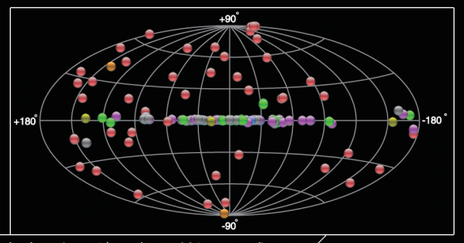
超高エネルギーガンマ線天文学

可視光の一兆倍のエネルギーをもつ光 (10^{12} eV＝1 TeV) を、超高エネルギーガンマ線 (TeVガンマ線) と呼びます。このようなガンマ線は、主に宇宙で高エネルギーまで加速された荷電粒子に伴って放射されます。宇宙から届いたTeVガンマ線が地球大気に突入すると、電磁シャワーという現象により、多数の電子・陽電子を作り出し、チェレンコフ光という青い光が地上に飛来します。
この微弱な光を大型反射望遠鏡で集め、焦点に多数配置した高感度の光センサー (光電子増倍管) で光の像を検出します。1989年にアメリカのウィップル望遠鏡が、かに星雲からのTeVガンマ線の検出したのが、TeVガンマ線天文学のはじまりです。現在では 100 を超える様々なTeVガンマ線天体が発見されています。



超高エネルギーガンマ線源の天球図

中央が銀河中心。100を超えるガンマ線源
（http://tevcat.uchicago.edu/）

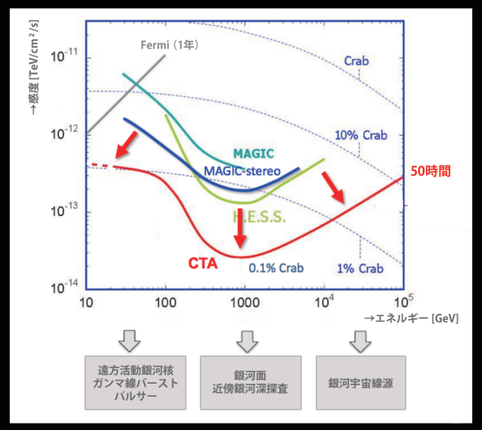


現在稼働中の超高エネルギーガンマ線望遠鏡群

左上： MAGIC(カナリー諸島） 左下：VERITAS(アリゾナ）
右上：H.E.S.S.(ナミビア） 右下：CANGAROO(オーストラリア）

高感度・高性能望遠鏡群で高エネルギー宇宙の新たな扉を開く

Cherenkov Telescope Array (CTA) 計画は、従来の装置の 10倍の感度をもち、広い光子エネルギー領域 (20 GeV – 100 TeV) を観測できるガンマ線天文台を、北半球と南半球に２カ所建設し、全天の観測をめざします。1000を超える多種多様な天体が銀河系内、系外に観測され、宇宙での高エネルギー現象に関して新たな発見を多くもたらすと期待されています。CTAは建設後、コミュニティーに開かれた天文台として運営されます。



タイムスケジュール

2007 –2010　デザインスタディー（完了）
2010 –2014　計画準備期間（現在）
　　詳細デザイン、サイト準備、
　　プロトタイプ望遠鏡
2015 – 2020　建設
2017 – 2020　部分的観測開始
2020 – 2040　フル観測運転

写真提供
超新星残骸： © NASA, ESA, and Z.Levay(STScI)
活動銀河核： © Max-Planck-Institut fuer Radioastronomie
暗黒物質探査： © D.Dixon(UCR), D.Hartmann(Clemson), E.Kolaczyk(U.Chicago), NASA
天の川銀河： © Axel Mellinger(Central Mich. U)
CTAで期待される天の川銀河観測： © S.Funk(SLAC National Accelerator Laboratory)

CTA-Japan コンソーシアム (http://www.cta-observatory.jp/)

青山学院大学/茨城大学/宇宙航空研究開発機構/大阪大学/北里大学/京都大学/近畿大学/熊本大学/高エネルギー加速器研究機構/甲南大学/埼玉大学/東海大学/東京大学/東京工業大学/東京理科大学/徳島大学/名古屋大学/広島大学/宮崎大学/山形大学/山梨学院大学/早稲田大学

発行責任：東京大学宇宙線研究所　　初版 2011年9月1日

C herenkov T elescope A rray 計画

宇宙の高エネルギー現象を解き明かす
次世代超高エネルギーガンマ線天文台

CTAで狙うサイエンス

Cherenkov Telescope Array (CTA) 計画は、超高エネルギーガンマ線による宇宙の研究を飛躍的に発展させるべく、従来の装置の10倍の感度と広い光子エネルギー領域を観測できる究極の超高エネルギーガンマ線天文台建設を目指す 25カ国参加の国際共同プロジェクトです。

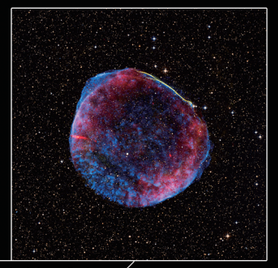
宇宙のさまざまな場所で起きている驚くべき高エネルギー現象のすべてがCTAの研究対象です。CTAが生み出すデータをもとに展開されるサイエンスは、以下のように、天文学、宇宙線物理学、宇宙論、素粒子物理学などの広範囲にわたります。

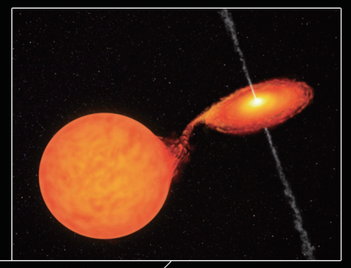
■銀河系内宇宙線の起源・加速・伝播：
超新星残骸と周辺の分子雲、パルサー星雲、連星系、TeV未同定天体、
銀河中心、銀河面拡散ガンマ線

■銀河系外宇宙線・ガンマ線源：
活動銀河核（巨大ブラックホール）からのジェット、ガンマ線バースト、近傍銀河、
爆発的星形成銀河、近傍銀河群、銀河団

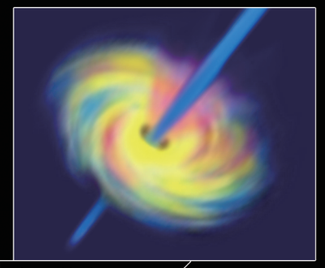
■宇宙論・量子重力：
遠方ガンマ線天体による背景放射光密度（宇宙の星形成史）への制限、
プランクスケールでの時間・空間の量子ゆらぎへの制限

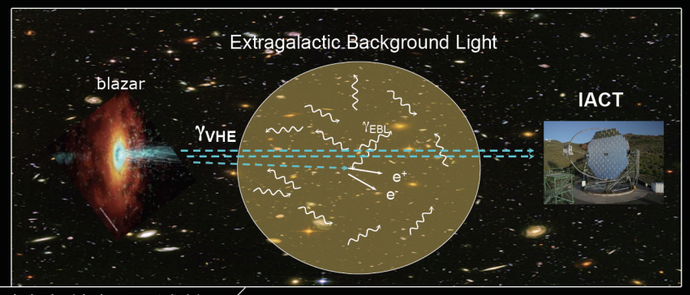
■暗黒物質：
暗黒物質の対消滅・崩壊によるガンマ線、電子宇宙線の探索


超新星残骸

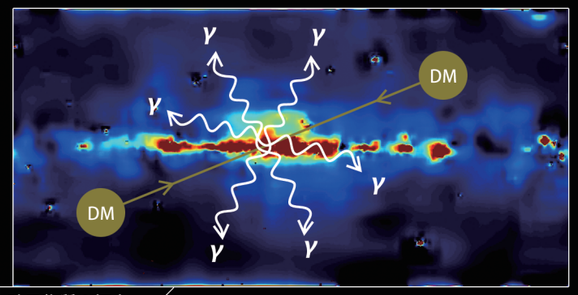

ガンマ線連星系


活動銀河核(巨大ブラックホール)

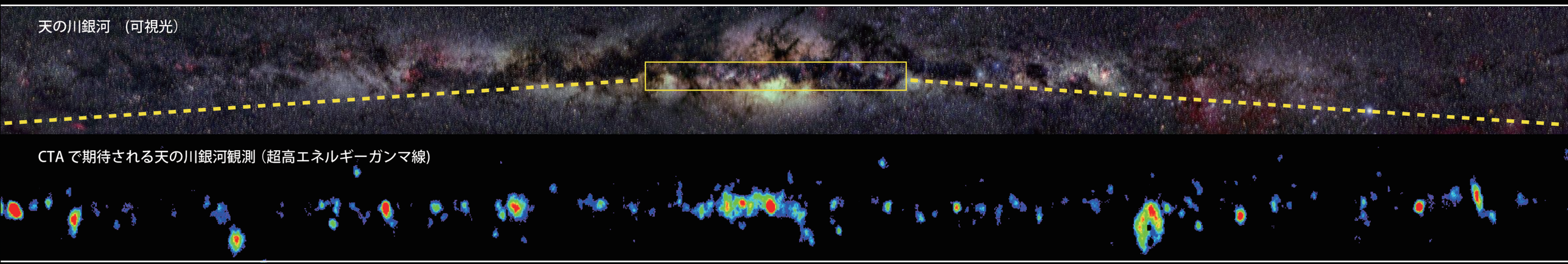

ガンマ線バースト



宇宙論（宇宙の星形成史）



暗黒物質の探査

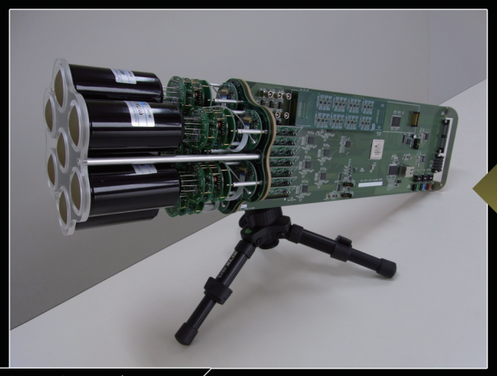


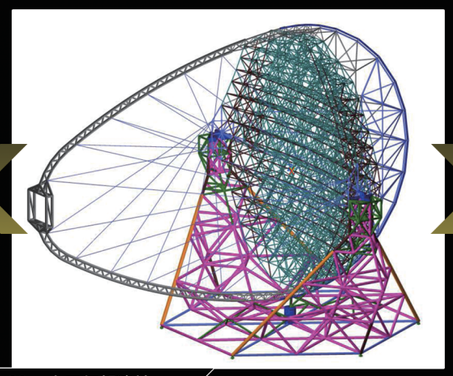
日本グループによる技術開発・サイエンスへの貢献

2009年より CTA Japan コンソーシアムを結成し、70名を越える日本の研究者が準備研究を推進中です。

現在、CTA Japan は 23m 大口径チェレンコフ望遠鏡用の高感度イメージカメラ (右図クラスターモジュールおよそ400ユニットからなる) の開発、高精度分割反射鏡の開発、さらに開発に必要なモンテカルロシミュレーション、またCTAの狙うサイエンスの理論的検討に大きく貢献してます。

日米欧を中心として国際共同で進める準備研究、今後の建設、運用のうち全体の 20% を日本が担う事を目標として活動をすすめています。


クラスターモジュール
高量子効率光電子増倍管、超高速読み出し回路等からなる


23m 大口径望遠鏡


1.5m サイズ高精度分割鏡