

# 高エネルギー天体現象の探究 ～これまでの25年とこれからの25年～

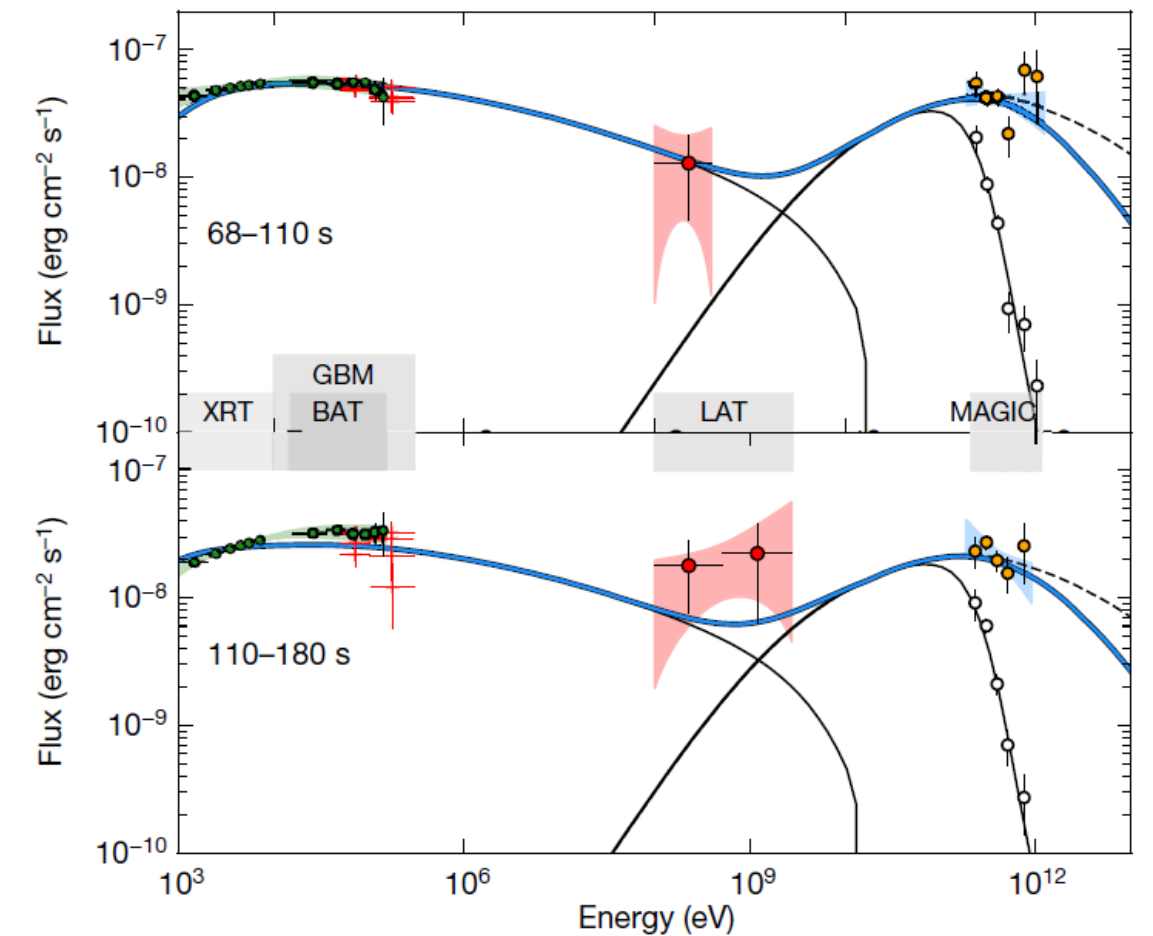
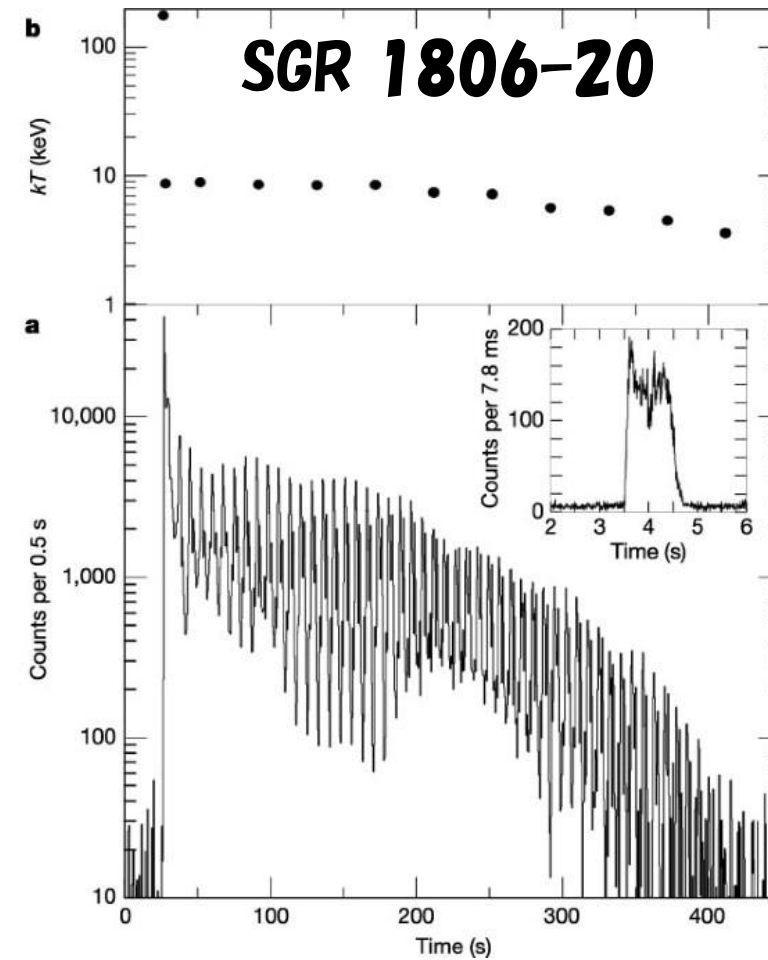
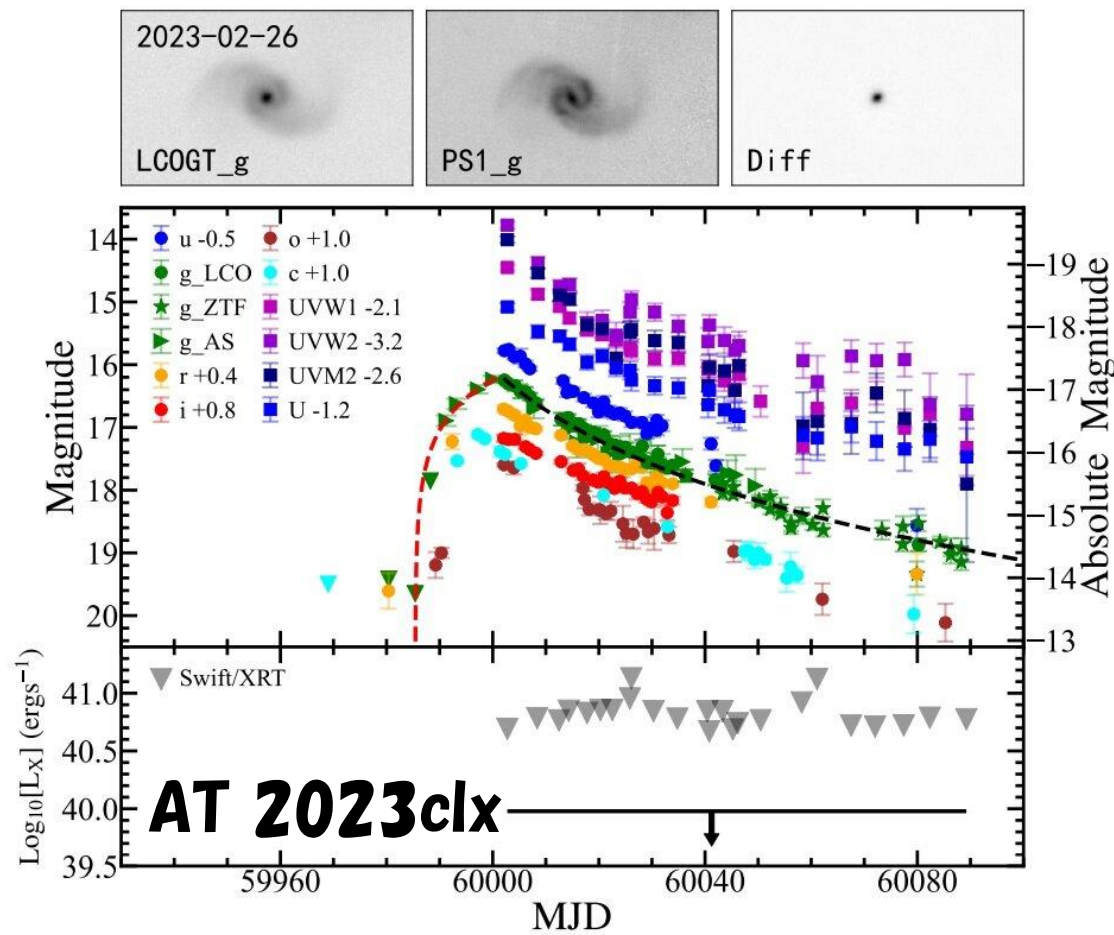
浅野勝晃  
宇宙線研究所



# 2000年以降の高エネルギー天体研究の進展: 観測

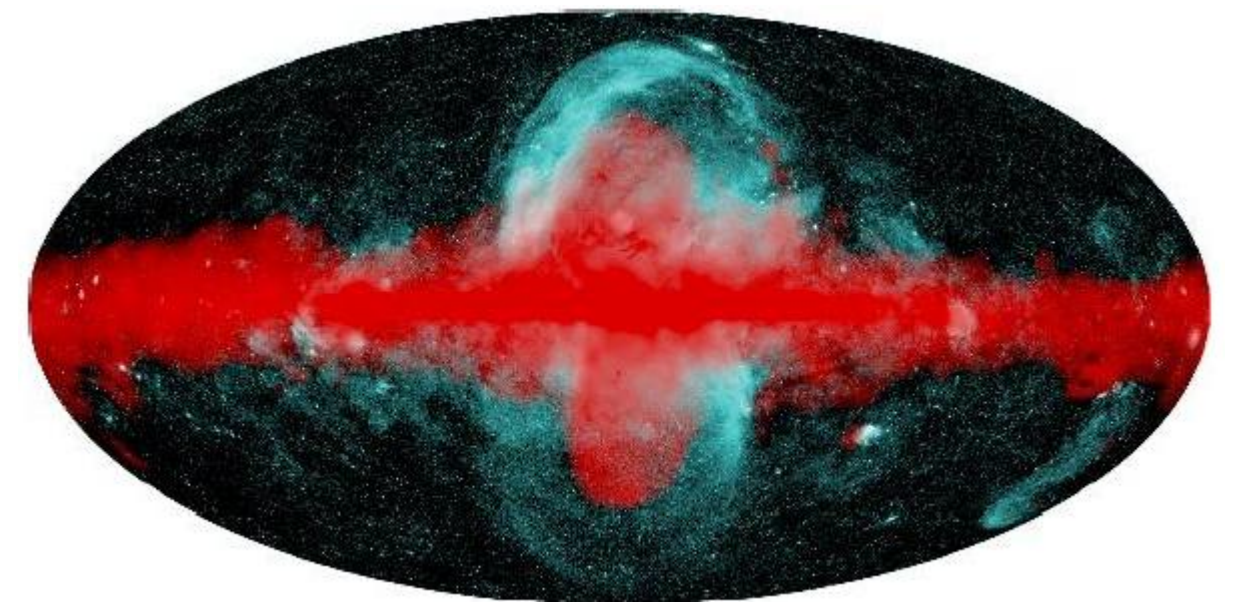
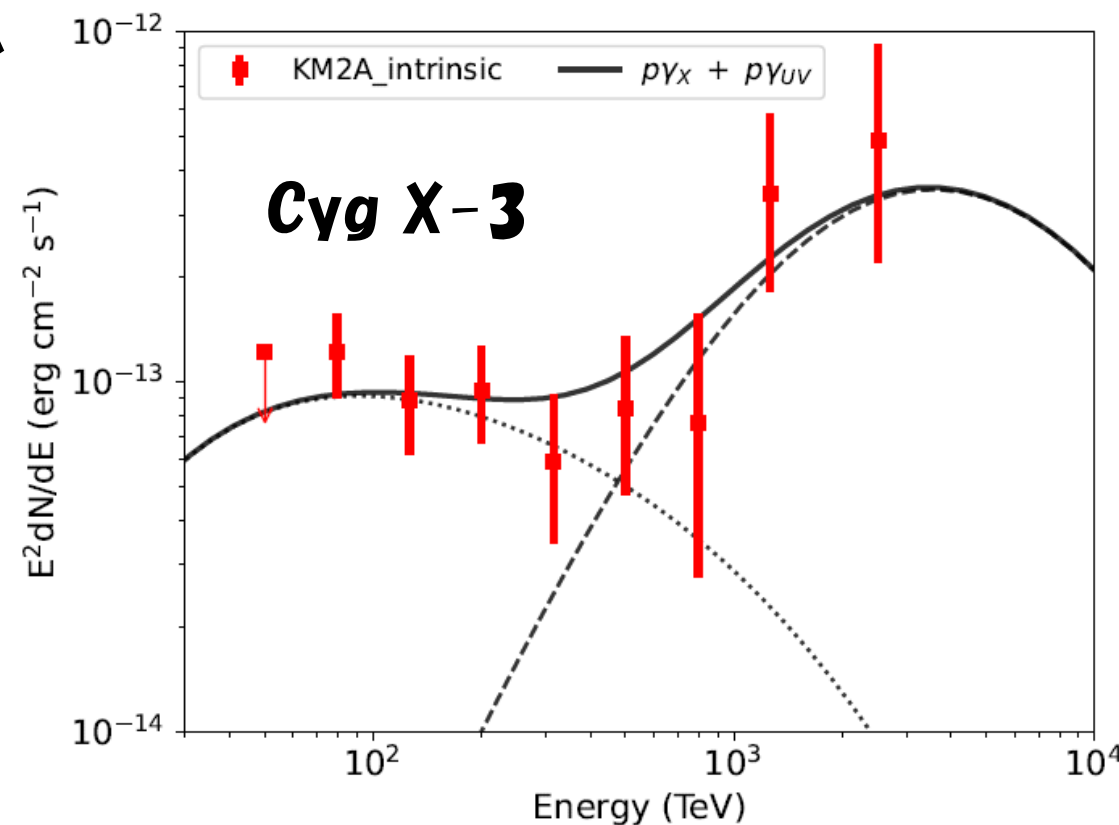
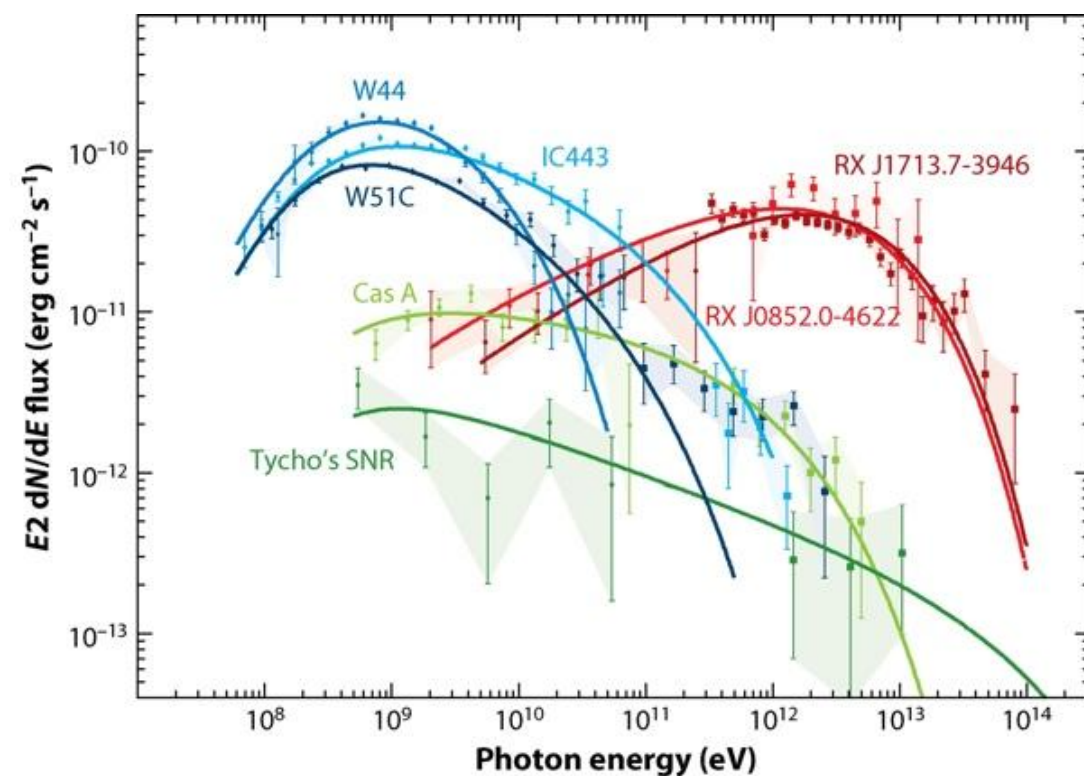
## • 多様な突発現象の発見

- 特異な超新星: SLSN、Ic-BL、LFBOT、Kilonova (重元素の起源)
- TDE: Jetted TDE、Ultra-long GRB、LFBOT (白色矮星TDE?)
- マグネター概念の確立: Giant Flare、FRB (山崎さんTalk)
- GRB研究の進展: Ic-BLとの相関、LLGRB、偏光、sGRB重力波、Shallow-decay残光、GeV-TeV残光



# 2000年以降の高エネルギー天体研究の進展: 観測

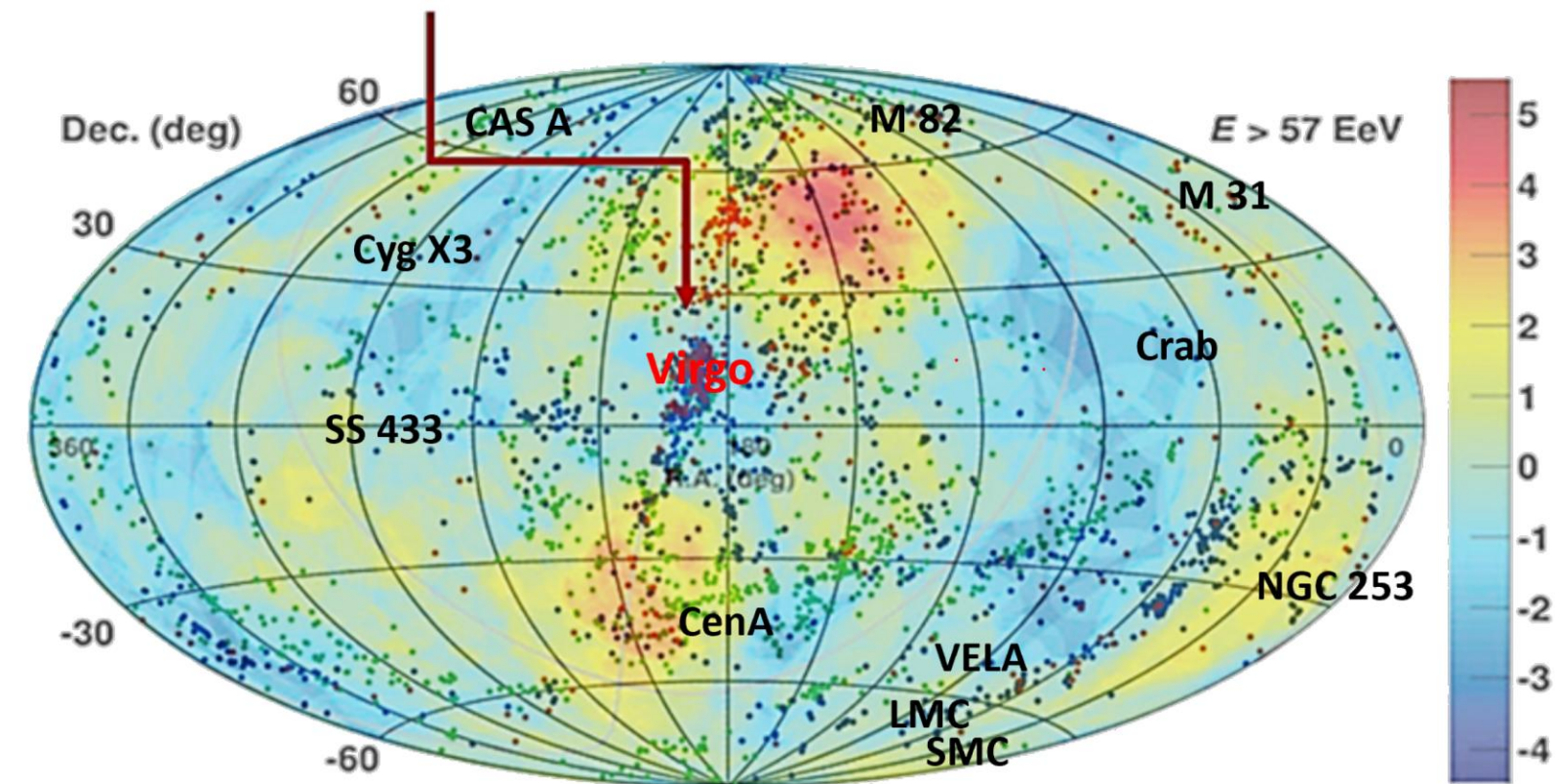
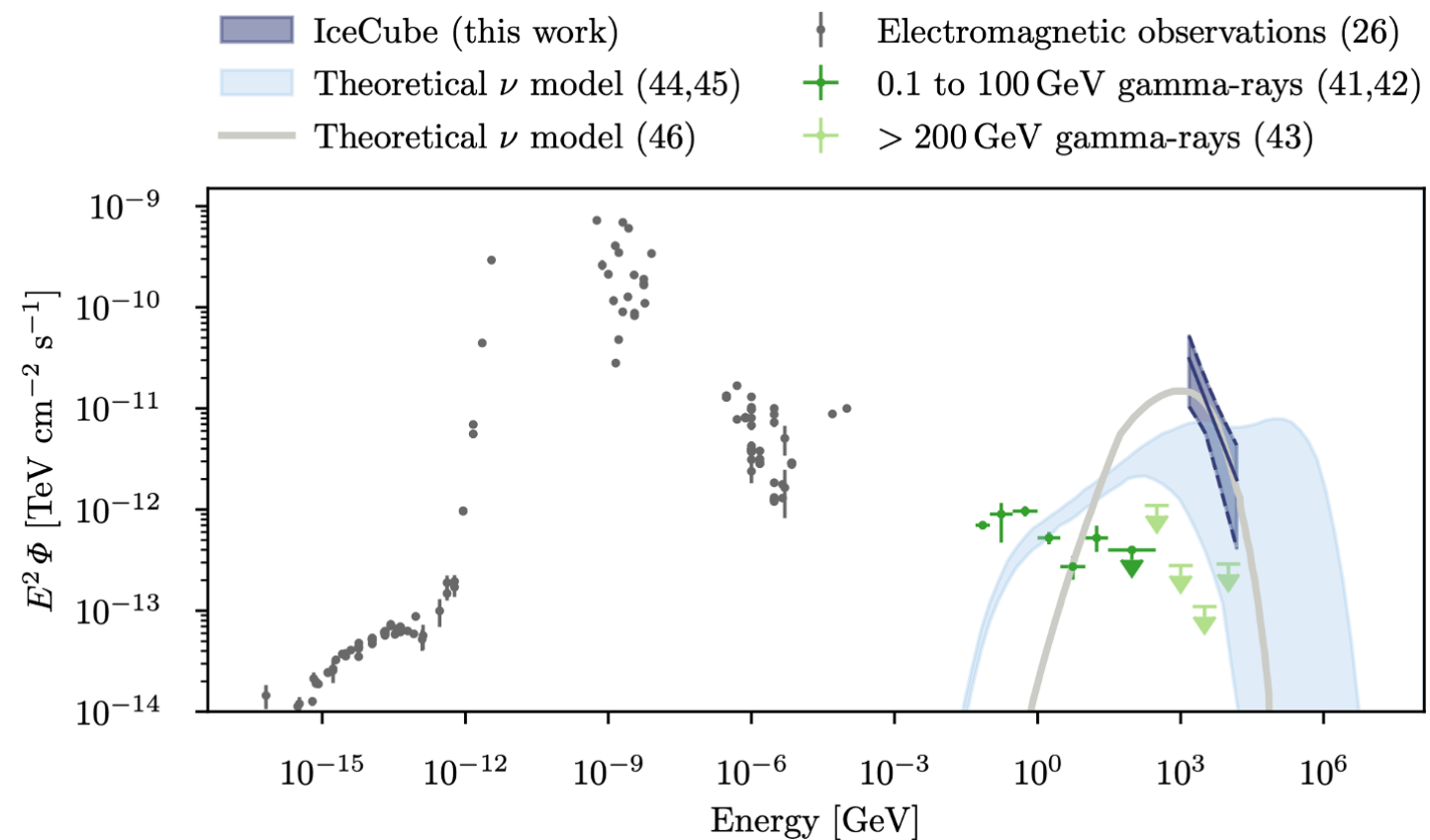
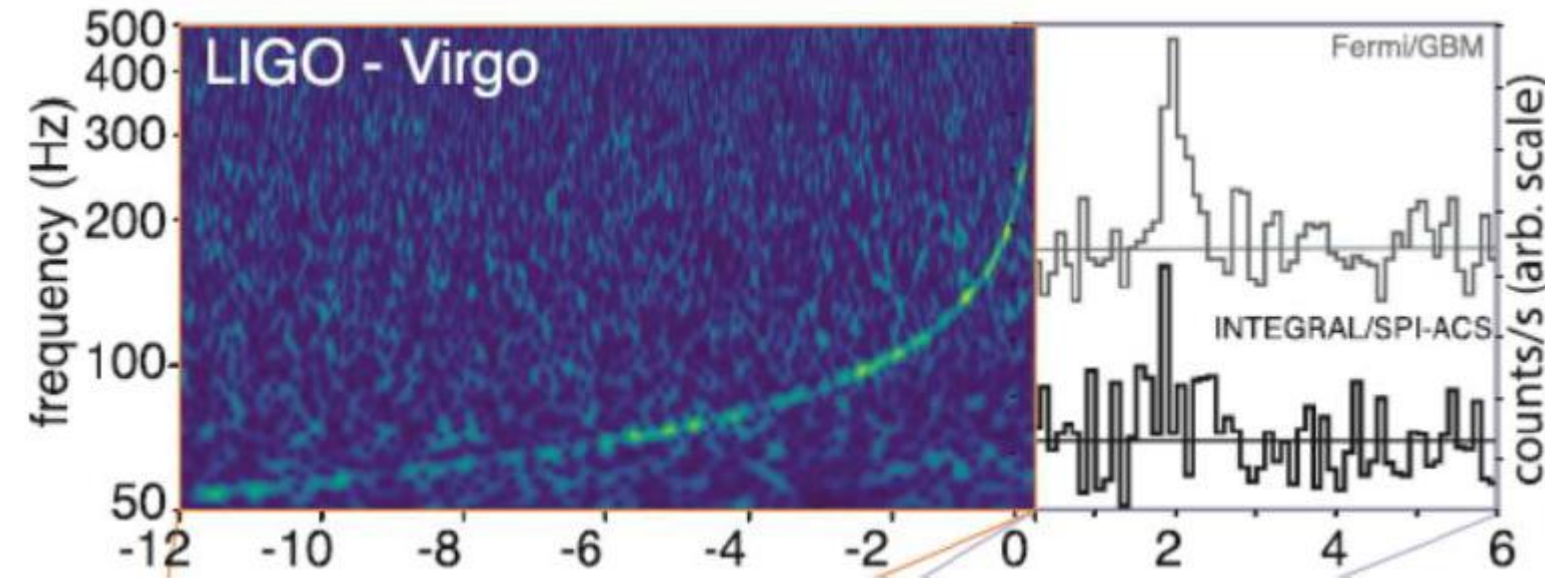
- **GeV–TeVガンマ線天文学 (Fermi / IACT / Tibet & LHAASO)**
  - SNR: Hadronic放射の確立、TeV領域でのカットオフ
  - 多数のガンマ線パルサーの発見: Outer Gap Modelの確立
  - TeV ハロー: パルサー星雲からの遅い電子拡散
  - マイクロQSO: PeVatron有力候補
  - フレーザー: Leptonic Modelの優位性、短時間変動
  - フェルミ・eROSITAバブル



# 2000年以降の高エネルギー天体研究の進展: 観測

## • マルチメッセンジャー天文学

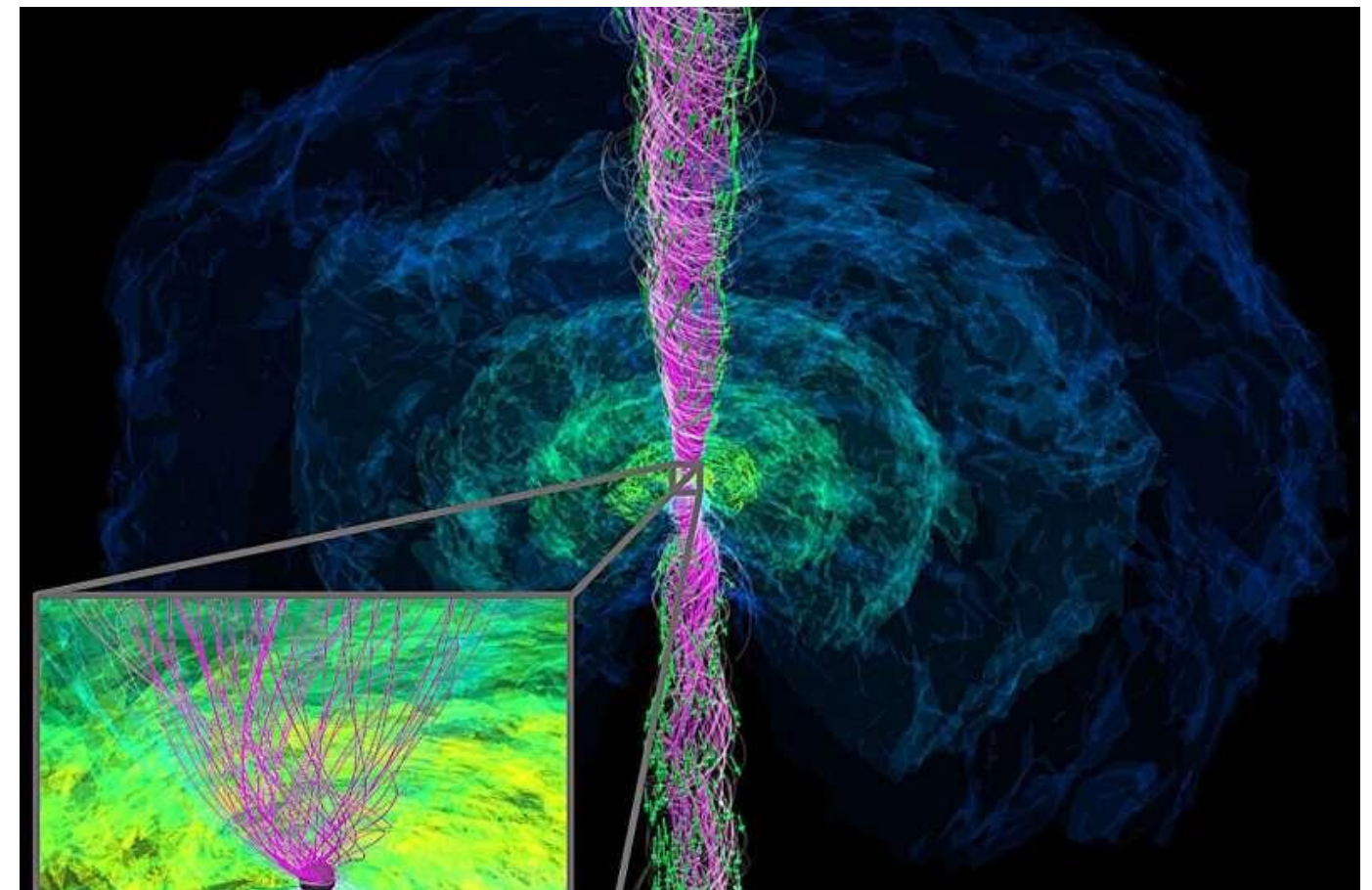
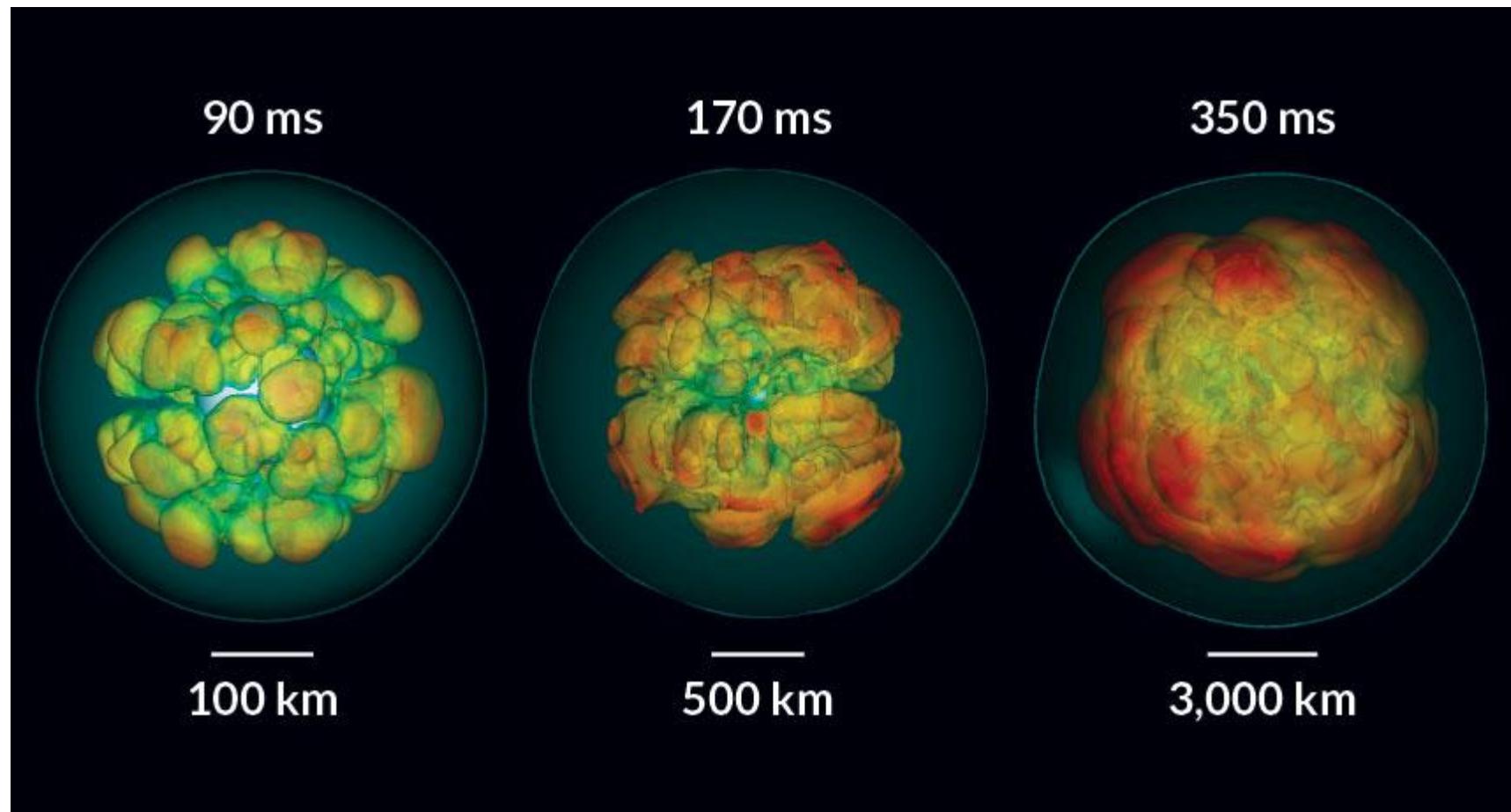
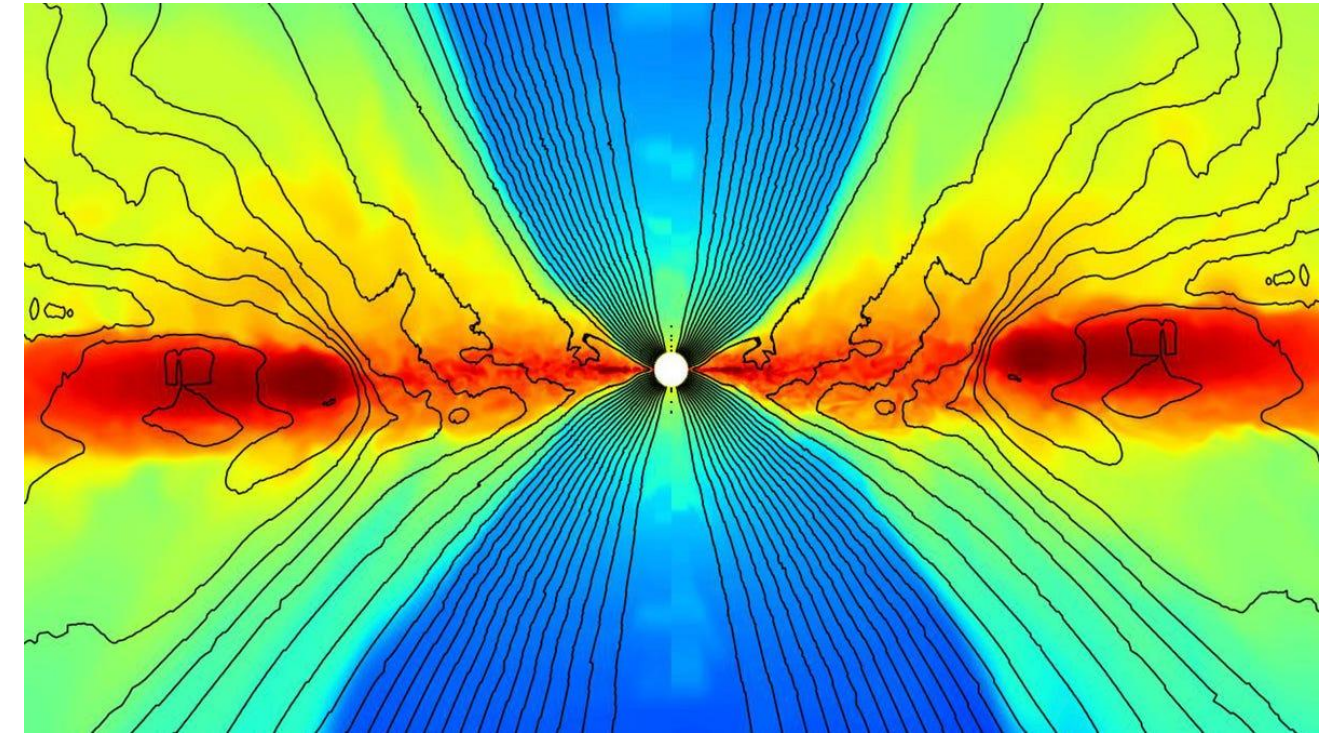
- Seyfert+銀河からのニュートリノ/検出
- GRBからのニュートリノ/不検出
- TA Hot Spot (Starburst Galaxyとの相関?)
- GW170817: 重力波 + ガンマ線 + X・電波残光 + キロ/バ



# 2000年以降の高エネルギー天体研究の進展:理論

## • 宇宙流体

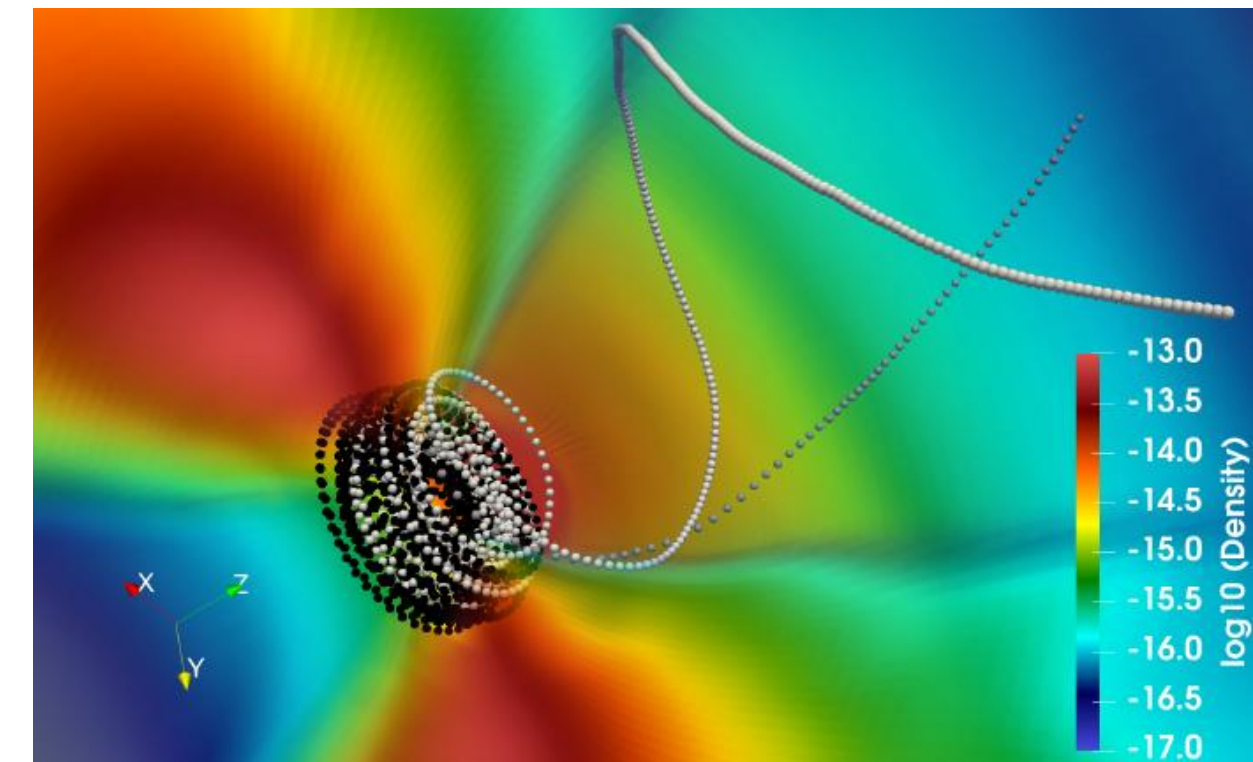
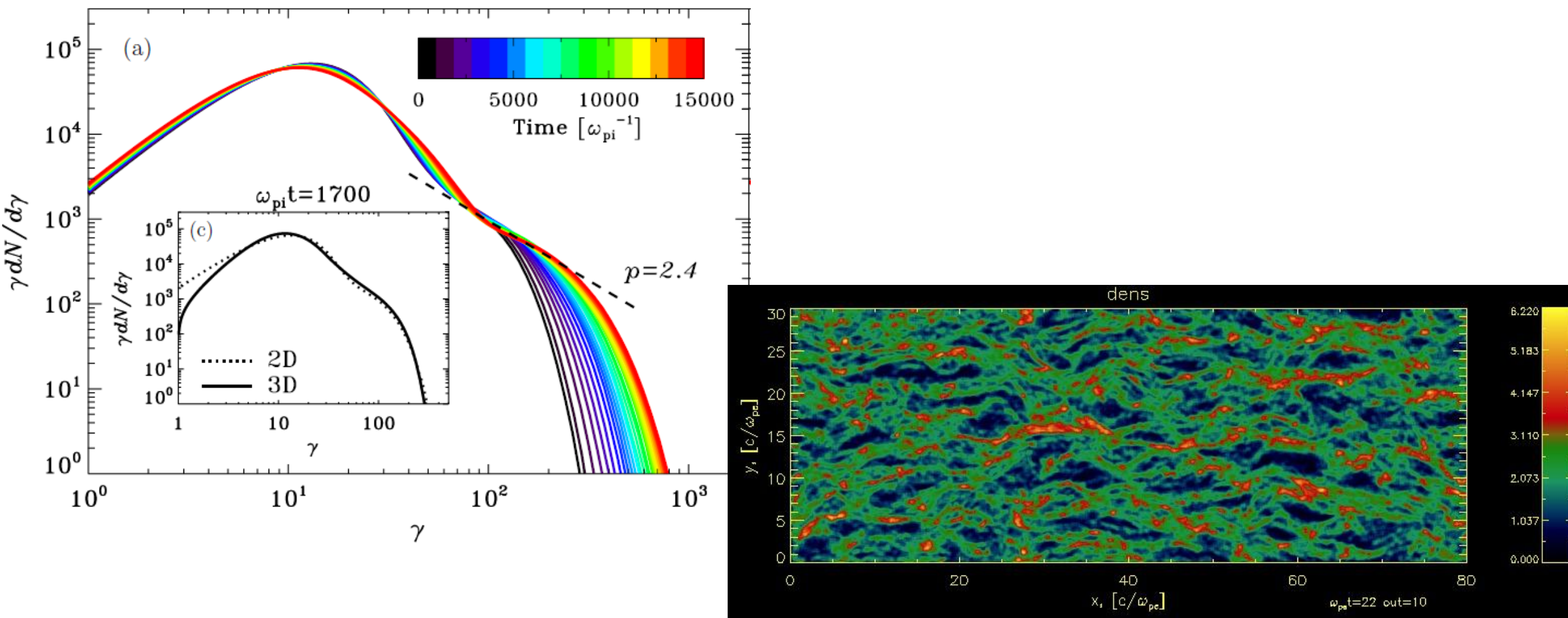
- 降着円盤におけるMRIの確立
- 超臨界降着流(ULX)・円盤風・MAD
- 回転BHにおけるBZ過程の確立
- 3D超新星爆発シミュレーションの進展
- 数値相対論の手法の完成



# 2000年以降の高エネルギー天体研究の進展:理論

## • フラズマ

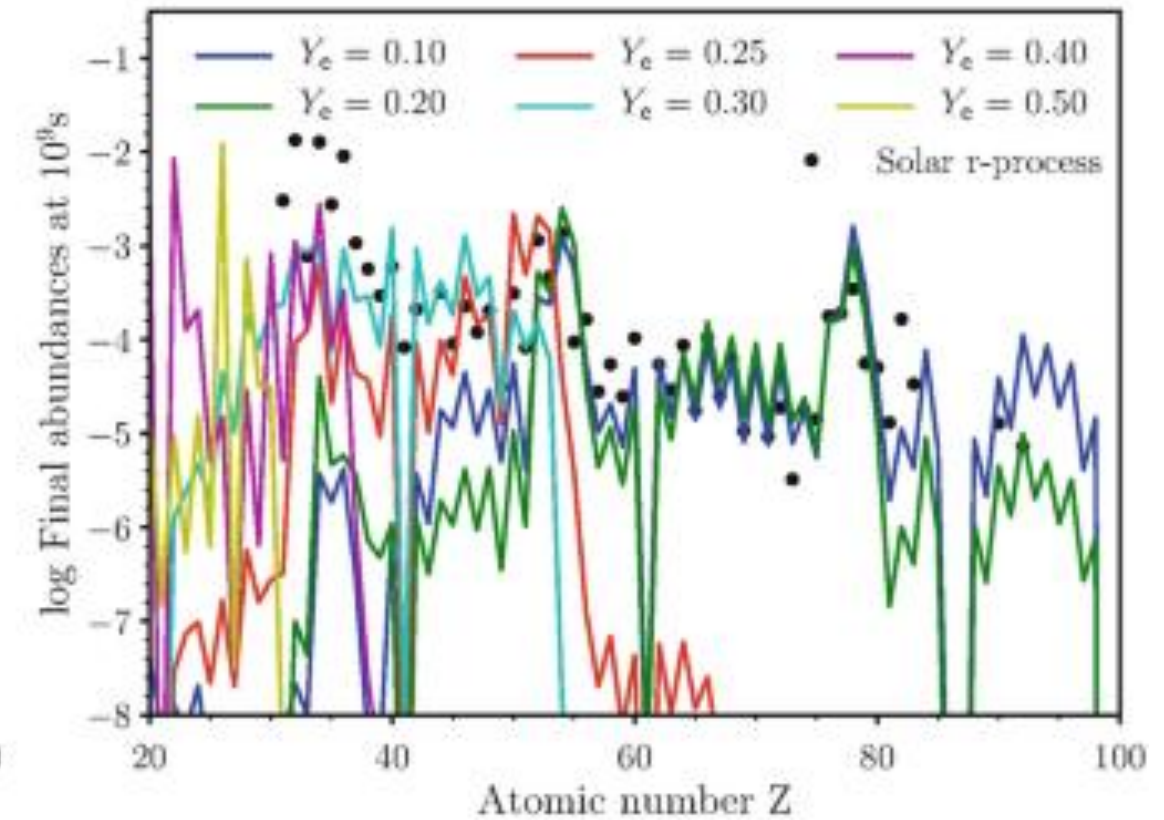
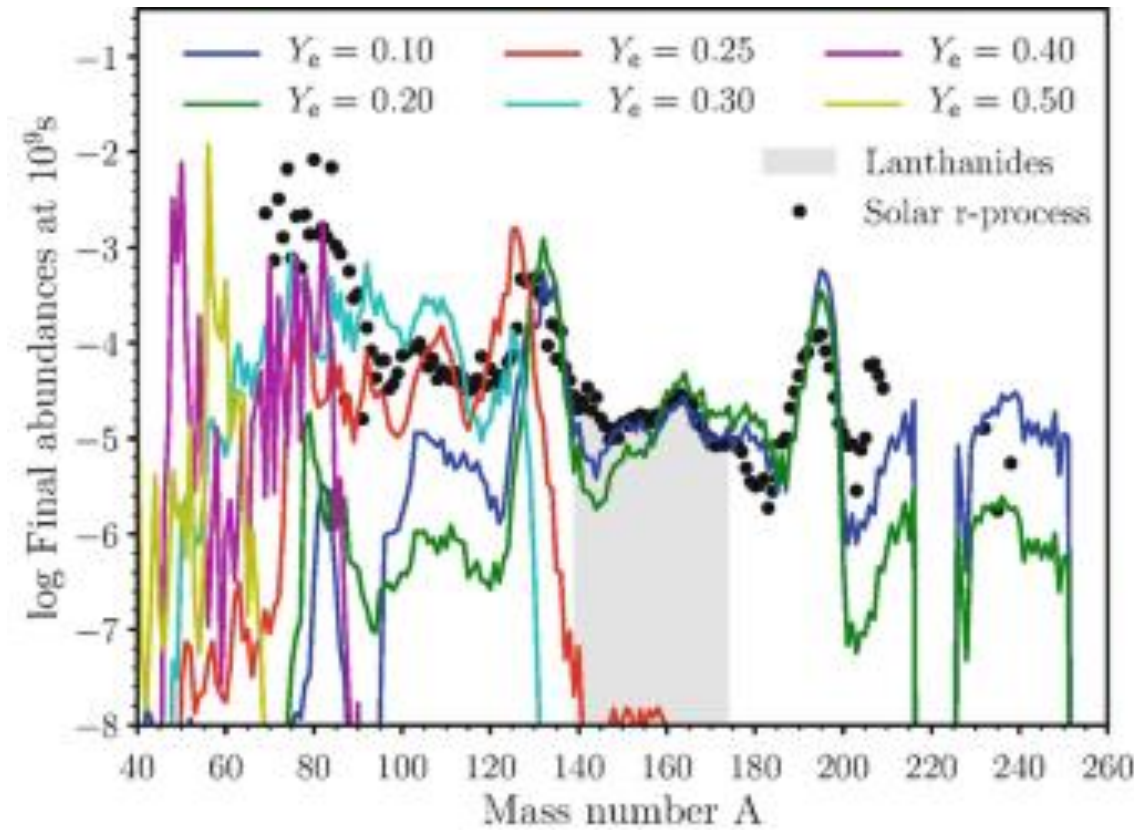
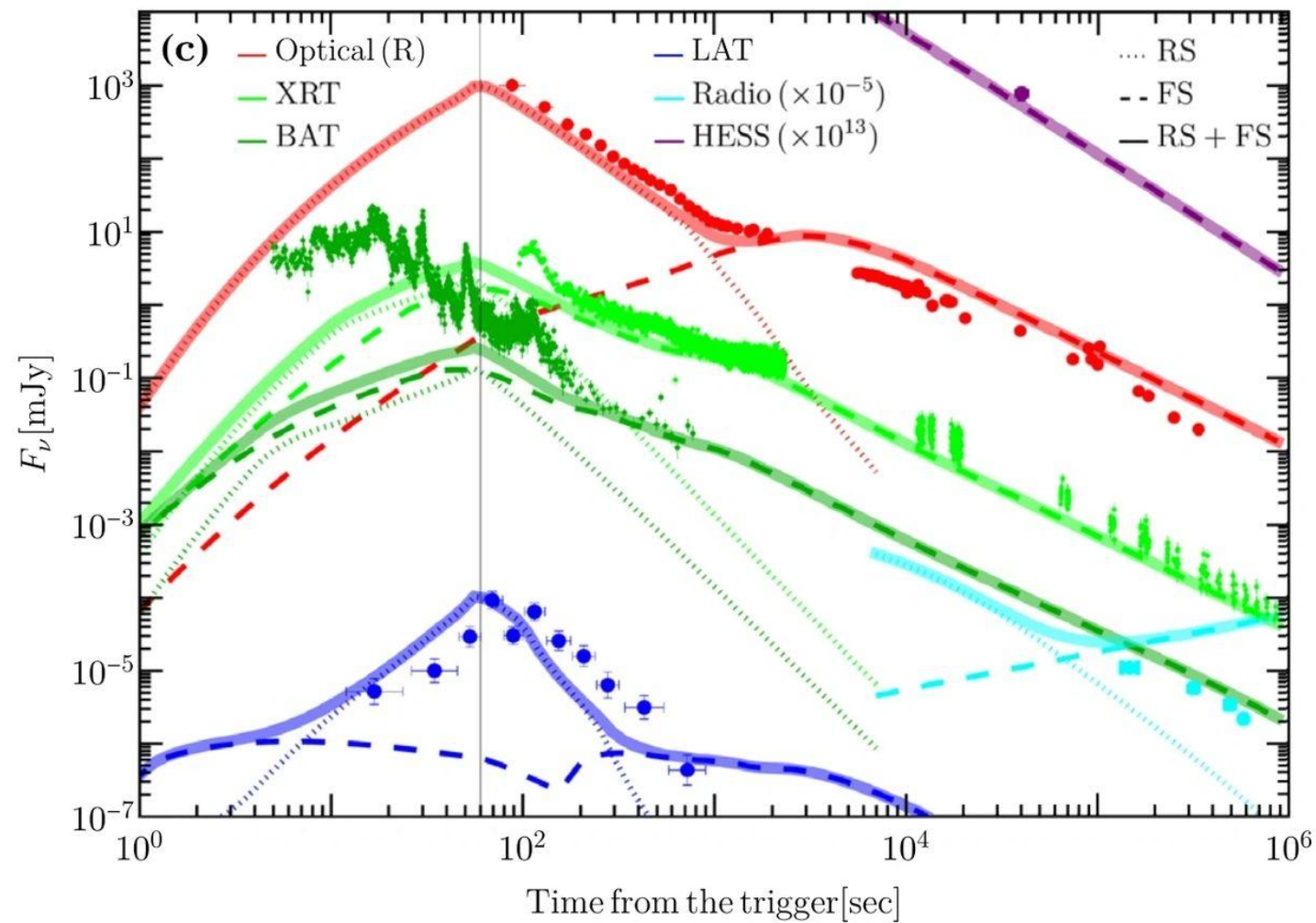
- PICシミュレーションによる衝撃波統計加速の理解の進展
- Weibel不安定性、Bell不安定性、磁場増幅
- 磁気リコネクション、乱流による粒子加速の重要性



# 2000年以降の高エネルギー天体研究の進展:理論

## • その他

- GRB残光理論などガンマ線やニュートリノ/放射の現象論の進展
- 元素合成:r過程元素(ランタノイドなど) NS連星合体起源
- AIを用いた研究が増加中



GRB 180720B Arimoto+

# 黄金の25年とこれから

## • 未解決問題

- PeVatron天体、UHECR加速天体
- PeVニュートリノ/源天体
- フレーザーでの弱磁場問題  $\Leftrightarrow$  BZ過程との整合性、パルサー星雲の $\sigma$ 問題
- BH形成・成長、各種突発天体の親星とその進化
- 物理素過程
  - GRB / FRB放射過程
  - Ic-BL / LFBOTなど爆発機構
  - マグネター磁場エネルギーの解放
  - 粒子加速・ジェット加速・磁場増幅

## • 新しい観測の窓

- CTA / ALPACA / TMT / SKA / IceCube Gen2 / KAGRA