

OISTER Workshop Om1

# ブレーザーS5 0716+714の 多波長スペクトルの時間変動解 析

2024/03/08

東京工業大学

谷津研究室 M2 佐藤翔太

# 目次

- イントロダクション
- 研究目的
- 観測対象、観測装置
- 結果、考察
  - ◆ 多波長ライトカーブ
  - ◆ スペクトルエネルギー分布
- まとめ

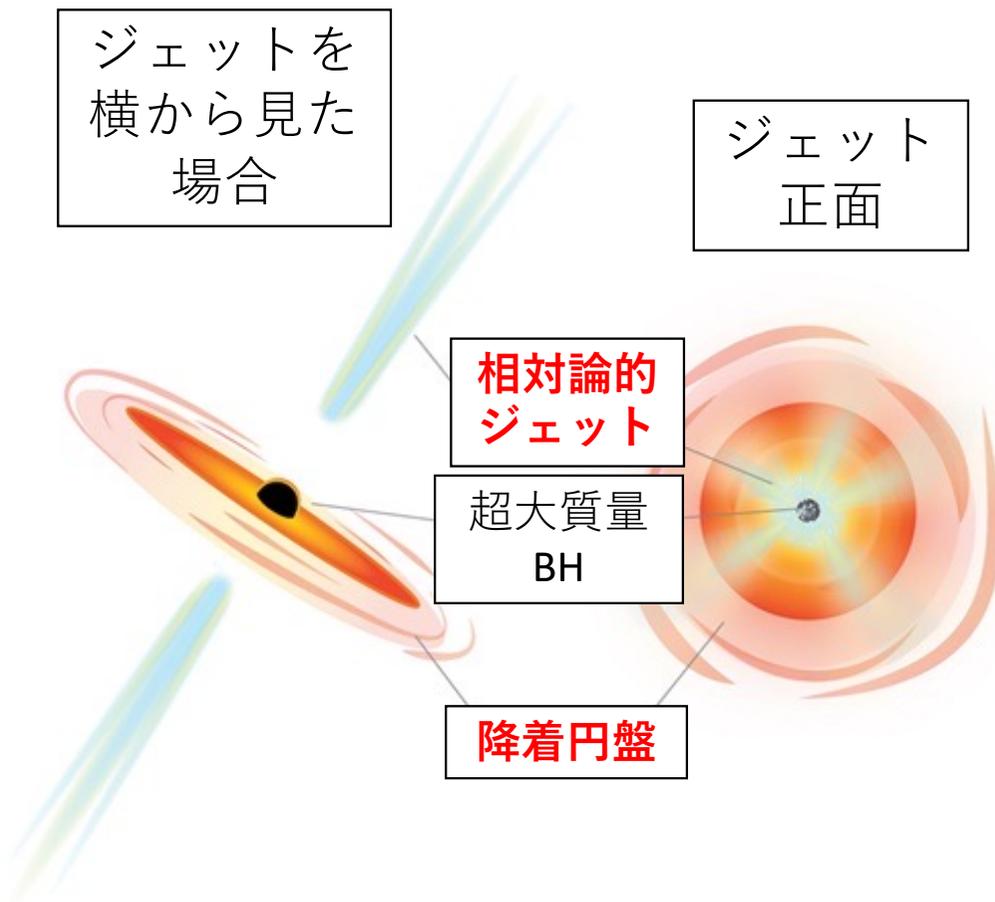
# イントロダクション: 活動銀河核、ブレイザー

## 活動銀河核

- 銀河中心領域が活発で明るい
- 放射源:
  - ◆降着円盤
  - ◆相対論的ジェット

## ブレイザー

- 相対論的ジェット真正面  
⇒相対論的ジェットの放射が卓越  
⇒ジェットの研究に有用
- 観測的特徴
  - 10分～ 速い光度変動
  - 電波～ガンマ線で明るい



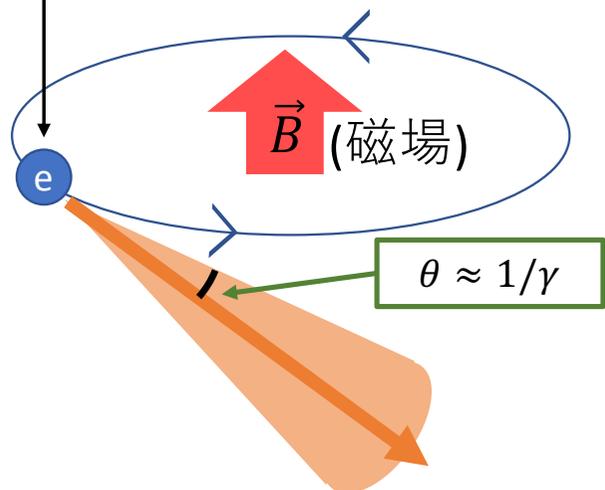
# イントロダクション: スペクトル、放射原理

## ● シンクロトロン放射

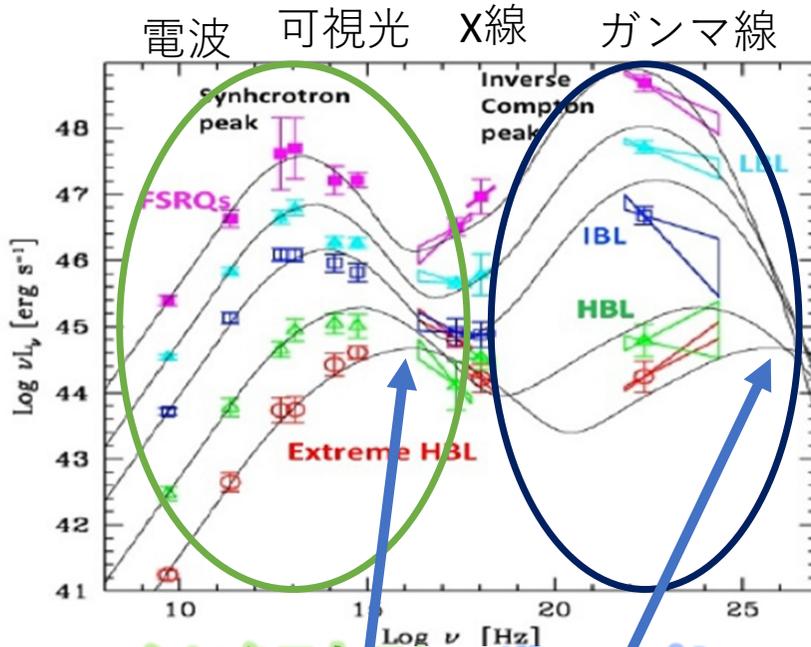
## ブレイザーのスペクトル エネルギー分布

## ● 逆コンプトン散乱

相対論的電子  
 $v/c = \beta \sim 1$



放射方向が絞られる

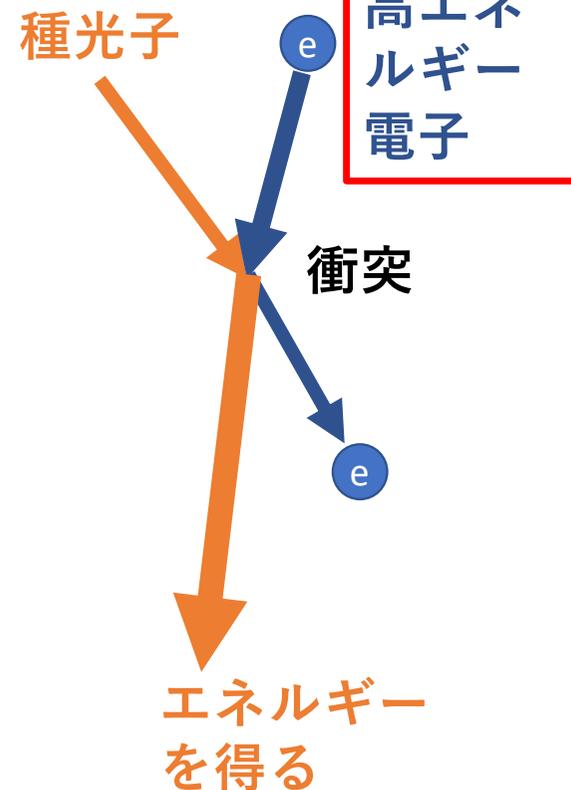


シンクロトロン 逆コンプトン

2つのピーク

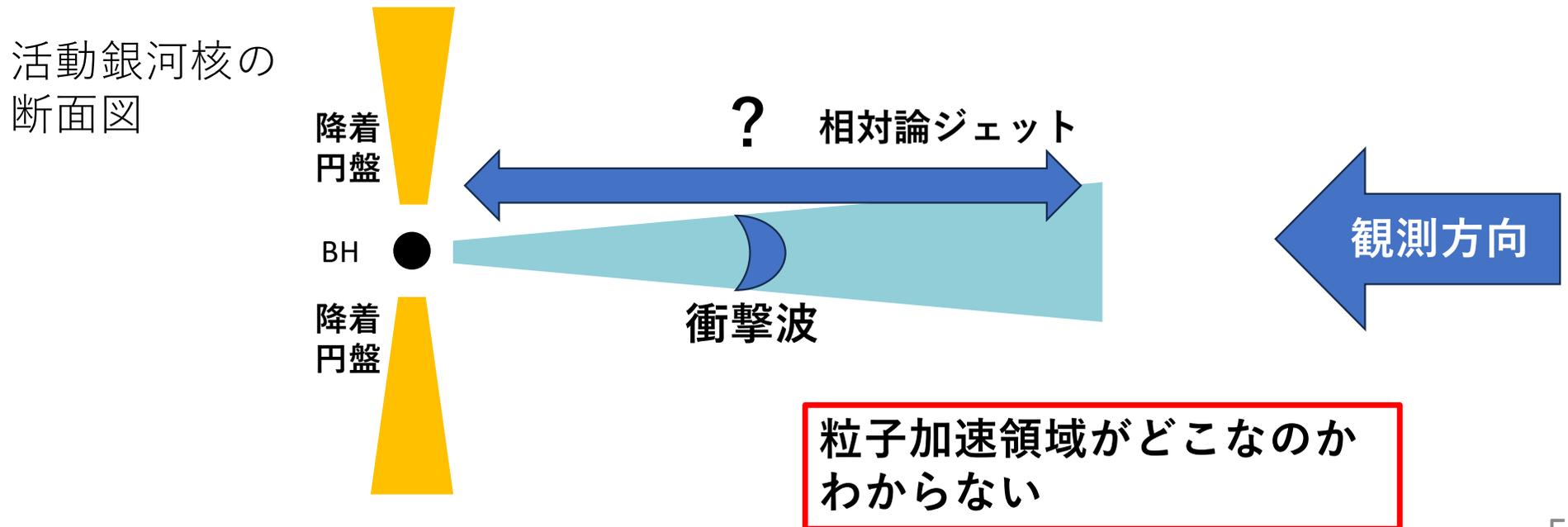
種光子

高エネルギー  
電子



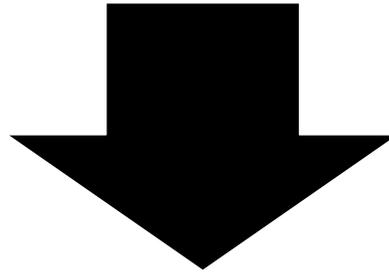
# イントロダクション: 粒子加速領域

相対論的ジェットの中で電子が衝撃波面を行き来し、加速される  
⇒高エネルギー電子生成(一次フェルミ加速)



# 研究目的

- 粒子加速領域、放射領域がわからない
- スペクトル変動の研究はあまりされていない



- 多波長モニター観測
- スペクトル変動追跡
- ブレーザーの物理描像調査
- **放射領域の特定**

# 観測対象

## ブレーザー S5 0716+714

◆  $z \sim 0.31$  [1]

◆ 極端な光度変動

➤ 最短15分変動 [2]

➤ 1年周期、2カ月周期の変動も [2]

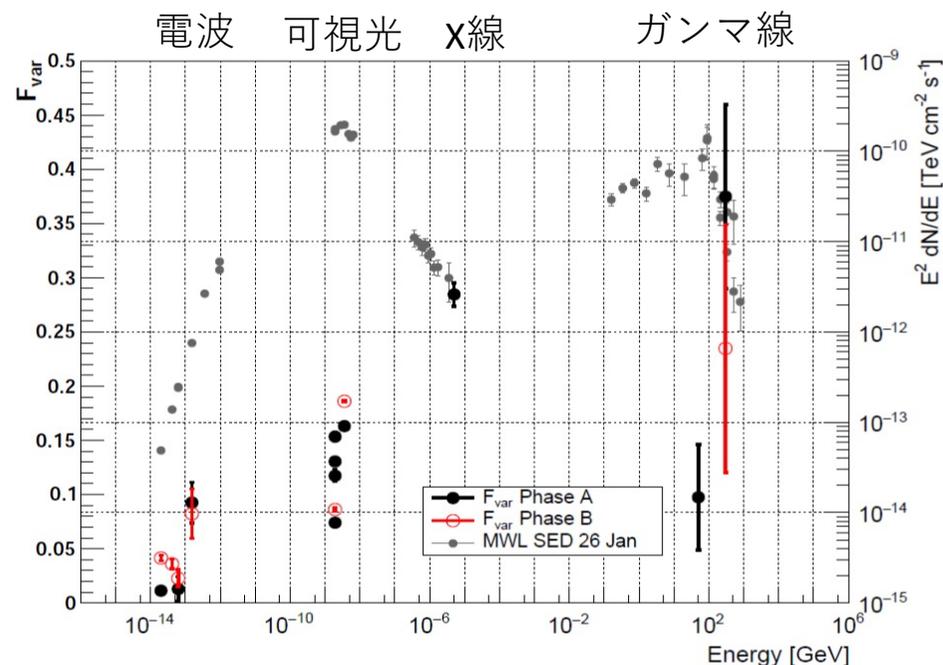
◆ 可視光、ガンマ線で明るい

➤ モニター観測可能

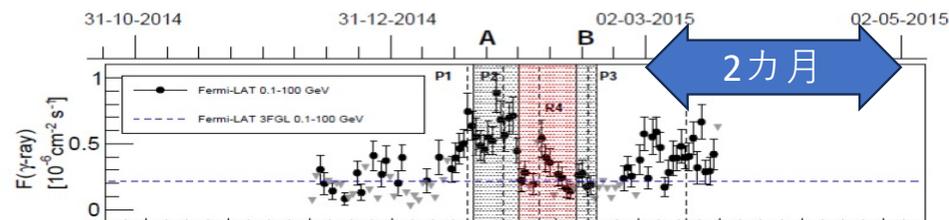
[1] Nilsson et al. (2008) [2] Rani et al. (2013)

## 多波長 SED

Ahnen et.al (2018)



## ガンマ線ライトカーブ



# 解析で主に用いた観測装置

Fermi ガンマ線

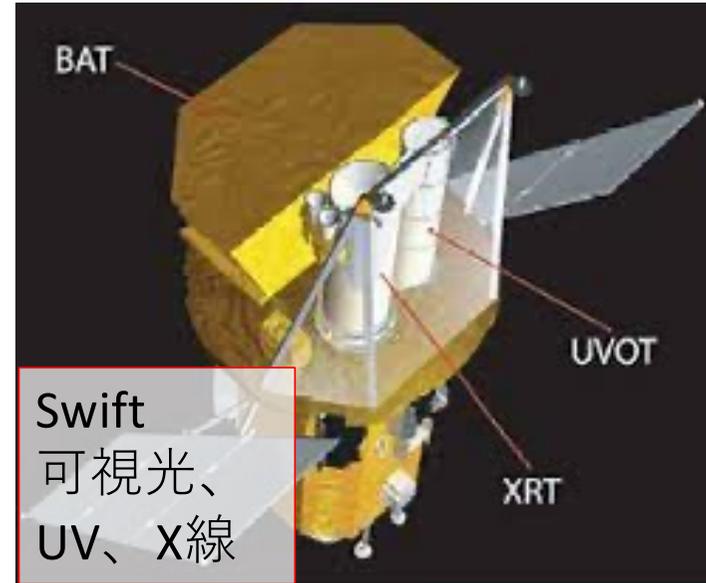


観測データ  
利用期間  
2008～2023年



MITSuME 可視光

この2つを  
主に比較

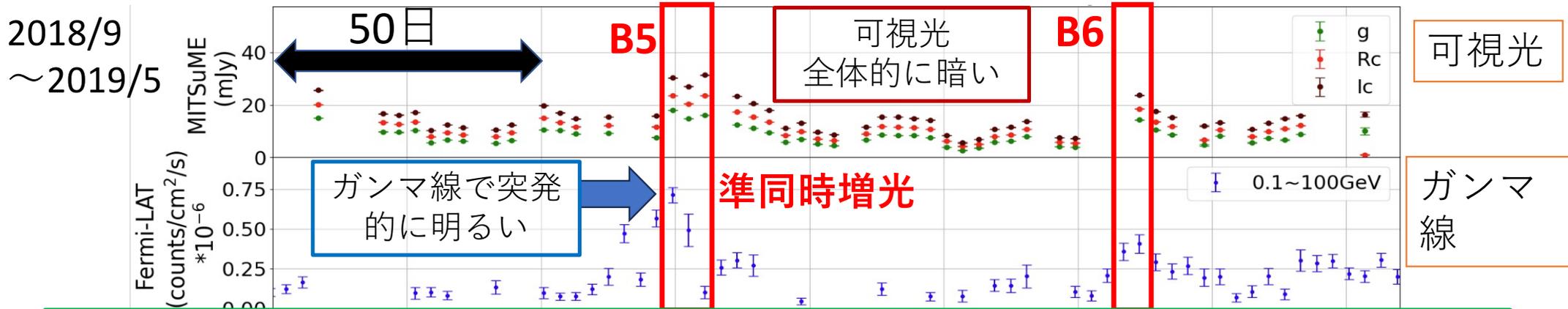


Swift  
可視光、  
UV、X線

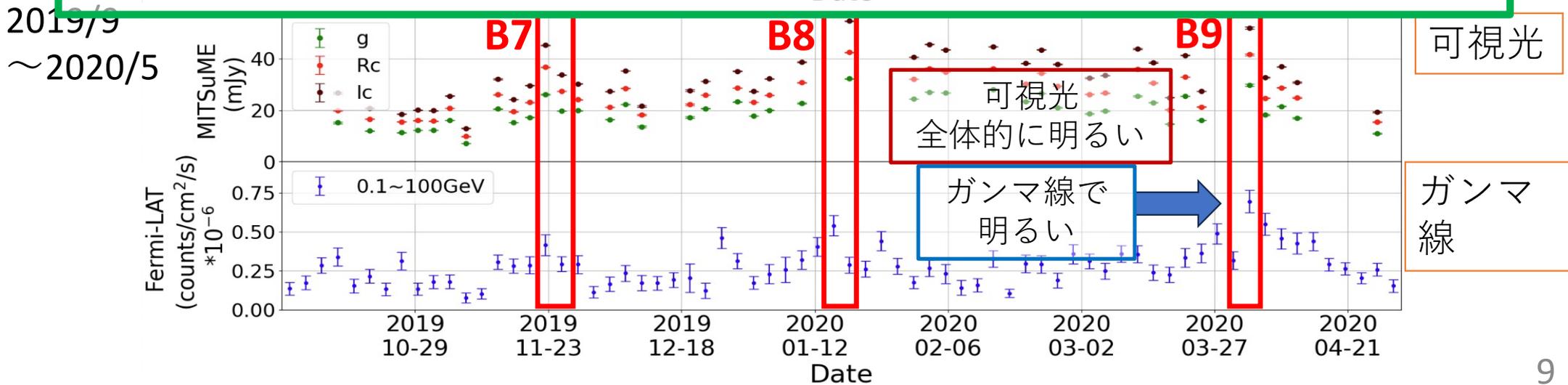
SMA 電波



# 結果: 可視光、ガンマ線 ライトカーブ



**増光ごとに可視光、ガンマ線のフラックス比が異なる**



# ライトカーブから見える疑問点

## 観測的特徴

- ① 可視光、ガンマ線の準同時の伴った変動
- ② 両波長でフラックス比が異なる

## 物理的解釈

- ①はシンクロトロン自己コンプトン放射(SSC)所以で解釈可能
- ②は単純なSSC放射では説明できない
  - ⇒物理的な状況が異なる可能性
  - ⇒外部コンプトン(EC)が必要か?
  - ⇒**スペクトル解析から放射モデルを制限**

# 逆コンプトン散乱放射の起源

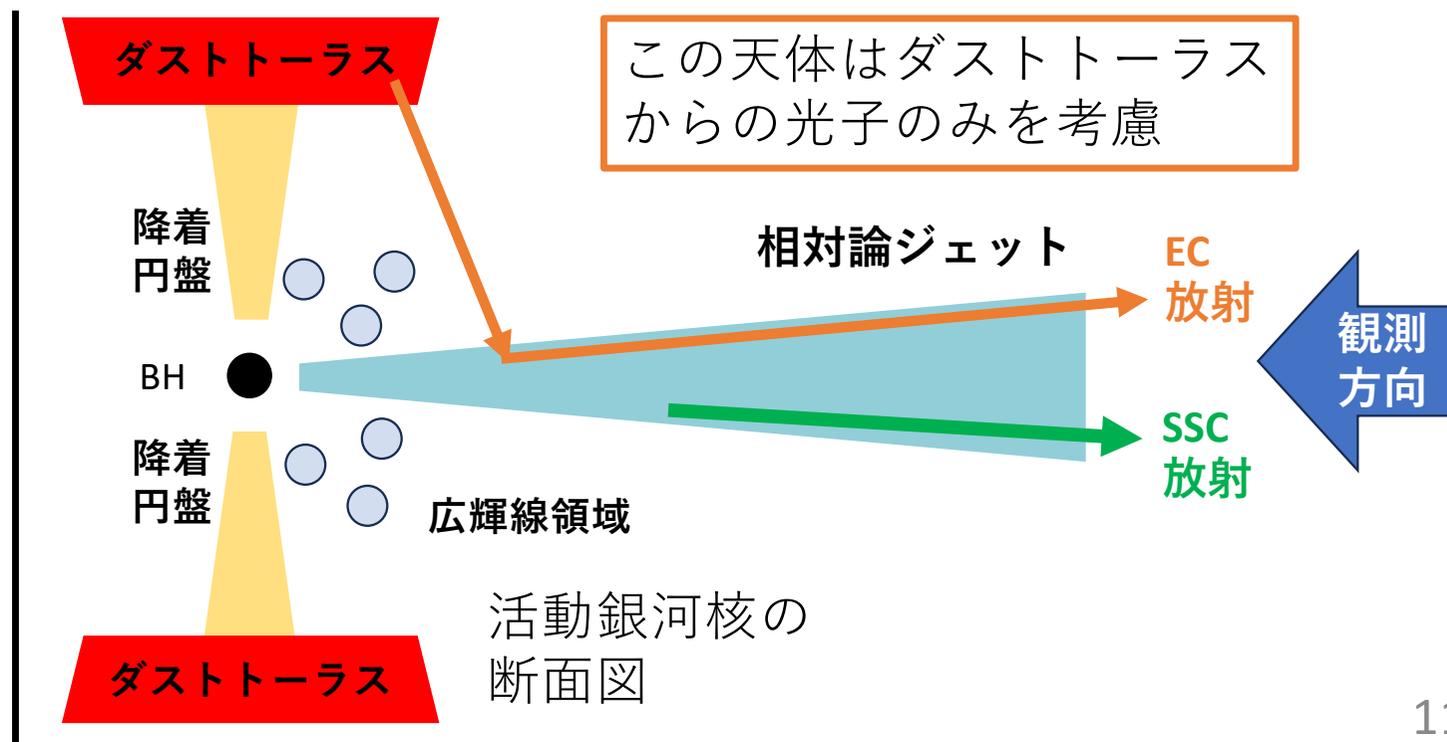
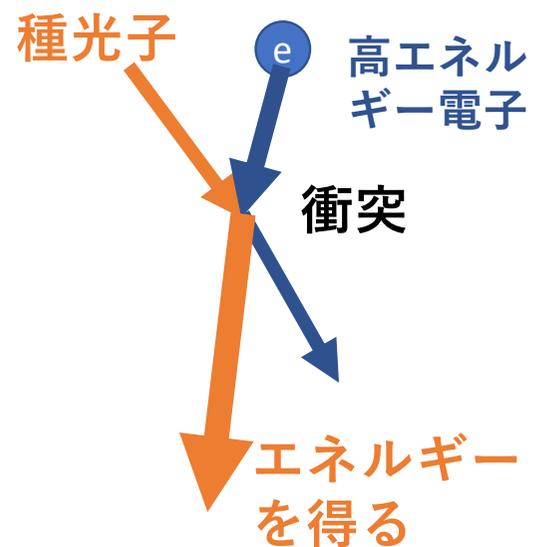
## ● シンクロトロン自己コンプトン (SSC)

シンクロトロン放射光子を種とする  
ジェット内部で発生

## ● 外部コンプトン(EC)

ダストトーラス、降着円盤、広輝線領域等  
ジェット外の光子を種とする

逆コンプトン散乱の過程



# スペクトルエネルギー分布(SED)

1か月ビンニングSEDモデルフィッティング

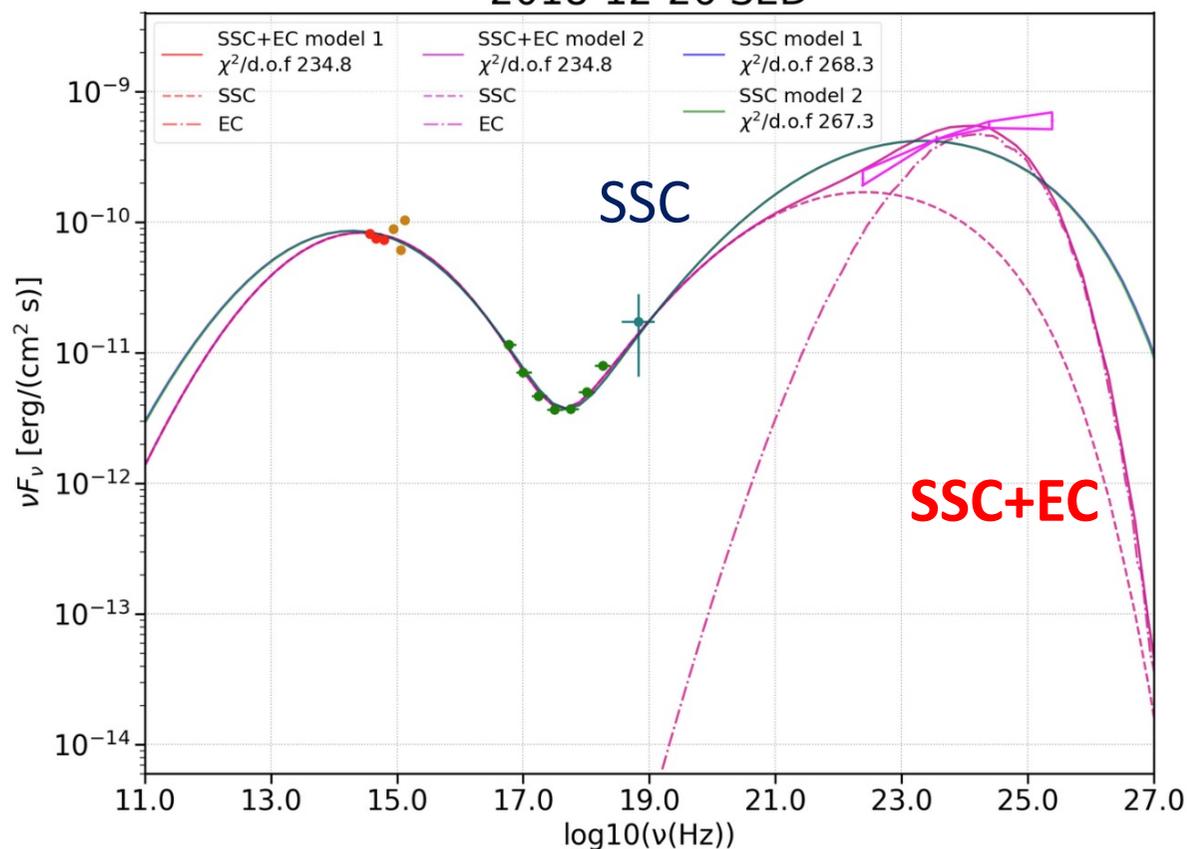
- モデル1: 1領域 SSC
  - モデル2: 1領域 SSC + EC
- どちらが尤もらしいか？

準同時増光ピーク時

可視光、ガンマ線フラックス比  
によらずSSC+ECが最適

ガンマ線優勢 epoch B5

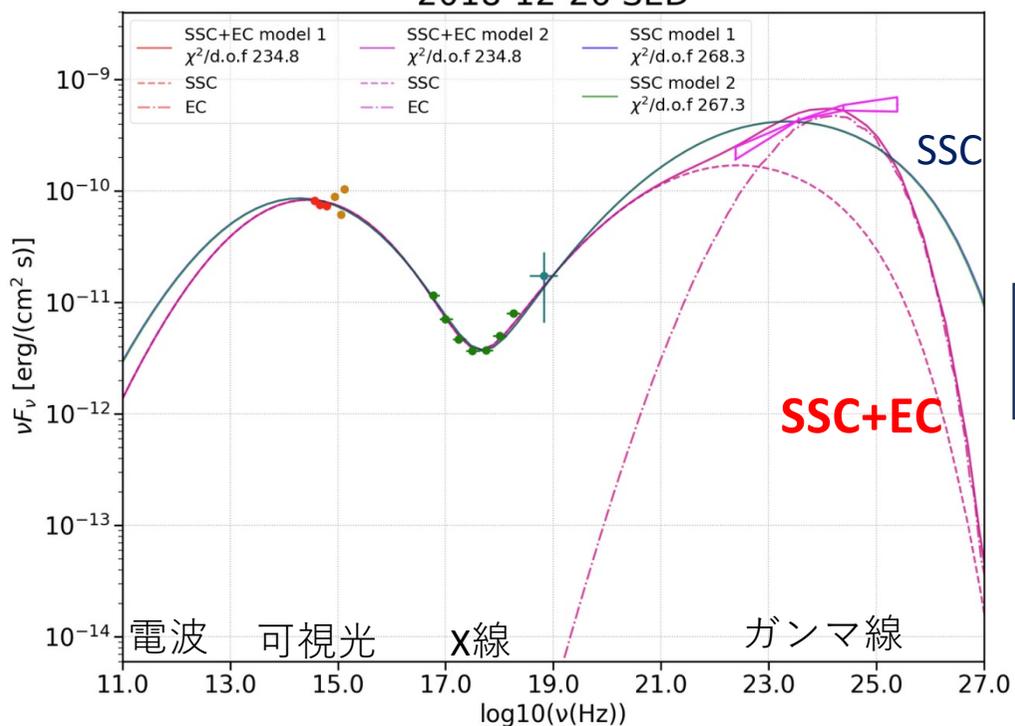
2018-12-26 SED



# 結果: 最適モデルの変化

epoch B5

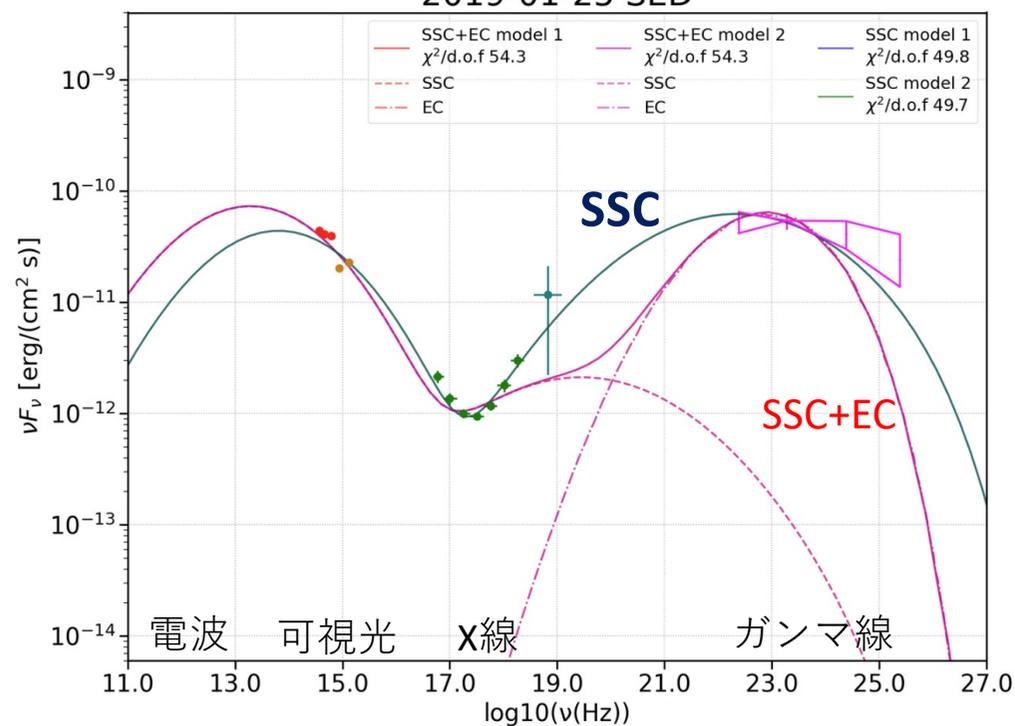
2018-12-26 SED



SSC+ECモデルが最適  
放射領域  $\sim 6 \times 10^{16}$  cm

1カ月後

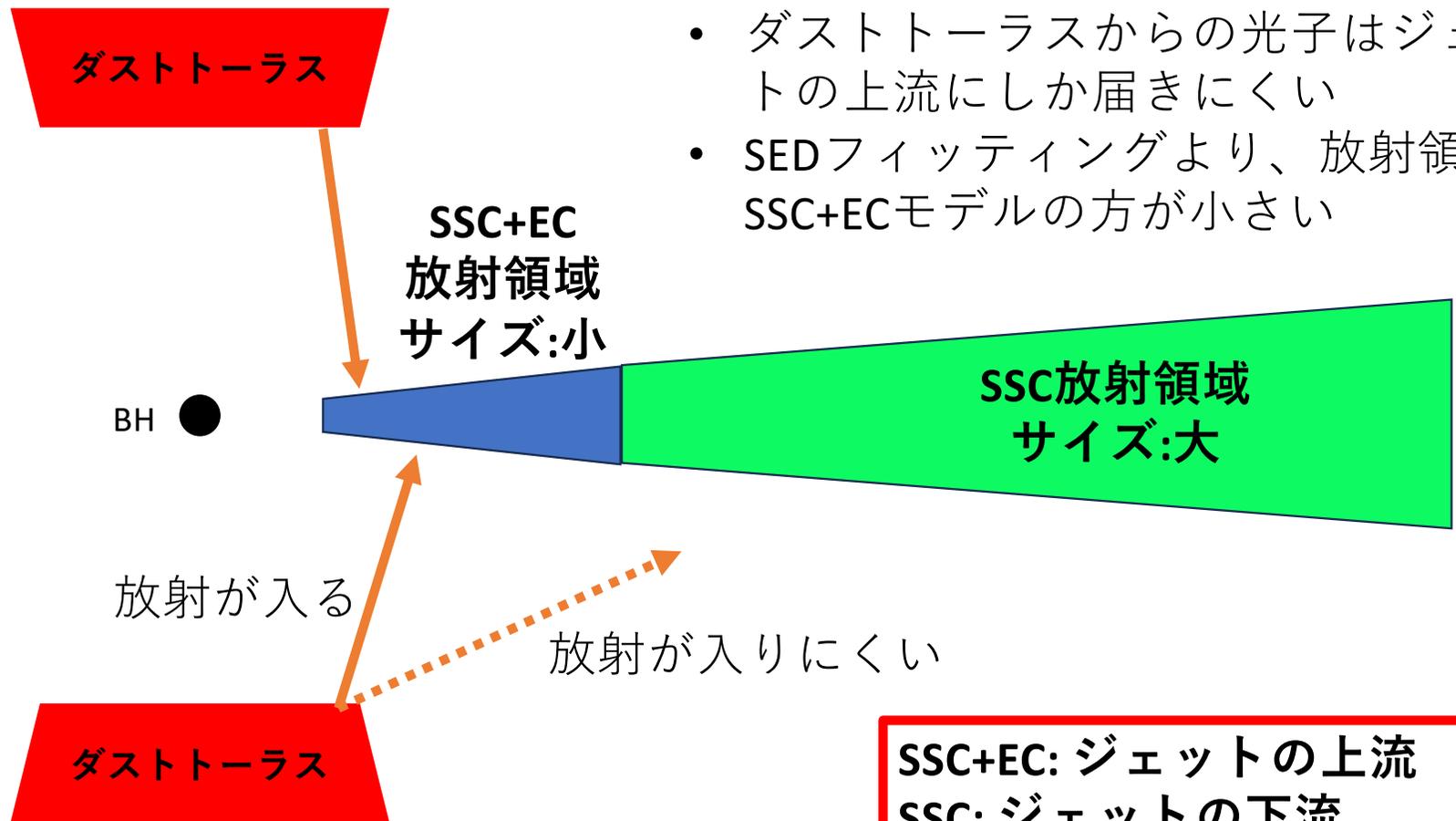
2019-01-25 SED



SSCモデルが最適  
放射領域  $\sim 2 \times 10^{17}$  cm

# 考察: 放射機構とジェット的位置

活動銀河核の  
断面図  
(降着円盤、  
広輝線領域を  
省略)

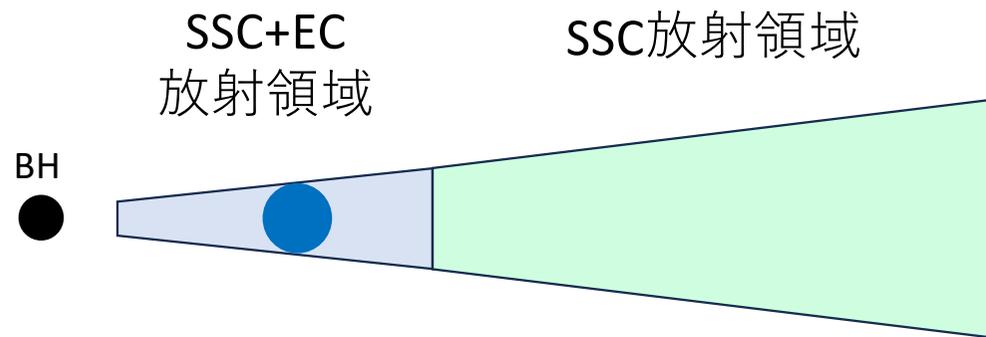


- ダストトーラスからの光子はジェットの上流にしか届きにくい
- SEDフィッティングより、放射領域がSSC+ECモデルの方が小さい

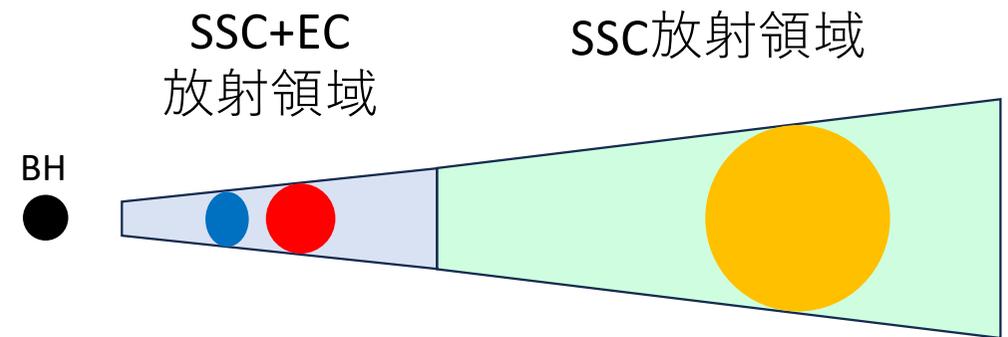
# 考察: 2つの粒子加速シナリオ

1カ月間での最適モデル変位の過程

粒子加速領域の移動



別々に粒子加速が発生



この2つを区別するには、時間的、空間的により高分解能でのジェット観測が求められる。

# まとめ

- 可視光、 $\gamma$ 線の異なるフラックス比の準同時増光
  - ◆EC放射も入る
- SSCモデルが最適なものの、SSC+ECモデルが最適なもの両方が存在する。
- 2つのモデルで放射領域サイズ、位置が異なる。
- SSC+EC $\Rightarrow$ SSCモデルへの変位
  - ◆放射領域の移動 or 別々に粒子加速