

天体物理学研究室 (森 正樹)

【研究内容】

当研究室では、天体物理学の観測的研究を行っています。宇宙の観測には古代から目に見える光(可視光)が用いられてきましたが、20世紀後半に入って電波や赤外線、紫外線、X線、ガンマ線という目に見えない光をとらえる技術が発達し、これらの光で宇宙を観測するようになると、可視光では全く見えない様々な天体が思いもかけない形態で存在することが明らかになってきました。特に、最も波長の短いガンマ線を放射する天体として、重い星が進化の最期に大爆発を起こした後に残される超新星残骸、周期的なパルスを出し中性子星とされるパルサーおよびそれを取り巻くパルサー星雲、コンパクト星とのX線連星、中心に巨大ブラックホールを持ちエネルギー源とする活動銀河核などが挙げられます。これら最も活動的な高エネルギー天体では、電子や陽子が高エネルギーまで加速され、地球に降り注ぐ宇宙線の源になっていると考えられますが、同時に周辺の放射や物質とこれらの粒子の相互作用からガンマ線が発生します。ガンマ線は磁場に影響されずに直進し、その到来方向が発生源の方向を保つため、これらの粒子加速現象の研究にはうってつけの探針といえます。また、宇宙の物質の大部分を担う暗黒物質の対消滅で生じたガンマ線が到来している可能性もあります。(右上図)

【研究方法】

天体からのガンマ線は、大気の厚い層のために、地上では直接観測できず、人工衛星に搭載した粒子検出器などを用いる必要があります。これらの観測データは粒子・光検出器を用いて電子的に蓄積され、雑音現象を除去するなど、コンピュータを駆使した解析技術を利用してガンマ線の信号を引き出します。その信号の時間分布、方向分布やエネルギー分布(右中図)などの情報を用い、他の波長のデータと共に発生天体における高エネルギー現象の解明を目指します。

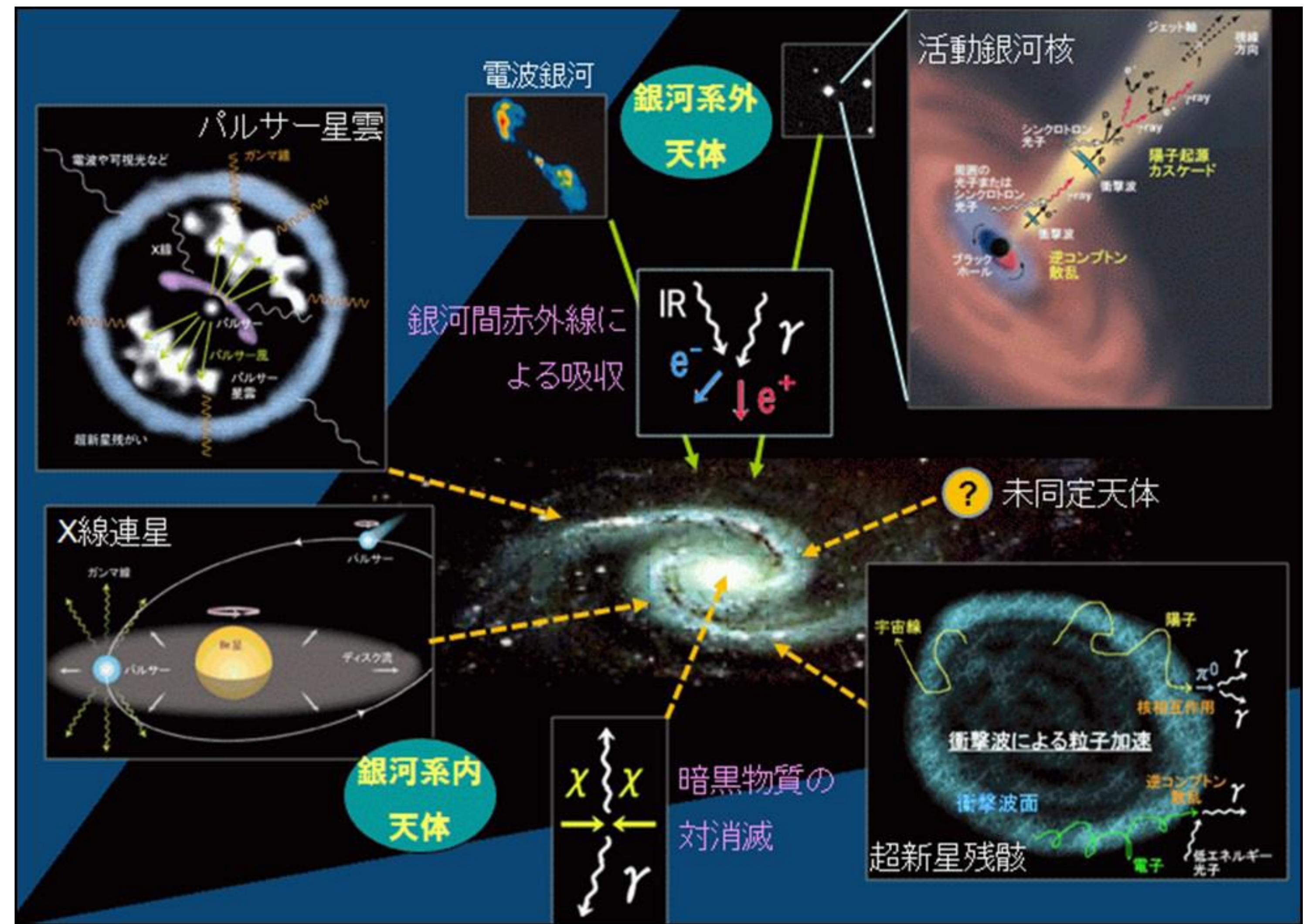
2008年にNASAが打ち上げたFermiガンマ線宇宙望遠鏡はGeV (=10⁹eV)領域のガンマ線の観測を行っており、そのデータは公開されていきます。また、2015年に国際宇宙ステーションの日本実験モジュール「きぼう」船外実験プラットフォームに設置された宇宙線の観測装置CALETのデータも扱うことができます。森研究室ではこれらのガンマ線観測データに基づき、高エネルギー天体物理学の研究を進めていきます。具体的には、Linux OS上の解析ツールを用いて、研究内容に記したような各種の高エネルギー天体からのガンマ線放射の有無とその性質を調べていきます。さらに、トリシア屋上の天文台にて60cm口径の可視光望遠鏡やその他の関連機器を用いた観測もテーマとして選択可能になっています。

【卒業研究の流れ】

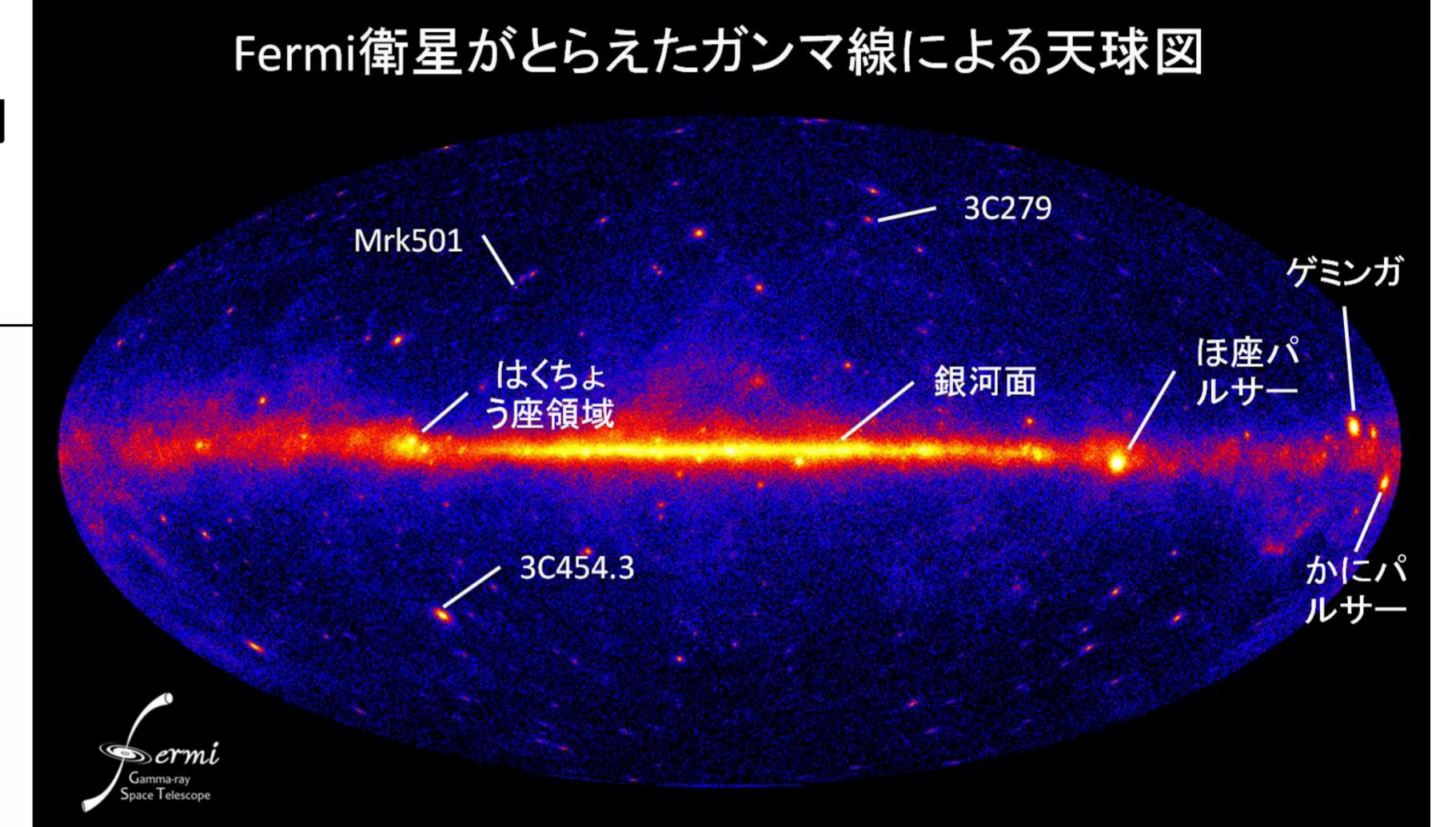
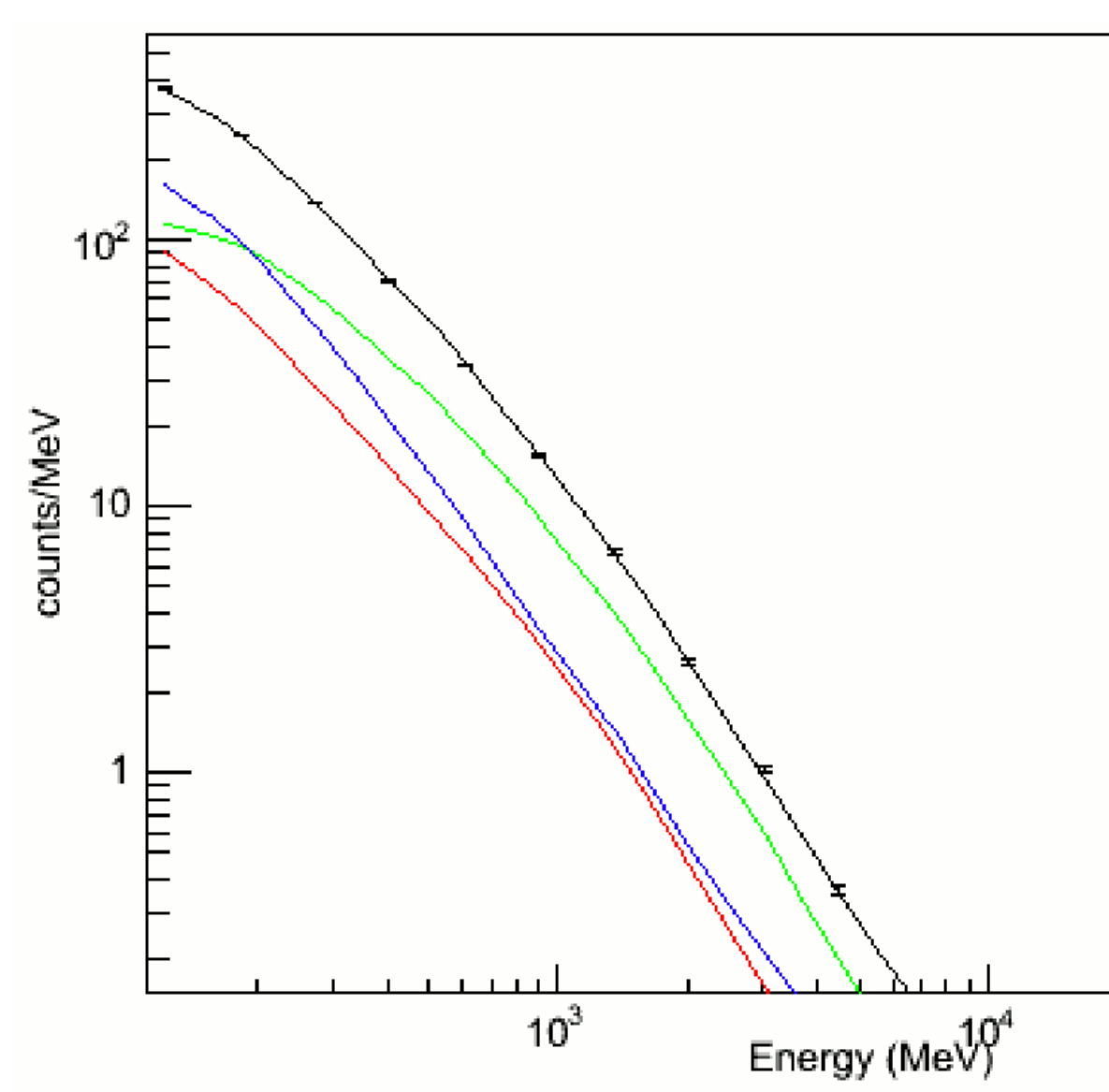
四月から教科書の輪講を行い、高エネルギー天体物理学についての基礎的な知識を習得します。並行して自分で計算機環境を構築しながら観測データの扱いについて習得し、各自具体的なテーマを持って解析に取り組みます。卒業論文では観測装置やテーマとした天体のレビューをはじめ、解析方法とその結果についてまとめ、結果の解釈について論じます。

【過去の卒業研究テーマ (2016年度)】

- 15cm屈折望遠鏡を用いたガリレオ衛星の公転運動の観測
- 多波長観測による太陽フレア放射での高エネルギー粒子と時間変動の解析
- 太陽光による月の明るさと地球照による月の明るさの関係
- 超新星残骸W51Cから放出されるガンマ線の研究
- フェルミガンマ線宇宙望遠鏡を用いたガンマ線バーストGRB 150403913の解析
- 水チェレンコフ検出器による宇宙線ミュオンの計測
- 立命館大学天文台に設置されている冷却CCDカメラの性能評価

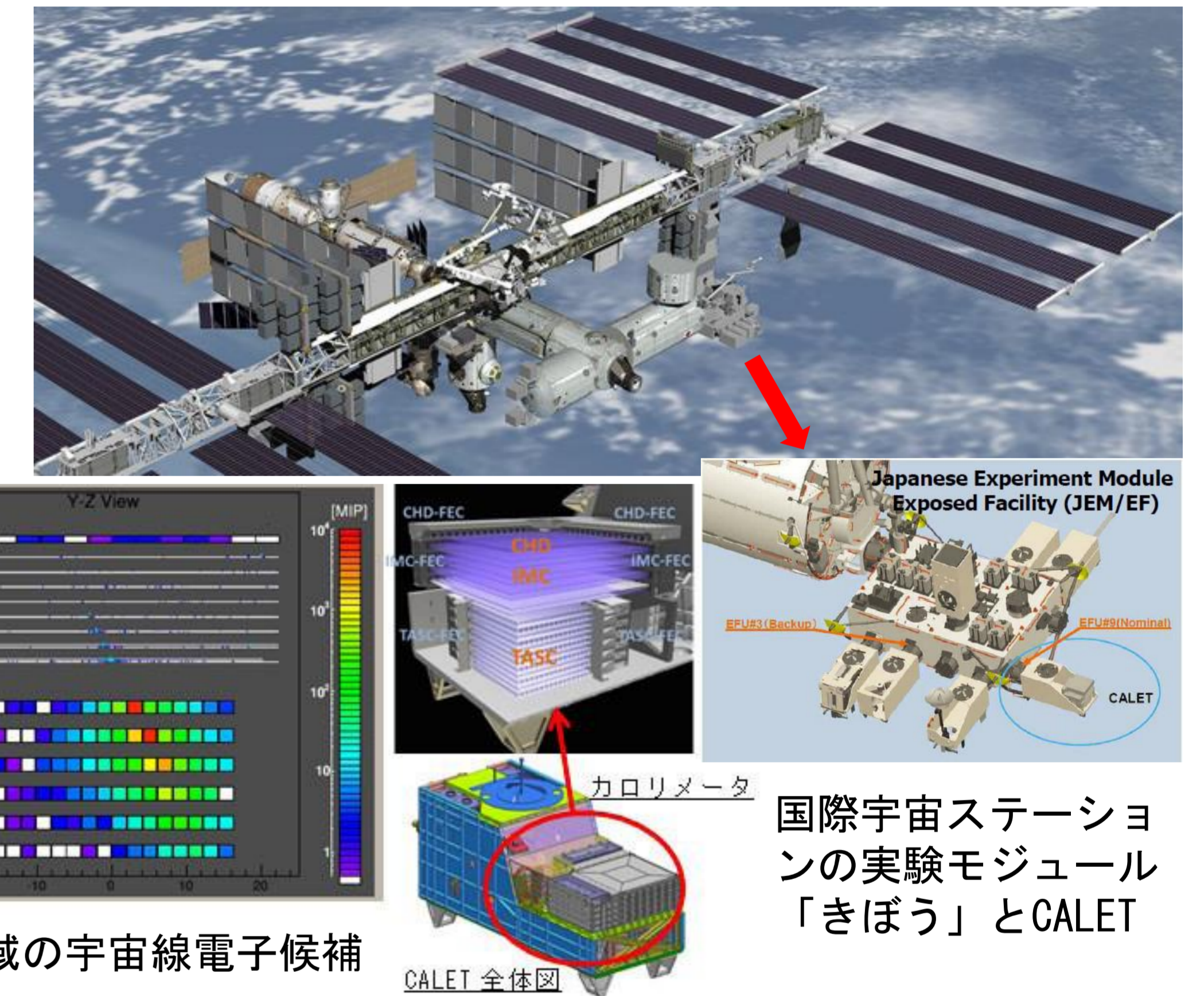


右図: Fermiで観測されたガンマ線方向分布(中央水平の明るい領域が天の川銀河内からのガンマ線)



左図: Fermiで観測された、ある領域からのガンマ線エネルギー分布(黒)と、そこから推定された、領域内の各ガンマ線源の内訳

右図: CALETは国際宇宙ステーションに搭載されており、学生もその観測シフトを分担する。また、国際共同実験のため、学外研究者とのやりとりも発生する。



CALETで観測されたTeV領域の宇宙線電子候補



左図: BK6トリシア6階の天文台
左下図: 60cm反射望遠鏡で観測された、太陽系外の恒星系の惑星が恒星の前を横切った時の減光の時間推移と、観測結果に合うように惑星軌道や半径をモデル化したシミュレーション結果

