に、サイエンス検討、装置開発や、初期観測(気球など)を継続してゆく。

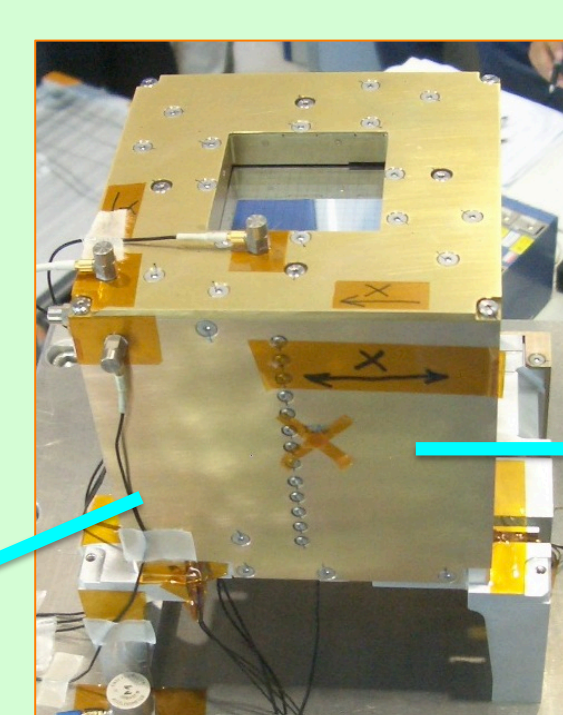


e-ASTROGAM

ESA-M5 (2029-)



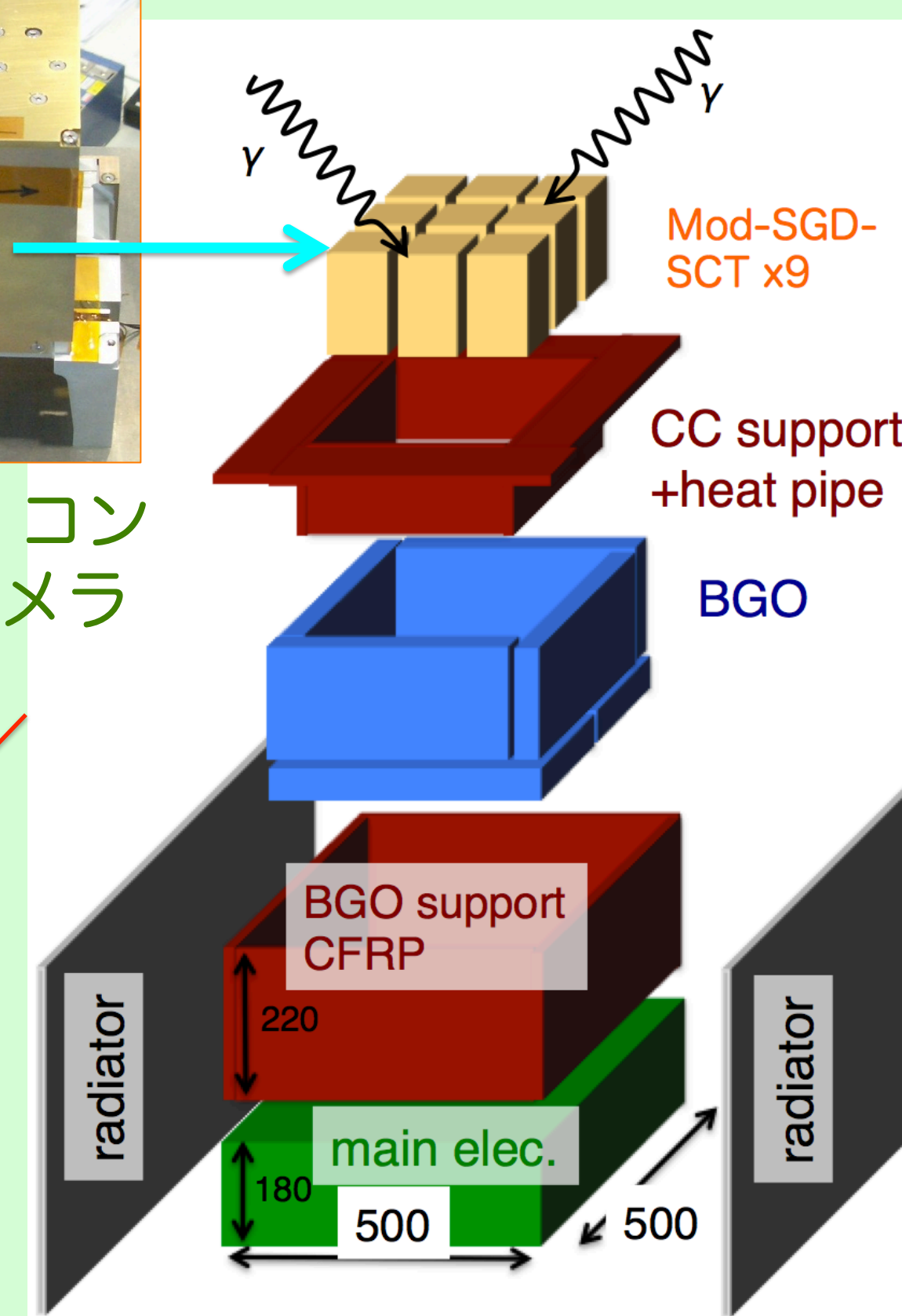
ASTRO-H SGD



Si-CdTe コンプトンカメラ

$$\cos \theta = 1 - m_e c^2 \left(\frac{1}{E_2} - \frac{1}{E_1 + E_2} \right)$$

Si/CdTe Compton望遠鏡の開発:
Takahashi+2004, Takeda+2009,
Tanaka+ 2007, 2005, Watanabe
+ 2007, 2006, 2005, Mitani+
2004, Takahashi+ 2000 etc...



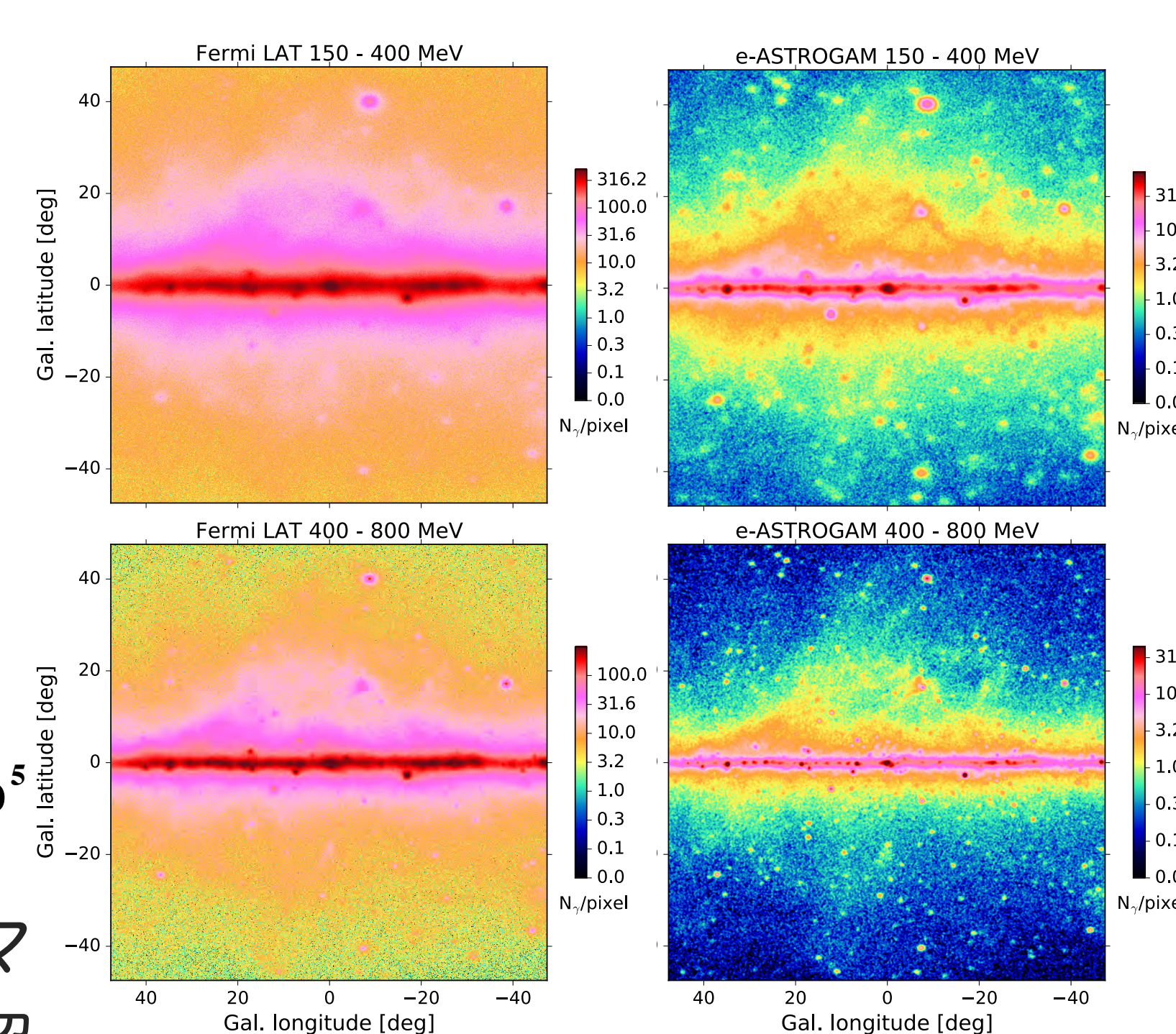
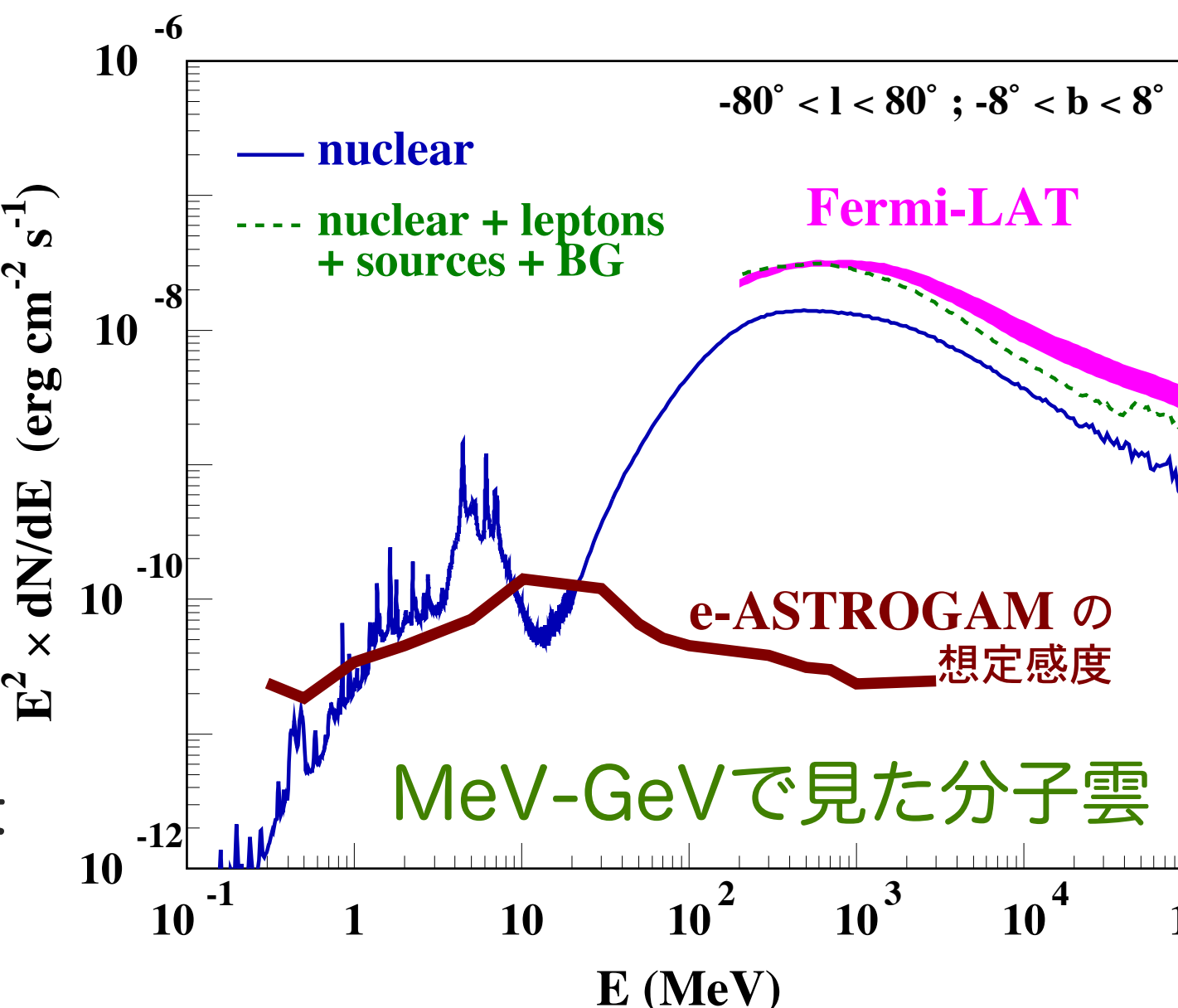
CAST 相乗り or 小型衛星 or 長時間気球 (~2030)

3: MeVのトップサイエンス

3-1: 宇宙線加速機構の決定

高エネルギー天体現象の多くは粒子加速に起因するが、宇宙線の加速機構は今もって未解明である。例えば、宇宙最大の粒子加速器である巨大ブラックホールジェットや標準光源「かに星雲」でみつかったGeVの短時間変動を生む仕組みは謎に包まれている。多波長観測の進展により、粒子加速の新しいパラダイムに迫りつつある今、MeV観測を組み合わせることで、全波長をカバーでき、宇宙線加速機構を解明することができる。

3-2: 宇宙線と分子雲の核ガンマ線



銀河中心方向の sub-GeV想像図。
(左)現状、(右) eASTROGAMの想定



宇宙線陽子が分子雲に衝突して発する即発ガンマ線は、高エネルギー陽子の明確な証拠となる。超新星爆発からの核ガンマ線も重要なサイエンスで、MeV帯域だけでアクセスできる物理である。

- [1] Deil R., Space Science Reviews, 49, 1988
- [2] 武田伸一郎, 博士論文, 東京大学, 2008
- [3] Nakazawa K. et al. SPIE 2012, 2014

- [4] Ichinohe et al. 2016 NIMA
- [5] Watanabe S. et al. NIM-A, 579, 2007
- [6] Tanaka T. et al. NIM-A, 568, 2006

- [7] Takeda S. et al. NIM-A, 579, 2007
- [8] Schönfelder et al., AAS., 143, 2000