

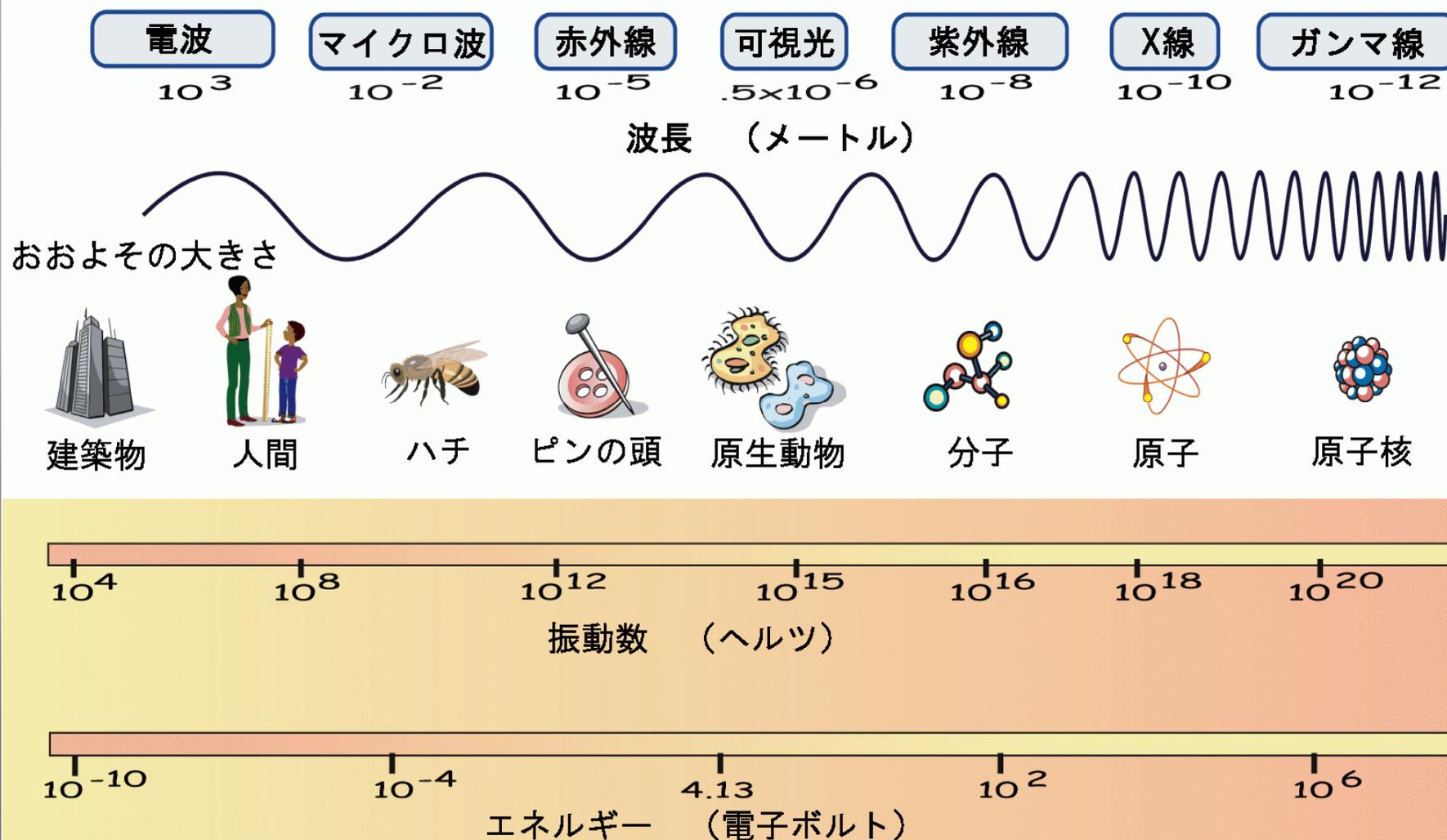
天体物理学研究室

森 正樹、奥田剛司

<http://www.ritsumeai.ac.jp/se/rp/physics/lab/astro/>

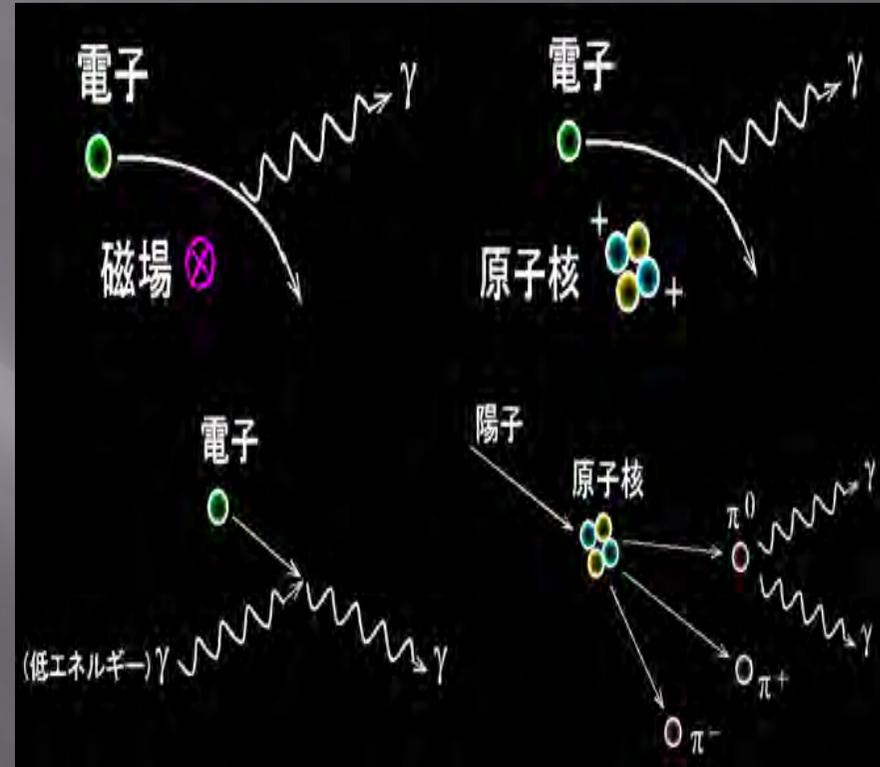
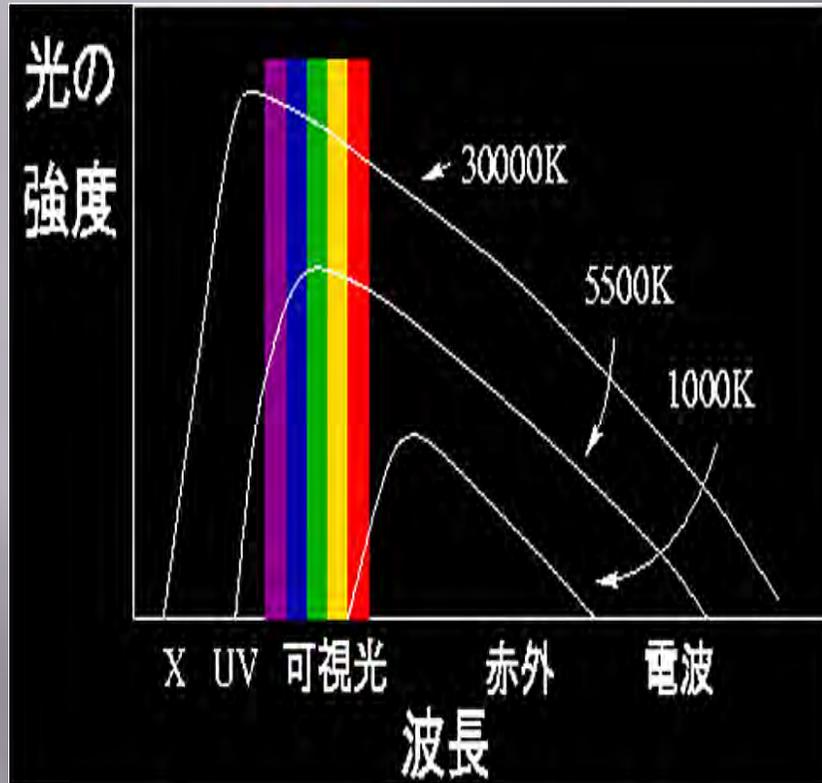
卒研配属説明会 2020年11月30日

電磁波（光）の種類と波長



電波からガンマ線まで、非常に広い波長にわたっており、異なる現象に対応している。

光の放射



電波～X線：
主に熱的放射

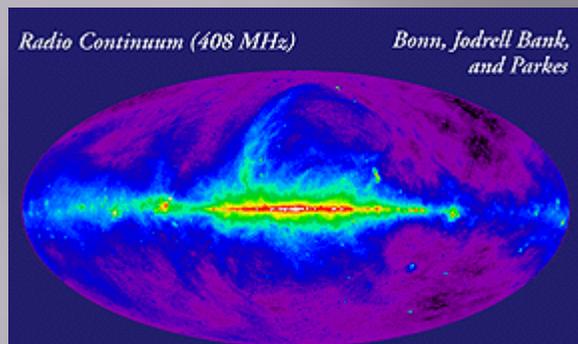
(温度で特徴づけられる)

ガンマ線：
主に非熱的放射

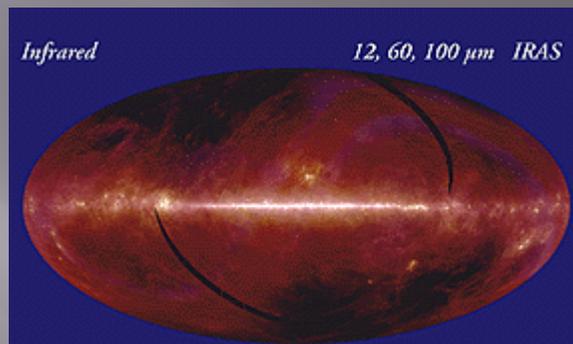
(高エネルギーまで加速された粒子が関係)

電波～X線とガンマ線は発生機構が異なるため、異なる物理現象を観測することができる。

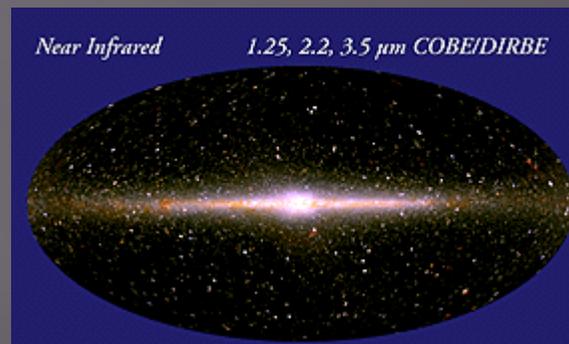
いろいろな波長で見た宇宙の姿



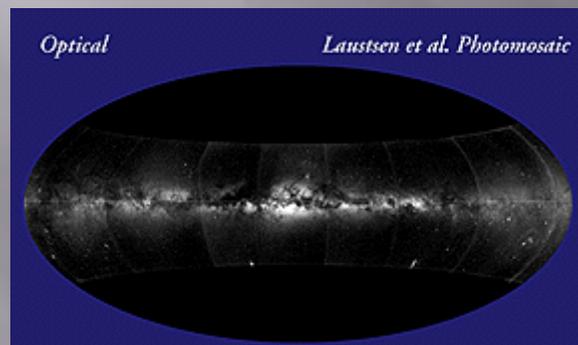
電波 (408MHz)



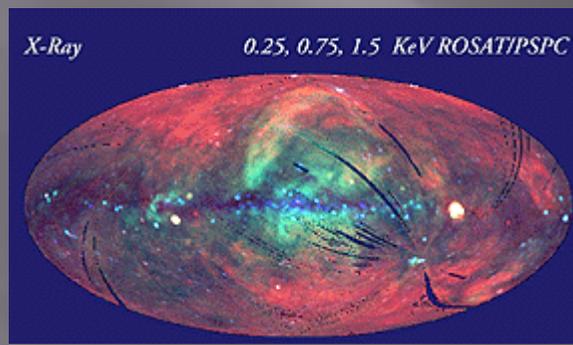
中～遠赤外線



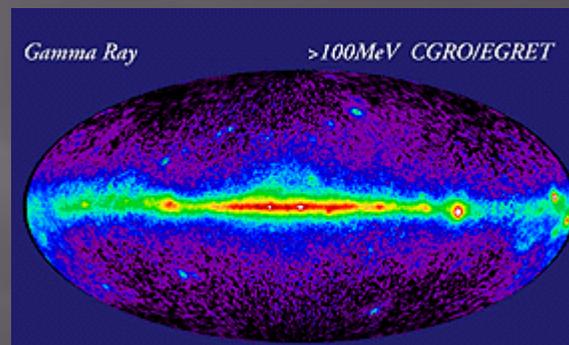
近赤外線



可視光



X線

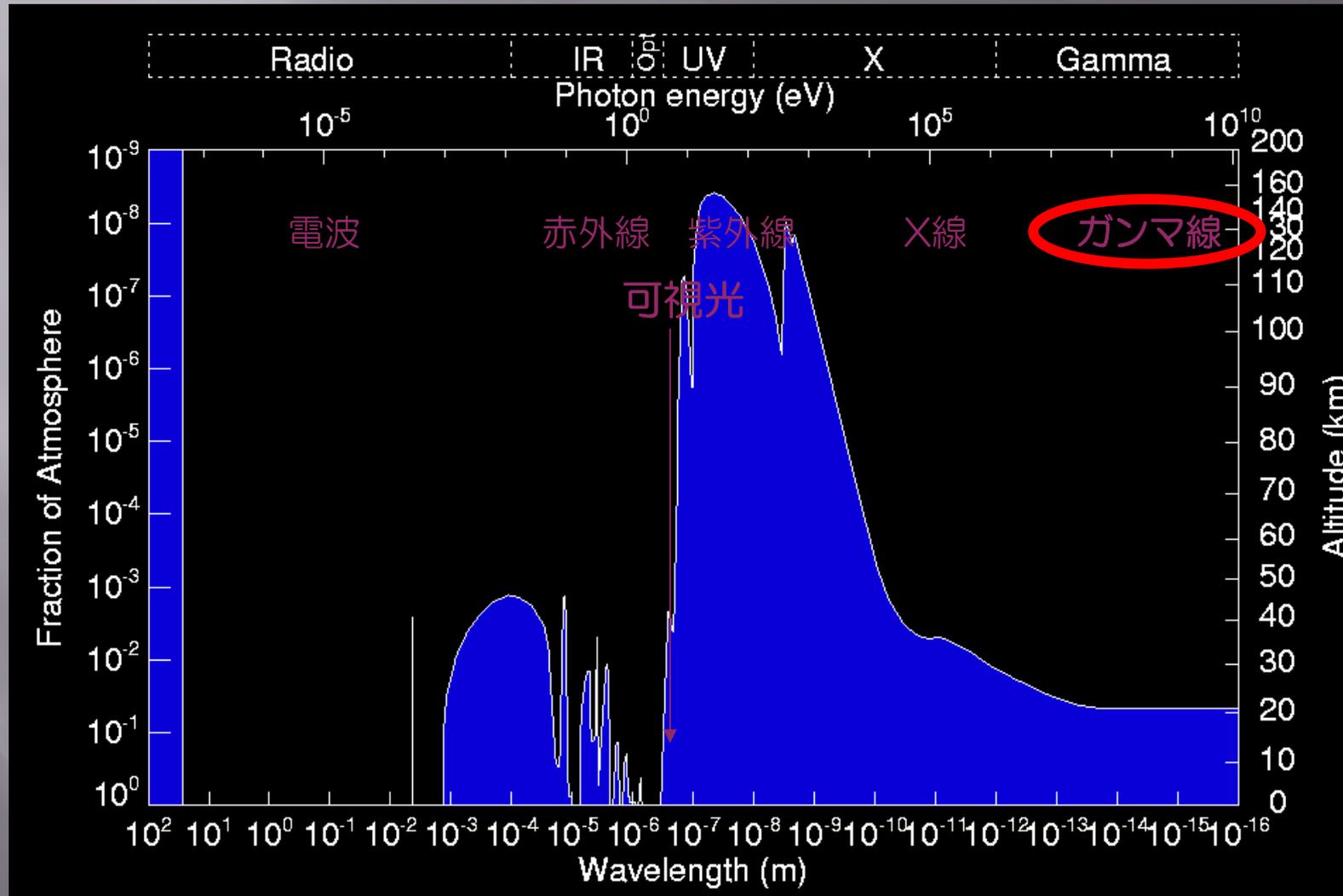


ガンマ線

(銀河座標系...天の川銀河が中央水平、銀河中心が中央)

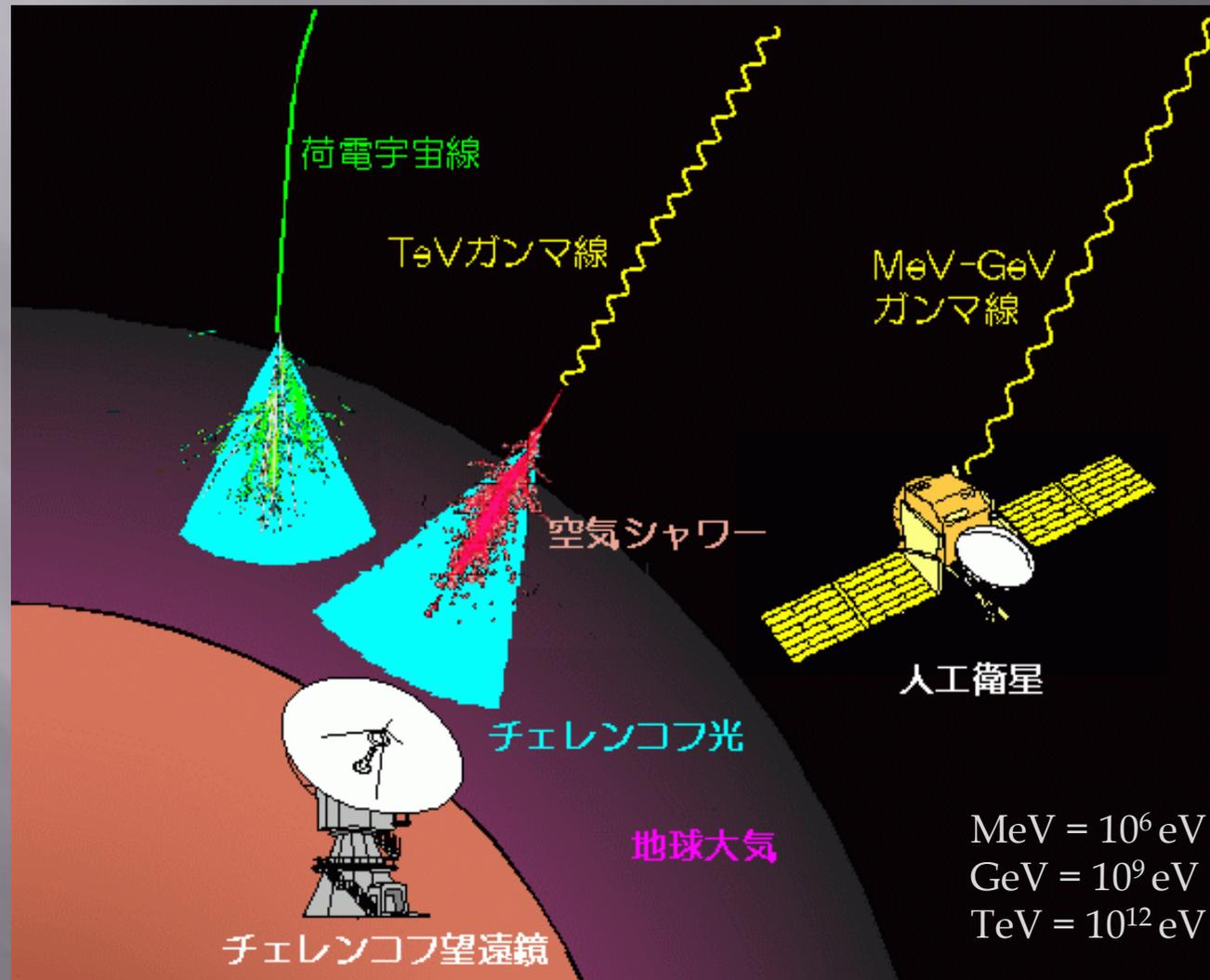
異なる波長で観測すると、宇宙は大きく違った姿を見せる。

地球大気の透明度



地球大気が透明なのは、電波、赤外線の一部と可視光に対してのみ。

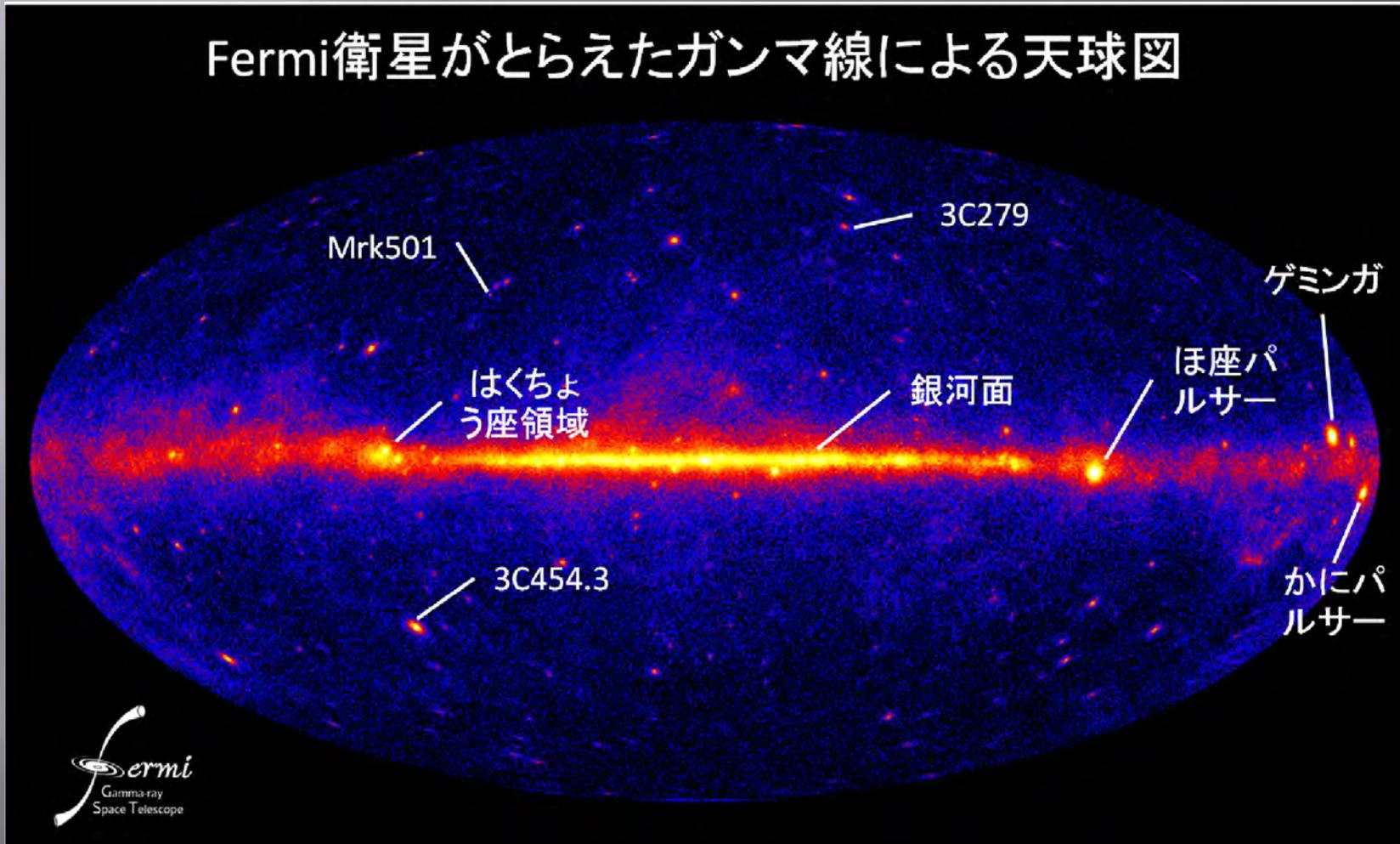
ガンマ線の観測



MeV-GeVのガンマ線の観測は、地球大気の外で行わなければならない。
(TeVに達すると、地上でも間接的な観測が可能になる。)

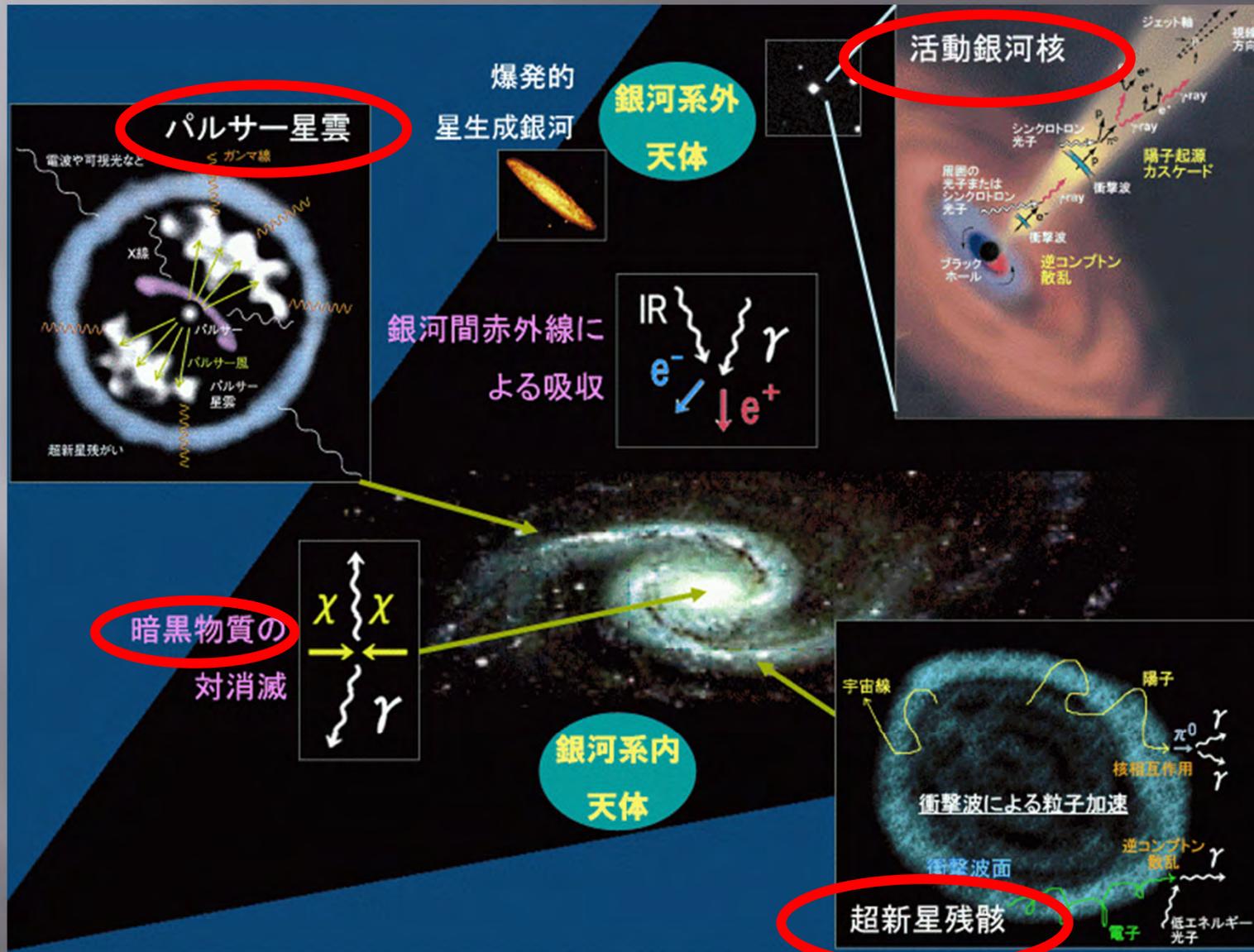
GeVガンマ線で見た宇宙

Fermi衛星がとらえたガンマ線による天球図



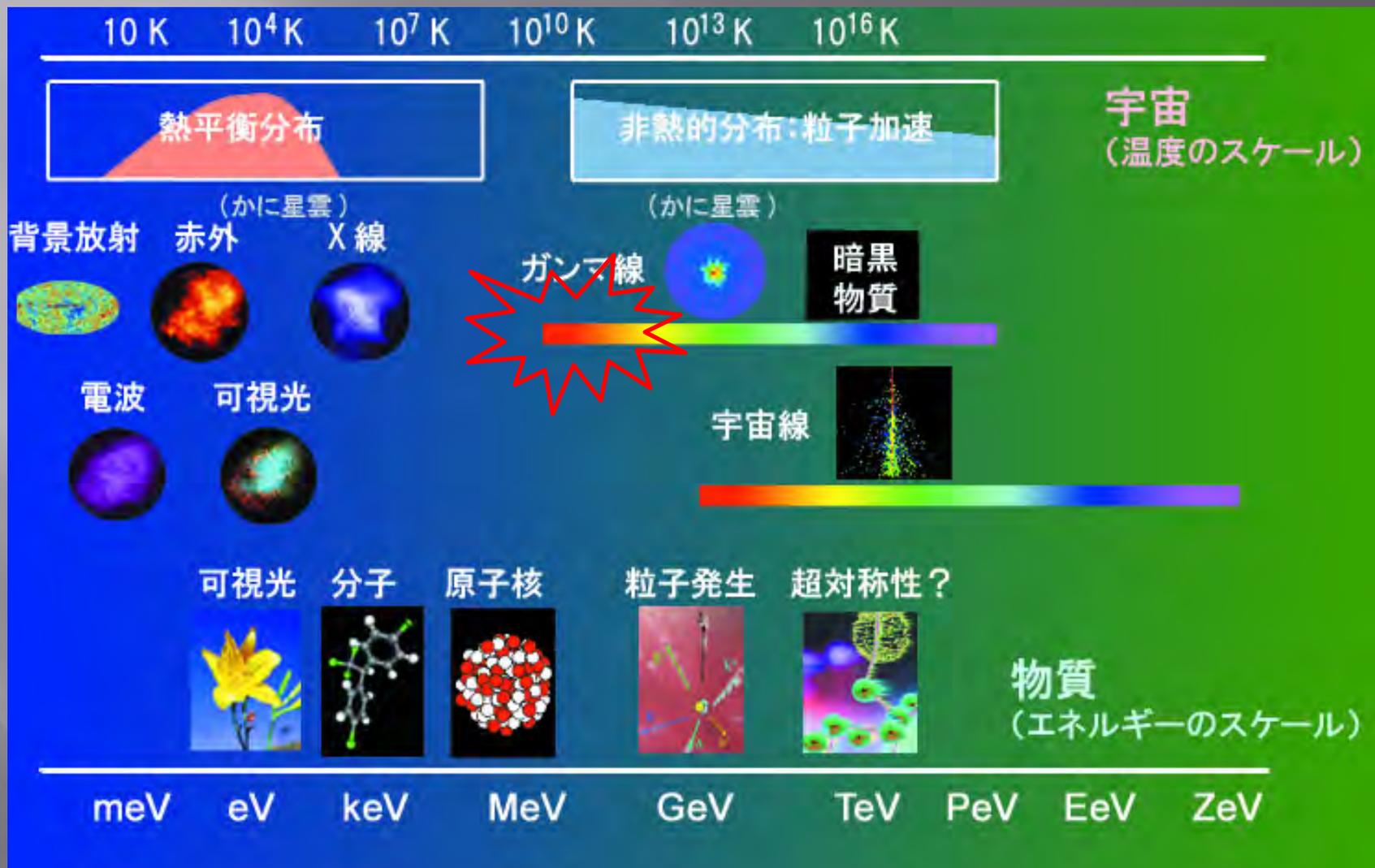
銀河座標で表しているので、天の川銀河（中央の帯）がガンマ線で明るいことが見て取れる。それ以外にも様々なガンマ線天体がとらえられている。

ガンマ線天体物理学



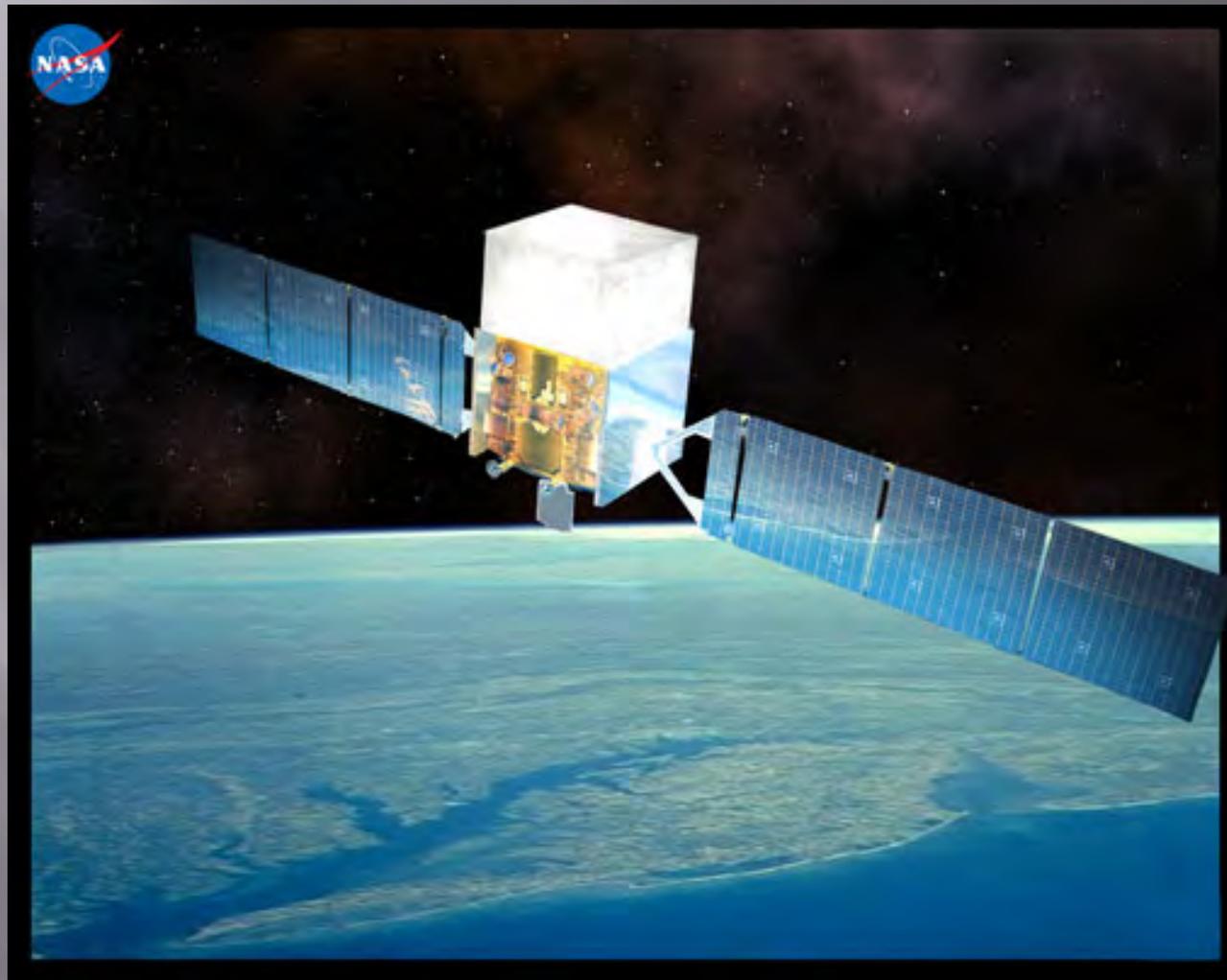
最も波長の短いガンマ線は、特に激しい活動を行う天体から放射される。

ガンマ線：天体観測のフロンティア



ガンマ線領域は、技術の進歩によりようやく詳しい観測が可能になったばかり！

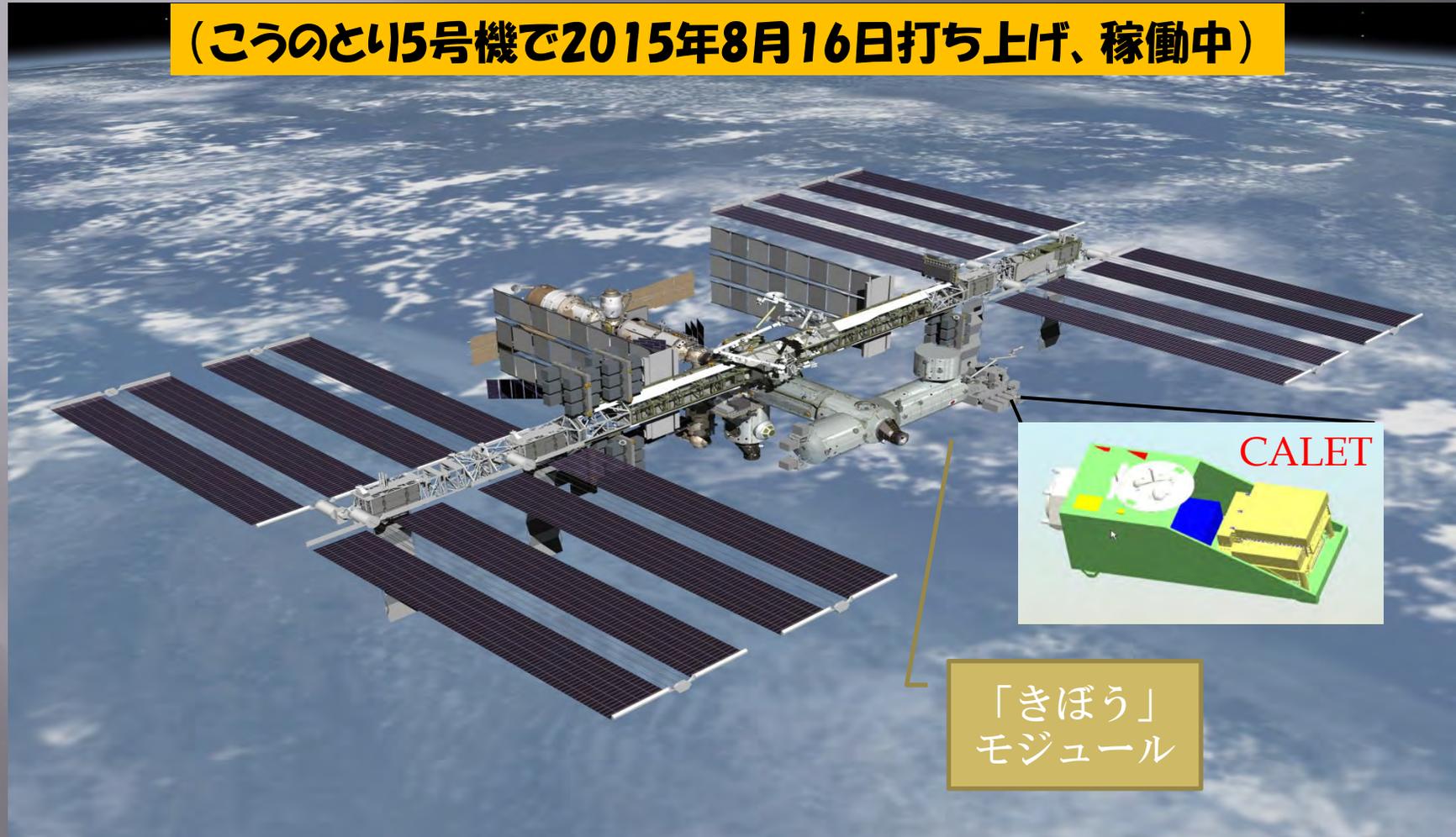
Fermiガンマ線宇宙望遠鏡



(2008年6月打ち上げ。日米などの国際共同研究)
※データは観測翌日には公開されている。

国際宇宙ステーション設置の CALET観測装置

(このとおり5号機で2015年8月16日打ち上げ、稼働中)



高エネルギー電子・原子核・ガンマ線の直接観測（日米伊国際共同研究）

BKCキャンパス（トリシア屋上）：当研究室で管理しています。

天体観測室（2014年3月完成）



7mドーム



ファーストライト画像
（M51、3色合成）



60cm反射望遠鏡
（+15cm屈折望遠鏡）

卒研テーマ

- Fermiガンマ線宇宙望遠鏡のデータ解析／それ以外
 - 2009年度のテーマ
 - スターバースト銀河、マグネター、ガンマ線バーストとローレンツ不変性
 - 2010年度のテーマ
 - 新星、木星、超新星残骸、球状星団、月、X線連星、電波銀河
 - 太陽(MOSS) - 京大花山天文台との協力
 - 2011年度のテーマ
 - 活動銀河核、パルサー、ガンマ線バースト、マイクロクエーサー、超新星残骸、未同定天体
 - 系外惑星 - 阪大宇宙地球専攻との協力
 - 2012年度のテーマ
 - 活動銀河核、T Tauri星、パルサー、未同定天体、銀河系内ブラックホール、近傍銀河
 - 宇宙線と太陽活動
 - 2013年度のテーマ
 - 銀河系内ブラックホール、FSRQ銀河、活動銀河核、太陽フレア
 - チェレンコフ望遠鏡、天文台用センサー
 - 2014年度のテーマ
 - 活動銀河核、X線トランジェント天体、重力レンズ天体
 - 天文台CCD較正、全天モニターカメラ、CALETソフトウェア
 - 2015年度のテーマ
 - 太陽フレア、X線連星、矮小銀河、活動銀河核、ガンマ線バースト
 - 天文台（変光星）、CALETソフトウェア
 - 2016年度のテーマ
 - 太陽フレア、超新星残骸、ガンマ線バースト
 - 天文台（較正）、地球照、ガリレオ衛星、水チェレンコフ検出器
 - 2017年度のテーマ
 - SXFT天体、パルサー、太陽フレア、ガンマ線バースト
 - 2018年度のテーマ
 - 電波銀河、重力波対応天体、ガンマ線バースト、活動銀河、CALET解析、天文台測光、地球照
 - 2019年度のテーマ
 - 超新星残骸、パルサー、ガンマ線バースト、矮小銀河、CALET解析
- 他、相談に応じます。

スケジュール (tentative)

- 4-5月
 - テキスト輪講、計算機環境整備 (解析ソフトウェアインストール)
 - 2020年度テキスト: 「宇宙高エネルギー粒子の物理学」 (木舟正) 改訂版
- 6-7月
 - テキスト輪講続き、論文 (英文) 輪講、Fermi衛星データの解析練習、実験準備
- 9-11月
 - Fermi衛星データなど、各自のテーマによる解析・実験
- 12-1月
 - 卒論執筆
- 2月
 - 父母会プレゼンテーション (表彰有り)
- エクスカーション?
 - 2009年度 花山天文台 (5月)・飛騨天文台 (8月)
 - 2010年度 木曾天文台・スーパーカミオカンデ (8月)
 - 2011年度 岡山天体物理観測所・西はりま天文台 (8月)
 - 2012年度 野辺山宇宙電波・太陽電波観測所 (8月)
 - 2013年度 綾部市天文館パオ・明石市立天文科学館 (8月)
 - 2014年度 東京大学乗鞍宇宙線観測所・木曾天文台 (9月)
 - 2015年度 カムランド・スーパーカミオカンデ (9月)
 - 2016年度 岡山天体物理学研究所・上齋原スペースガードセンター (9月)
 - 2017年度 さじアストロパーク・スプリング-8 (9月)
 - 2018年度 みさと天文台・大塔コスミックパーク (8月)

卒研希望者へ

- 各研究室へ卒業研究として配属される人数には上限があり、この人数を超えた場合は申し訳ありませんが他の研究室へ変更をしていただくを得ません。実際、過年度にそのような事態が起こっています。その際は選考を行わざるを得ないわけですが、選考基準の目安を2013年度卒研生から以下のようにしたいと思います。（大学のシラバスにも同様のことを書き加えました。）
- まず、観測的な天体物理に興味があることは大前提です。履修については、三回生までに履修が指定されている基礎専門科目の数学と情報処理、および物理科学科のすべての専門科目を履修していることが望ましいのはもちろんです。しかし、現実的には、当研究室は以下のような学生さんを歓迎することにします。言い換えると、当研究室へ配属された卒研生には、原則として以下のような履修を進めてきた学生であることを前提に指導を行います。
 1. 三回生までの実験科目をすべて履修していること。すなわち、「実験物理学セミナー」、「基礎物理学実験」、「物理学研究実習1」、「物理学研究実習2」の四つの科目をすべて履修していること。
 2. 当研究室の研究分野と関連する「天体物理学」を履修していること。
 3. 「情報処理」、「情報処理演習」程度の知識を身につけていること。Unix系OSの操作に抵抗がないこと。
 4. 英語の語学力も必要です。公表される研究論文や、公開されるデータの説明は、そのほとんどが英語で書かれているため、特に読解力が重要です。
 5. そして最も大事なこととして、四回生は（就活または院試と並行して）卒業研究を行うことが当然であるという基本的な考え方、四回生で行うことの最優先事項は卒業研究であるという考え方がきちんとできている配属希望者を歓迎いたします。
 - 研究室内で割り当てるPCはLinux OSですので配属が決まったらRAINBOW GUIDE Linux操作入門を復習しておくこと。
 - また、可能なかぎり四回生時に「相対性理論」を履修すること。少なくとも大学院に進学する可能性のある者は必ず履修すること。
- 上記の基準や、卒業研究に関する具体的な内容について質問がありましたら、ぜひウェストウィング702号室までお越しくください。

輪講テキスト

新物理学シリーズ 34

宇宙高エネルギー粒子の物理学 =宇宙線・ガンマ線天文学

[私的改訂版]

木舟 正 (著)

森 正樹 (改訂)

目次

1 高エネルギー粒子と非熱的現象	1
1.1 光の放射と高エネルギー粒子からの放射	1
1.1.1 さまざまな放射現象の発見	1
1.1.2 太陽の放射強度と寿命	3
1.1.3 熱平衡状態と光のエネルギー密度	3
1.1.4 熱平衡状態からの放射とエネルギー分布	5
1.1.5 エネルギーの等分配と分布関数	6
1.1.6 量子統計と縮退圧	7
1.1.7 粒子数のエネルギー分布と非熱的放射	9
1.2 非熱的高エネルギー現象と宇宙線	10
1.2.1 地磁気および大気・太陽・銀河と宇宙線	10
1.2.2 高エネルギー現象と諸分野の形成・発展	13
1.2.3 素粒子の構造・相互作用	13
1.2.4 多波長観測による天文学	16
1.2.5 宇宙線物理学	19
1.2.6 力の統一理論, エネルギーの上限?	20
2 高エネルギー粒子と宇宙	21
2.1 星	21
2.1.1 元素の存在比	21
2.1.2 星での元素合成	21
2.1.3 光学的深さと星内部でのエネルギーの流れ	24
2.1.4 星の進化の果て	26
2.1.5 縮退圧と中性子星, 白色矮星	27
2.1.6 チャンドラセカール質量	28
2.1.7 星がなぜ存在するのか?	28
2.2 初期宇宙, 宇宙の進化	29
2.2.1 距離と赤方偏移	29
2.2.2 ローレンツ変換	31
2.2.3 ビッグバン	34
2.2.4 暗黒物質	36
2.2.5 宇宙初期に由来する特異な現象	37
2.2.6 大きな数の間の「偶然的な一致」: 重力と電磁気力の比	37
3 宇宙線	39
3.1 概観	39
3.1.1 強度 (成分, エネルギー, 方向, 時間)	39
3.1.2 地球大気との相互作用	40
3.1.3 銀河内閉じこめ時間	41
3.1.4 星間物質との相互作用	42
3.1.5 通過物質質量	43

R 森研究室 へようこそ!

立命館大学理工学部物理科学科 森研究室(天体物理学研究室)

[ホーム](#)

[研究内容](#)

[論文・発表](#)

[メンバー](#)

[写真](#)

[アクセス](#)

[リンク](#)

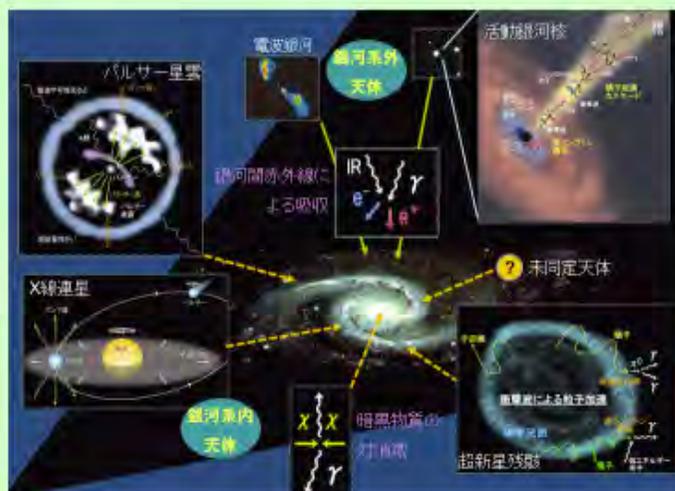
[内部ページ](#)
(要パスワード)

[卒研希望者へ](#)
(学内向け)

[English page](#)

[天体観測室](#)

森研究室では、高エネルギー天体物理学の実験的研究を行っています。主に**天体ガンマ線**の観測的研究により、超新星残骸、パルサー、活動銀河核、高エネルギー宇宙線など、**宇宙の高エネルギー現象**を理解することを目指しています。



(画像をクリックすると拡大)

【お知らせ】

【News】

第12回 宇宙(天文)を学べる大学合同進学説明会「天文学者大集合!宇宙・天文を学ぶ大学紹介します」(2019年6月9日、大阪市科学館)に参加します。(2019/04/16) [大学合同説明会ポスター](#)

【News】

2018年度卒業研究発表会において鎌田大亮さんが**教物会賞**、深田昂さんが**物理科学科賞**を受賞しました。(2018/03)

【News】

第11回 宇宙(天文)を学べる大学合同進学説明会「天文学者大集合!宇宙・天文を学ぶ大学紹介します」(2018年6月10日、大阪市科学館)に参加します。(2018/04/06) [大学合同説明会Webページ](#)

【News】

皆既月食の(気楽な)観望会を1月31日夜に立命館大学BKCキャンパス・トリシア屋上で開きます。詳しくは[ポスター](#)をご覧ください。(2018/01/20) [当日撮影した写真\(2018/02/01\)](#)