

岡崎敦男 (北海学園大学)

# 超高エネルギーガンマ線連星系における相互作用と高エネルギー放射



## 1. 研究の背景

### ガンマ線天文学の急進展

近年、世界各地にチェレンコフ光望遠鏡アレイが建設され、ガンマ線天文学(超高エネルギー天文学)は本格的なイメージング観測時代へ。

➡ 多くの天体が超高エネルギーガンマ線 ( $E > 100\text{GeV} = 10^{11}\text{eV}$ ) を放射していることが明らかになった。



チェレンコフ光望遠鏡アレイ H.E.S.S.

### 超高エネルギーガンマ線連星系

- 最近確立した新しいガンマ線源グループ。大質量星とコンパクト天体(中性子星かブラックホール)からなる連星系のうちのごく一部(数%)が属する。
  - 2つのシナリオ
    - パルサー風モデル: パルサー風と星周物質の衝突 ➡ 衝撃波領域で粒子加速 ➡ 高エネルギー放射
    - 降着モデル: コンパクト天体への星周物質の降着 ➡ 放出されたジェット中で粒子加速 ➡ 高エネルギー放射
- ➡ 複雑な相互作用を解明し、高エネルギー放射機構を理解することはこの分野にとっての大きな挑戦

## 2. 研究の全体構想



## 3. 構想実現のために必要な数値計算上の課題

### 流体コード

Smoothed Particle Hydrodynamics法(以下、SPH法)という粒子法の一つを用いた流体コード

### 数値計算上の課題

#### 1. 3次元大規模流体シミュレーションに関して

- 大規模並列化(できるだけ大きな粒子数で、軌道周期数周分にわたり実施するために、大規模並列化が必要)
  - 研究開始時の状況: Open/MPを用いた並列化。1ノード上の共有メモリを利用した計算にとどまっていた。
  - H22に行ったこと: MPIによる部分並列化を実施。実効性能は約2倍になったが、近傍粒子計算(最も重い計算部分)で使えるノード数が4にとどまっている。

#### H23の課題: 近傍粒子計算を改良し、大規模並列化を実施

- 高精度計算(粒子数を大きく増やすことなく、重要な相互作用領域を高精度で計算したい)
  - 研究開始時の状況: 降着モデルの計算では、降着される粒子は全粒子のほんの一部なので、降着流を高精度で計算するためには非現実的な数の粒子が必要だった。

#### H23の課題: 降着流に対してParticle Splitting Methodを適用



図1

#### 2. 高エネルギー放射計算に関して

- 研究開始時の状況: 全く未着手の状態だった。
- H22に行ったこと: 計算領域を一様に分割し、各セルでのパルサー風の圧力を求め、それと粒子加速のモデルを組み合わせ放射を計算した。 ➡ 図2
- H23の課題: 観測との比較のために、いくつかの効果(星周物質の出す軟光子の効果、ガンマ線の対消滅、視線方向の電波の吸収)を考慮した計算を行う

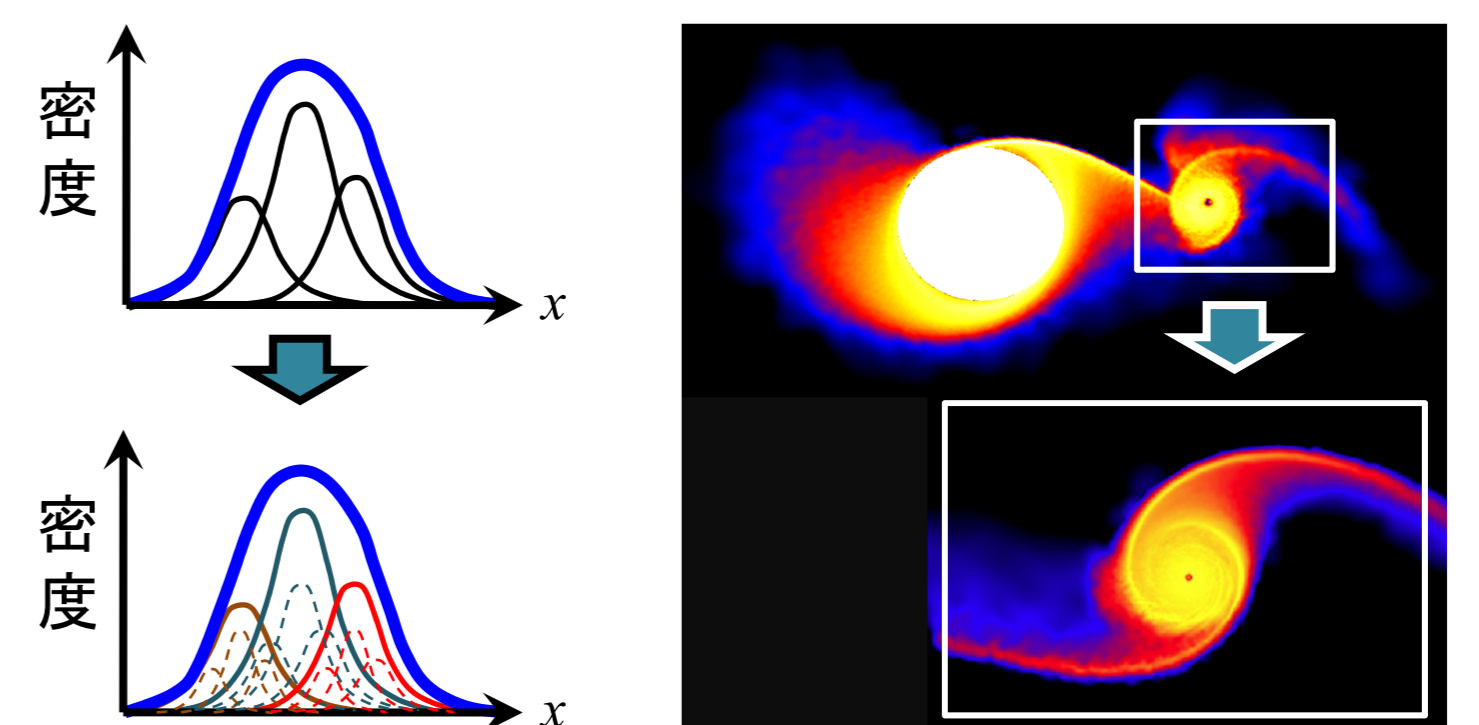


図1. コンパクト天体の重力圏に入った粒子(左図の上下パネルの細い実線)をいくつかの小粒子(左図の下パネルの波線)に分割することで、降着円盤を高精度で計算できる(上図は概念図)

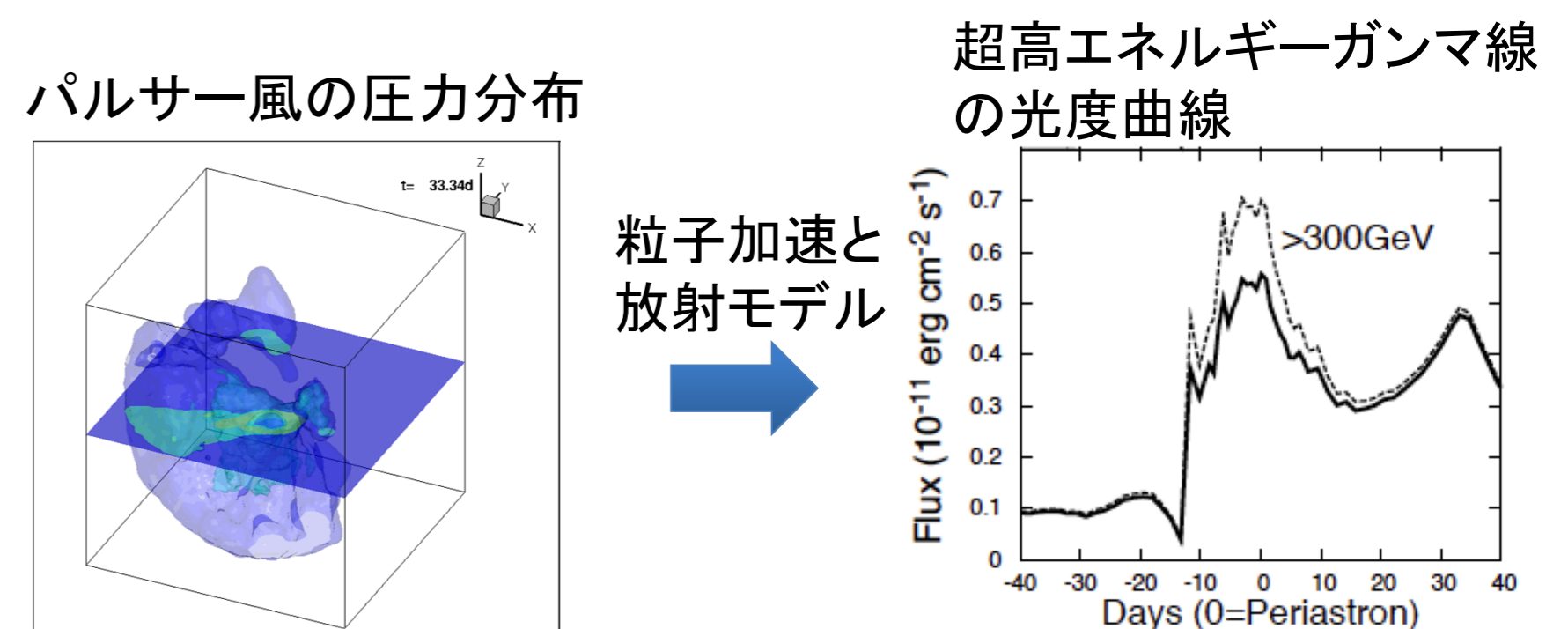


図2. PSR B1259-63のシミュレーションから、各時刻のパルサー風の圧力分布(左図)を求め、それをもとにして超高エネルギーガンマ線の光度曲線を計算する(右図)