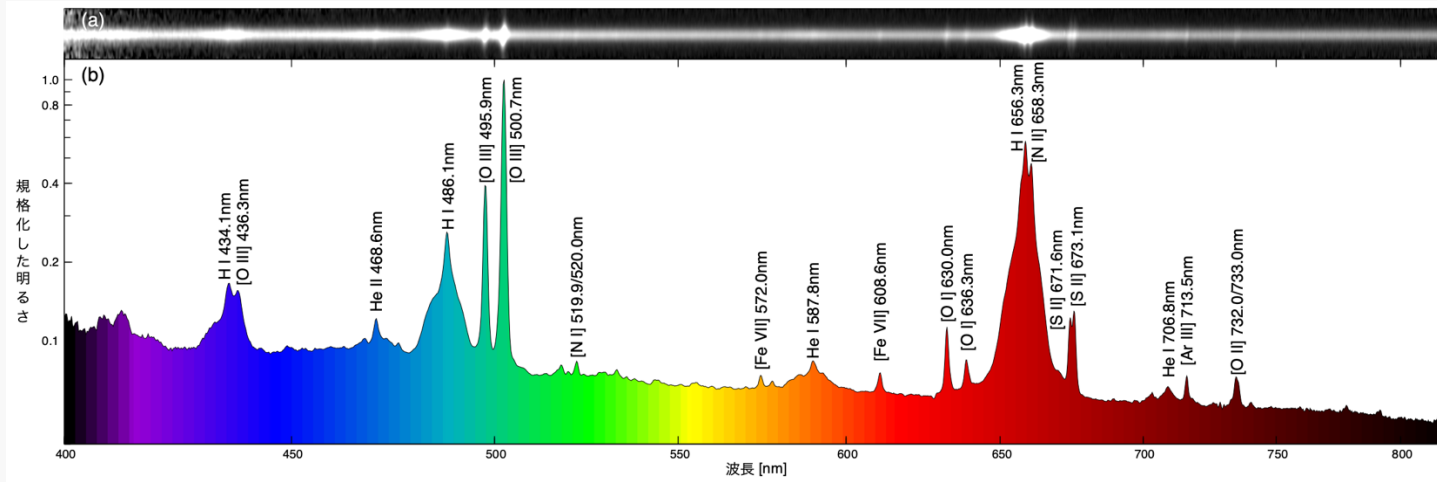




せいめいUM 2025

<https://www.kwasan.kyoto-u.ac.jp/general/facilities/okayama/gallery/photos/astro/ngc4151.html>

NGC 4151のXRISM連携可視分光 モニター観測

平田 悠馬

東京理科大学 理学研究科 物理学専攻

共同研究者：趙光遠, 松下恭子, 小林翔悟 (東京理科大学), 峰崎岳夫, 葉与衡, 鮫島寛明, 堀内貴史, 水越翔一郎, 生方すばる (東京大学), 岩室史英, 呼子優人 (京都大学), 斎藤智樹 (兵庫県立大学), 野田博文 (東北大学), 小久保充 (国立天文台), 山田智史 (理化学研究所)

AGNの中性**Fe K α 輝線**は内部構造を探查する重要なプローブ

Fe K α 輝線

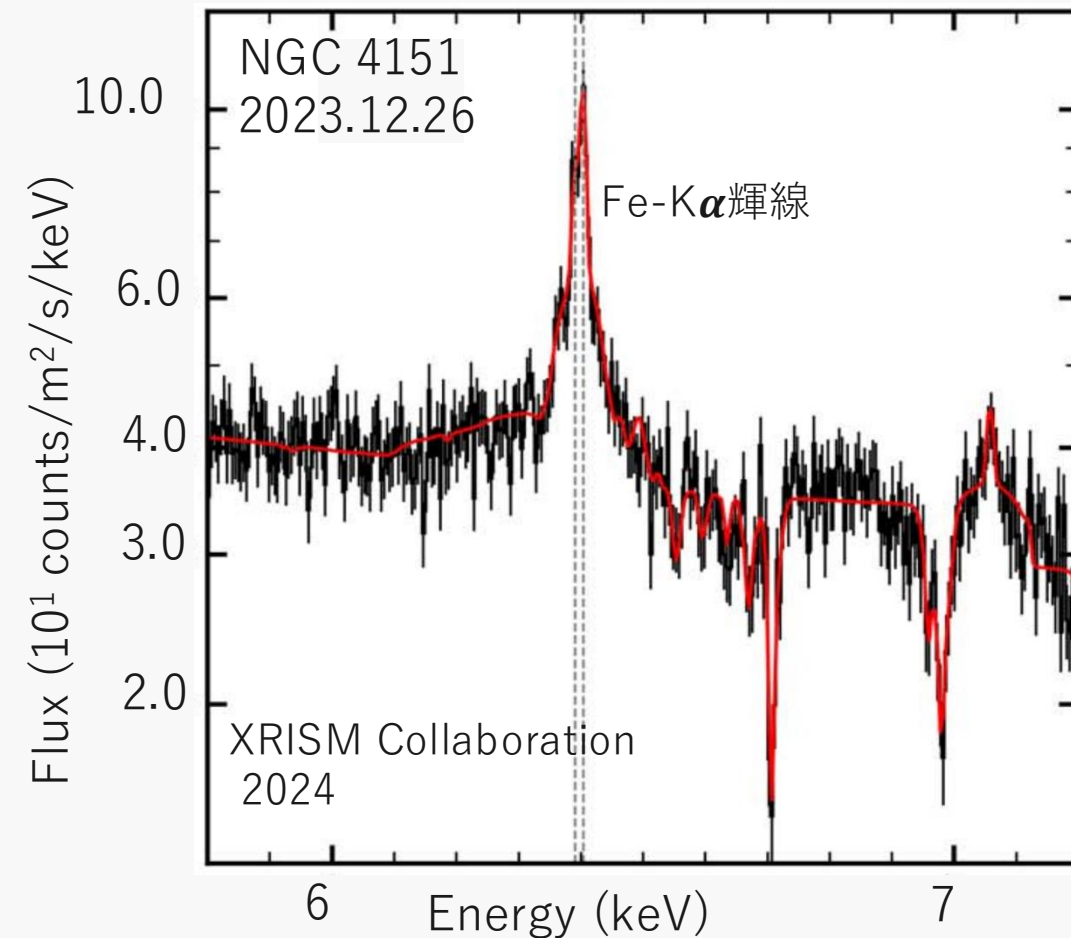
- 鉄内殻電子の光電吸収に伴う蛍光輝線
- 幅広い温度のガスで反射（物質分布を反映）
- 遮蔽されにくい（2型AGNでも観測可）

XRISM/Resolve

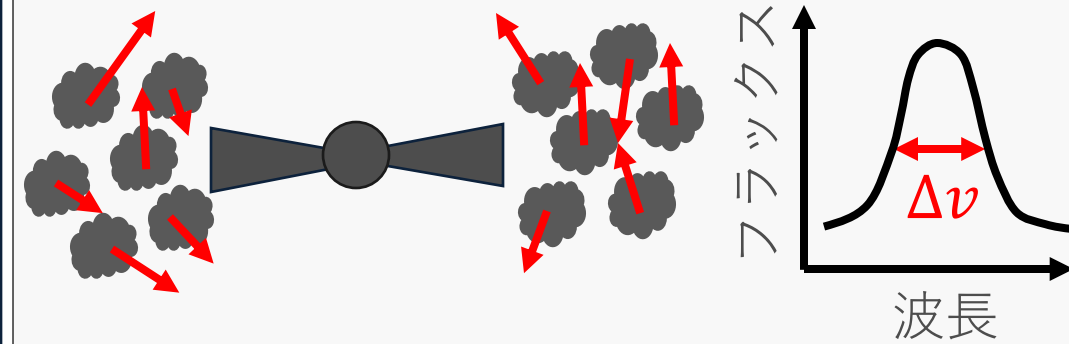
- 最高エネルギー分解能
($E/\Delta E > 1200@6.4$ keV)
- 輝線幅から放射領域を評価可能

NGC 4151

- 非常に明るく、大きな変動が見える
- XRISM/Resolveで14回の観測



Noda et al. in prep



輝線幅や放射強度を測定
(X線, 可視光で同じ放射領域
→ 同じ輝線幅)

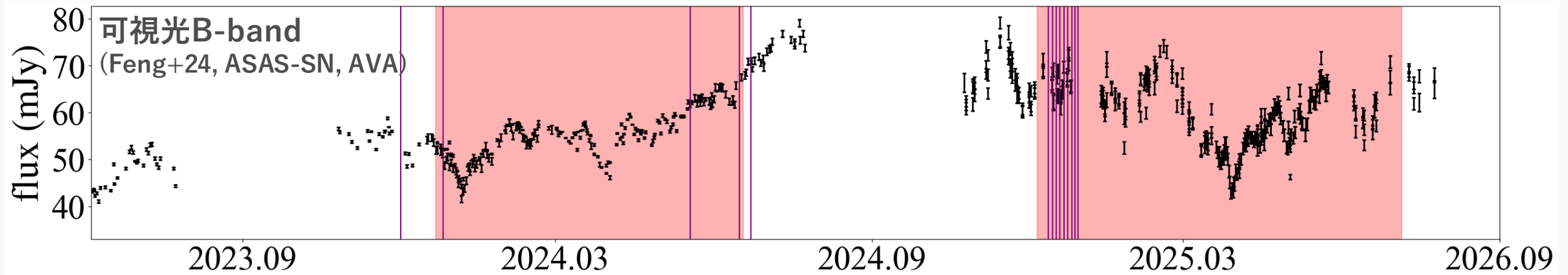
本講演では可視分光モニター観測とその結果について報告

NGC 4151の可視分光モニター観測の概要

4

観測天体：NGC 4151

観測期間：2023.12.09 – 2025.07.06



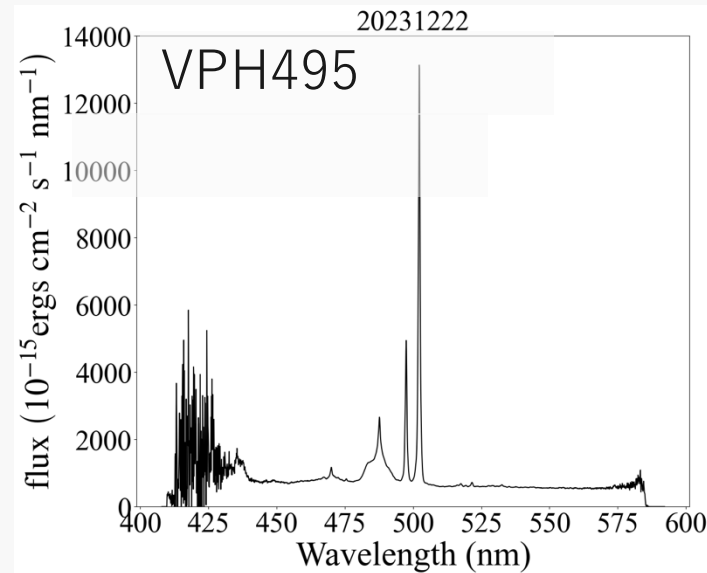
せいめい望遠鏡 KOOLS-IFU

VPH 495

- H β 輝線, [OIII]輝線
- XRISM以上の波長分解能
- $\lambda/\Delta\lambda \sim 1500$ (200 km/s)
- 積分時間24分
- 48回観測

VPH-blue

- H β 輝線, H α 輝線
- 広い波長域
- $\lambda/\Delta\lambda \sim 600$ (500 km/s)
- 積分時間12分
- 42回観測



せいめいUM 2025

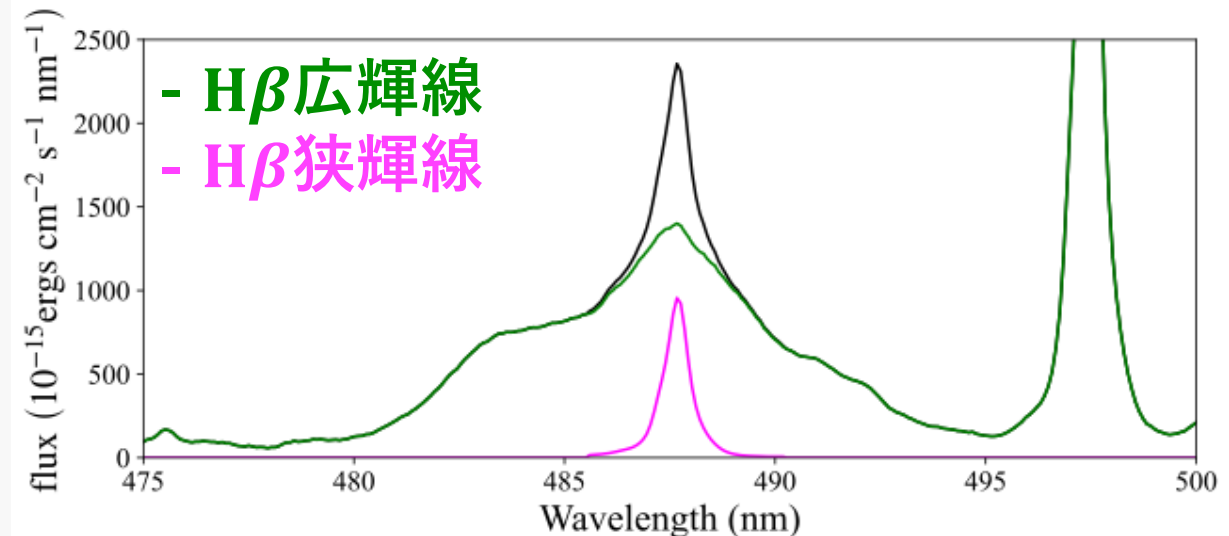
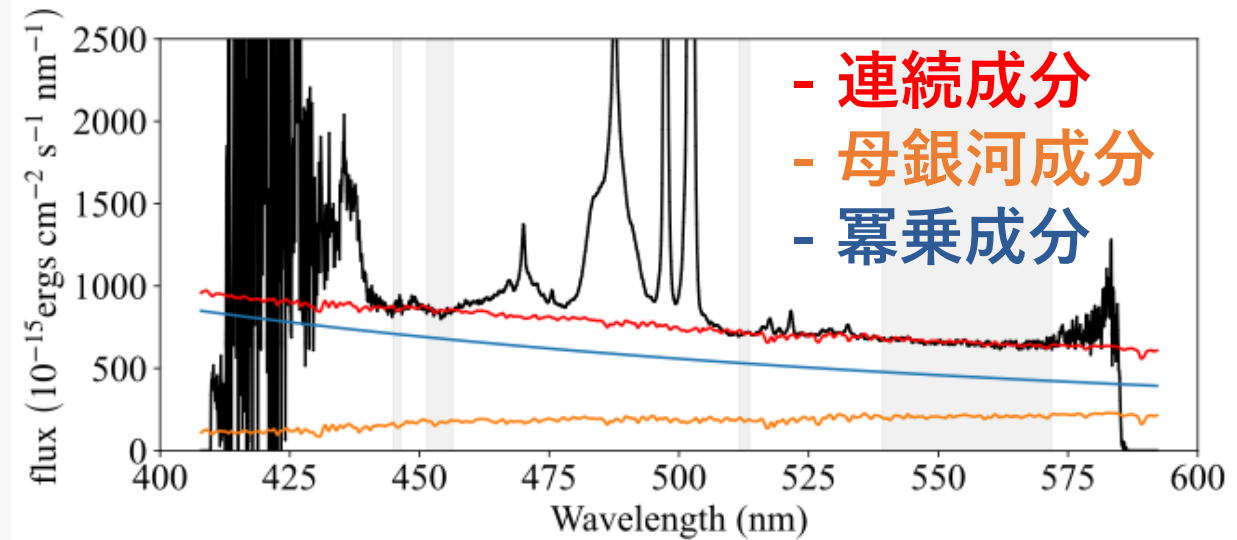
他にも

- 赤外測光モニター観測
 - NIC
 - OAOWFC
- 可視分光観測
 - MALLS

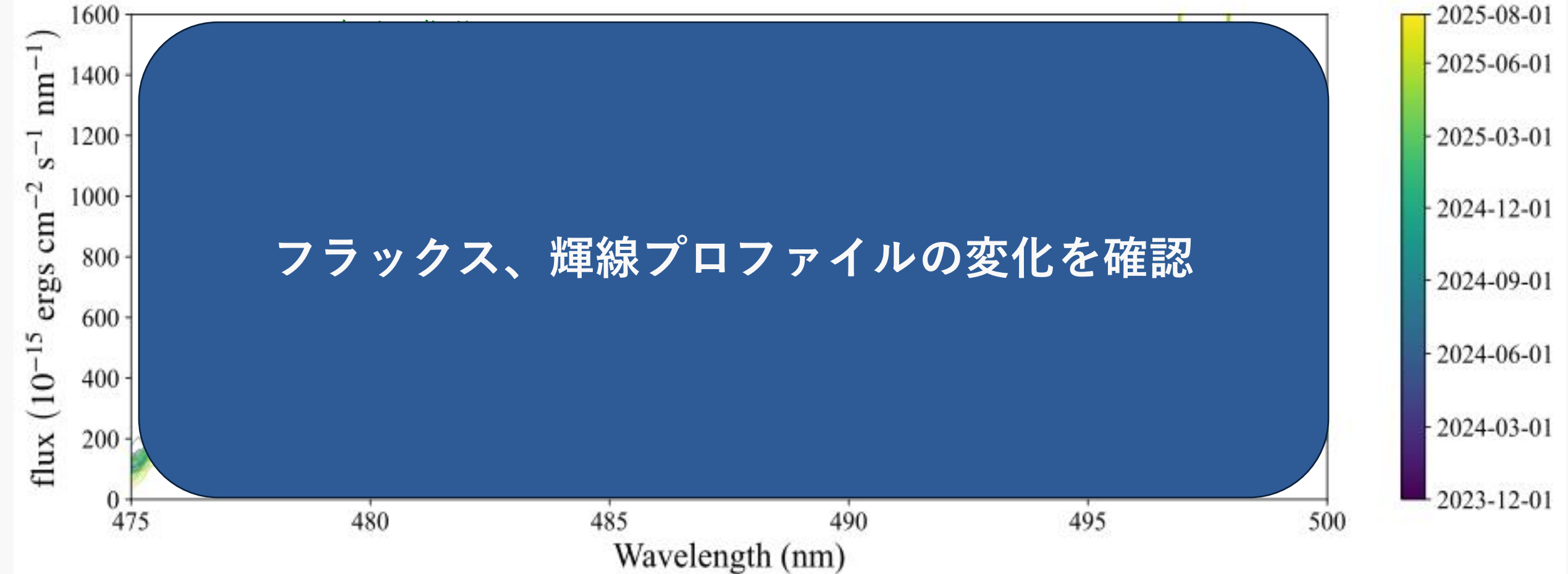
BLR由来のH β 広輝線成分を解析したい

測定手順

1. [OIII] λ 500.7 (nm)による
波長・フラックスキャリブレーション
2. 連続成分の差し引き
 - a. 母銀河成分 (BC03モデルを
Bentz+09の結果でスケーリング)
 - b. べき乗成分をモデルフィット
3. [OIII]狭輝線、H β 狭輝線のプロファイル
が一致と仮定し、差し引き

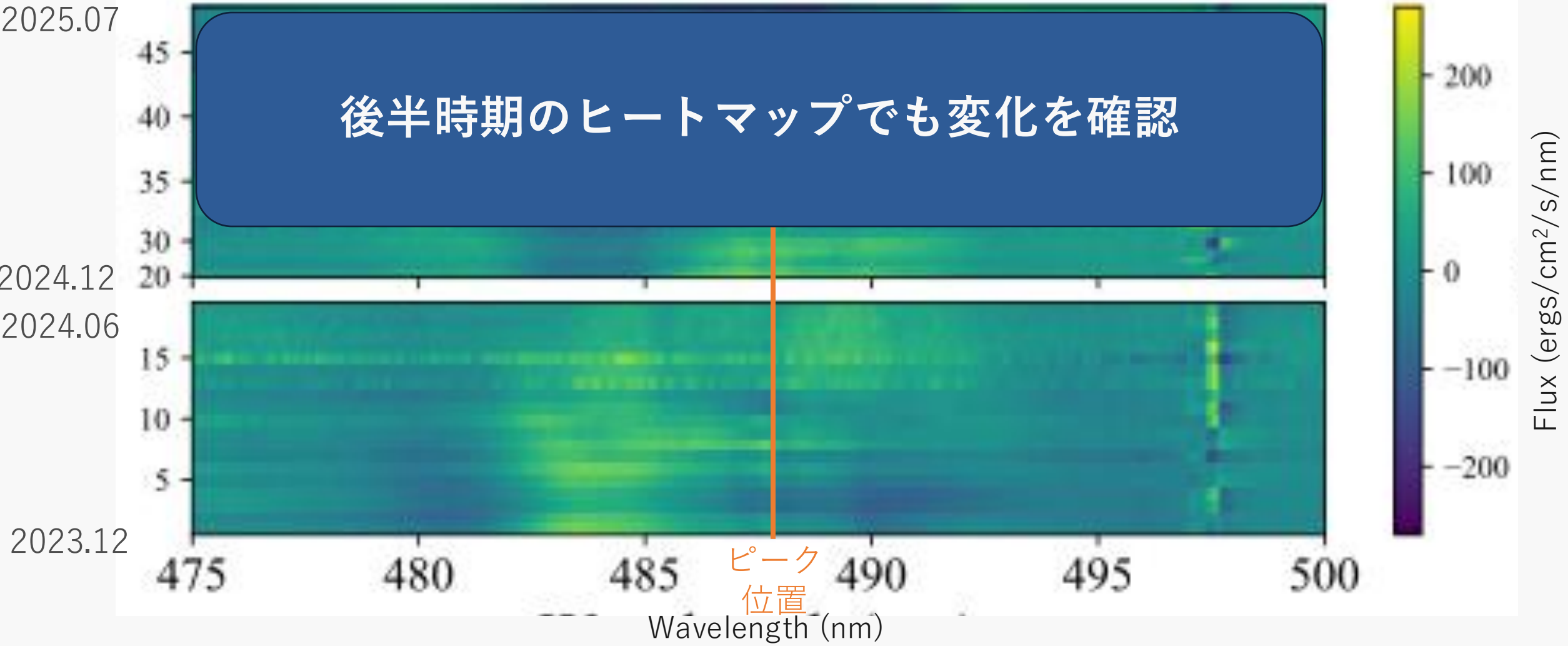


- プロファイルは非対称、中心1成分 + 青方/赤方に肩状構造
- フラックスとプロファイルの時間変動

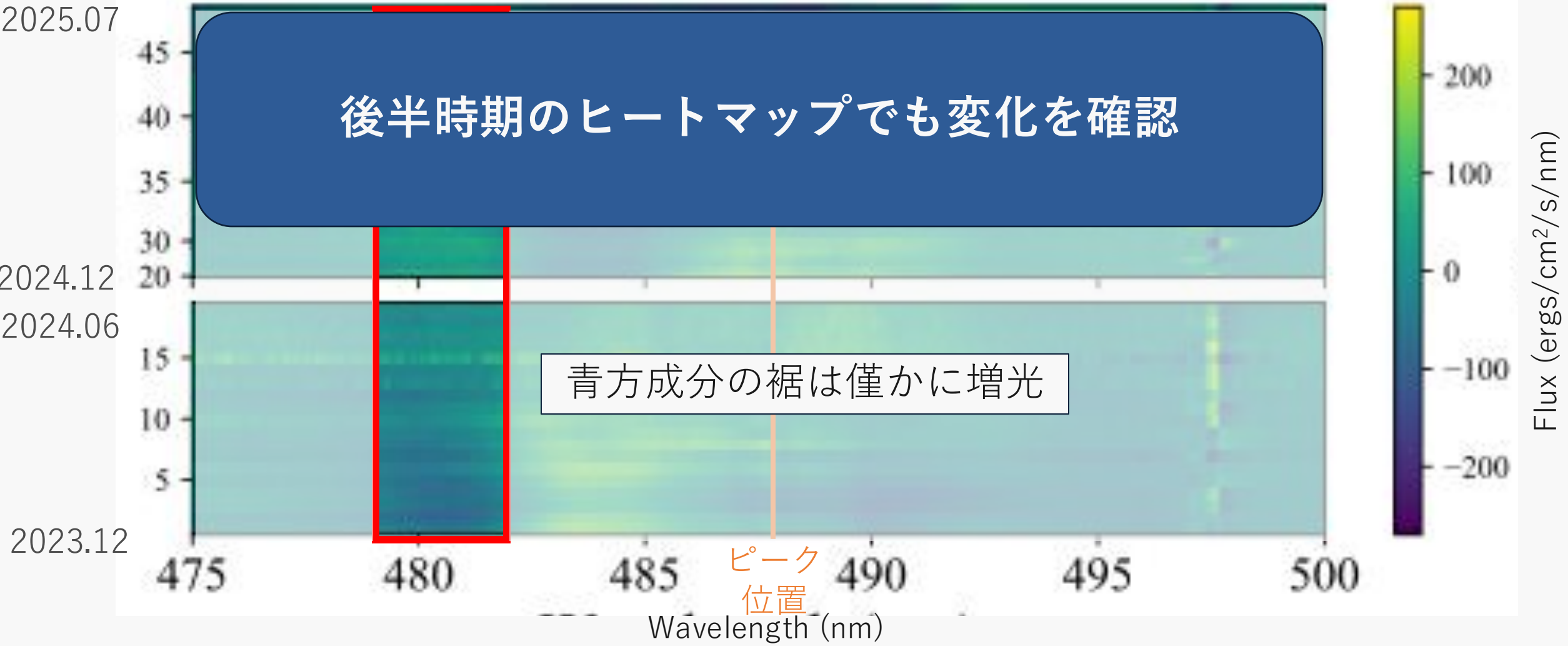


Hβ広輝線のプロフィール変動

各観測（2023.12.25 – 2025.07.06）の平均スペクトルからのズレをヒートマップ化

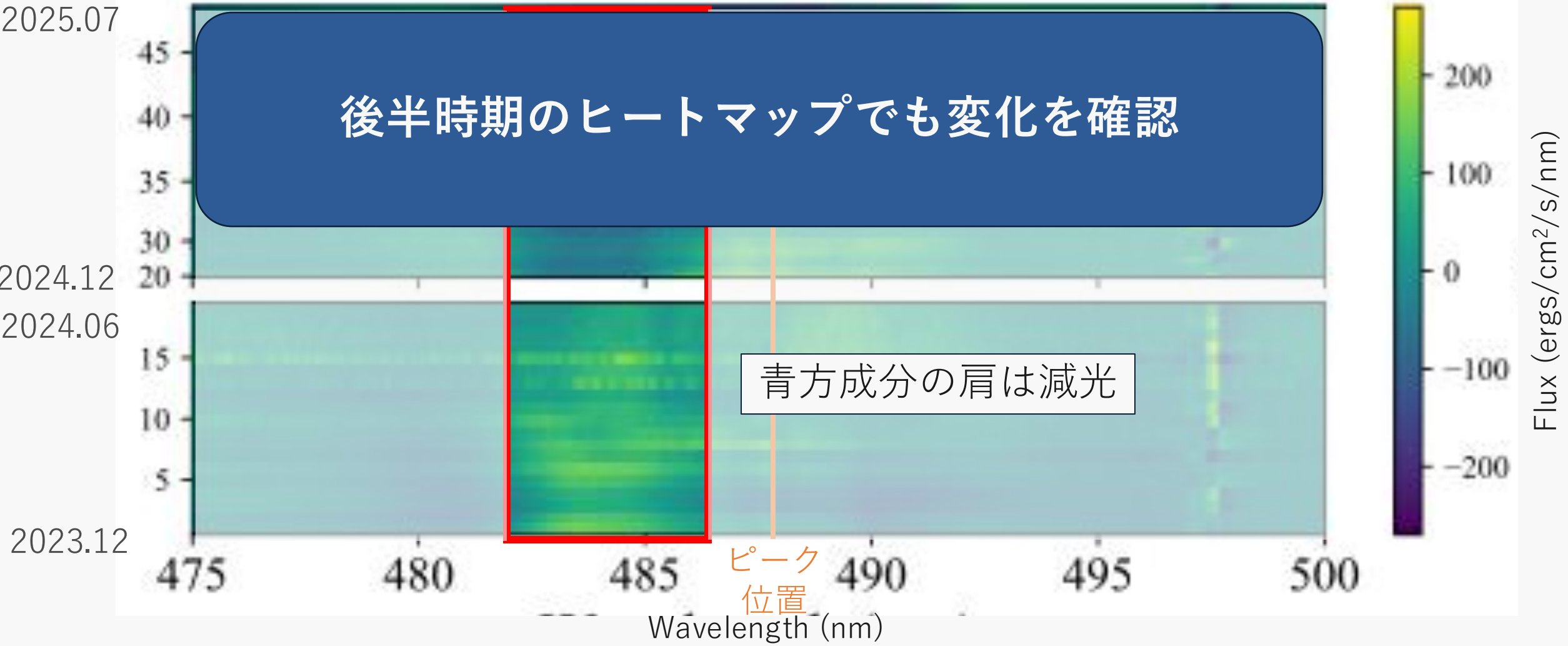


各観測（2023.12.25 – 2025.07.06）の平均スペクトルからのズレをヒートマップ化

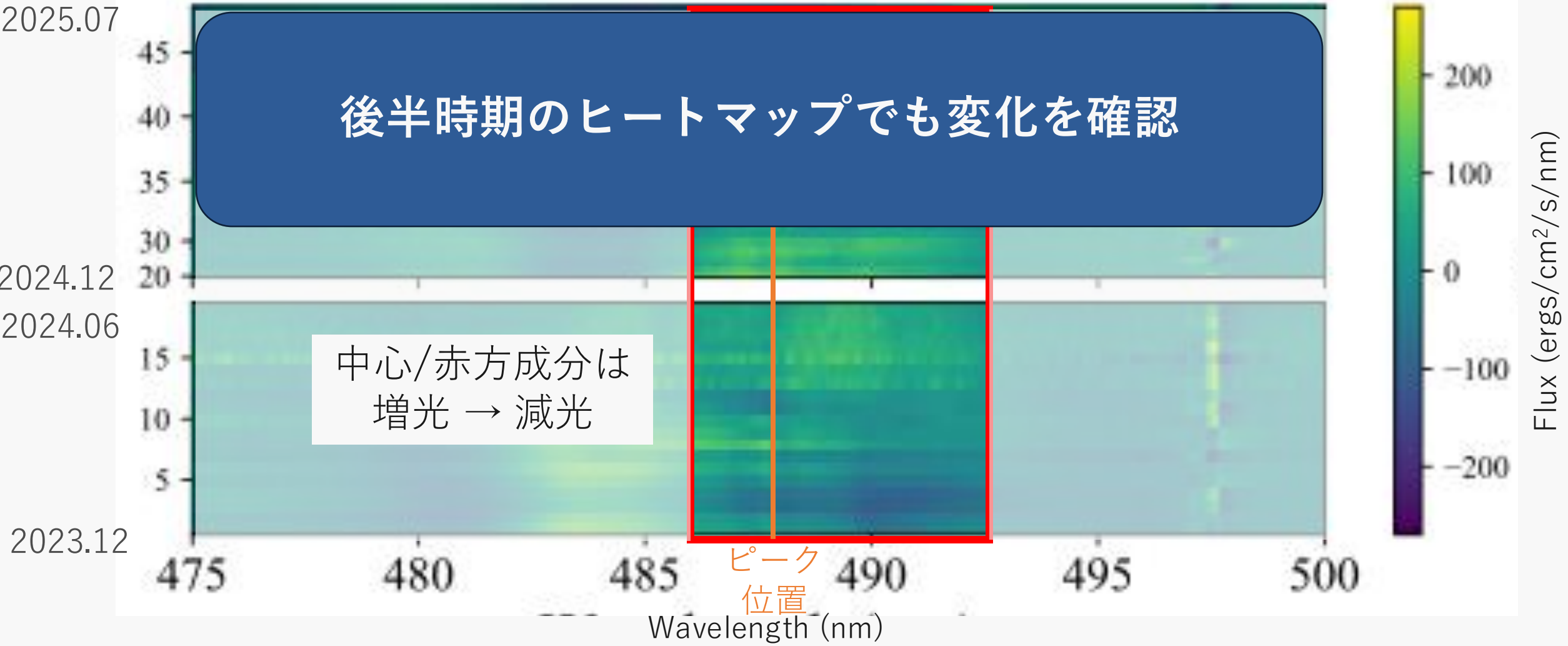


Hβ広輝線のプロフィール変動

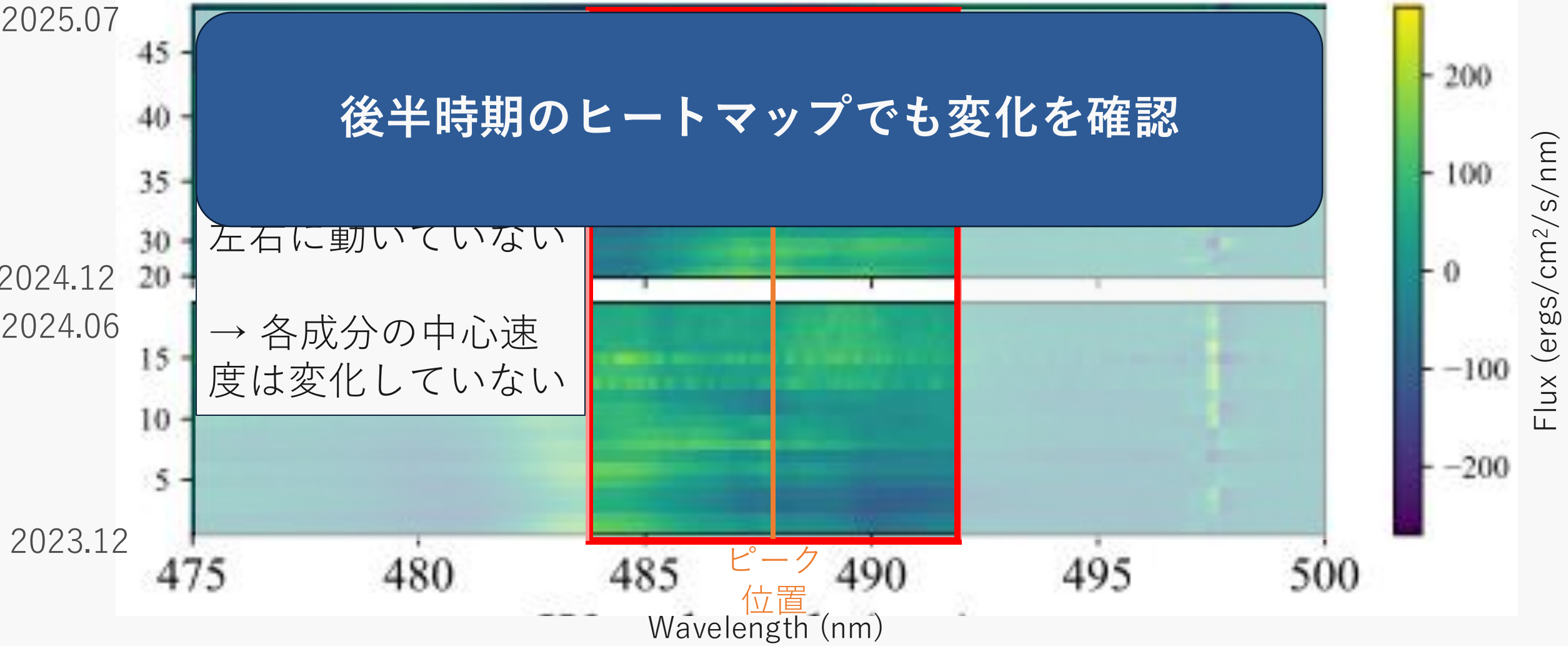
各観測（2023.12.25 – 2025.07.06）の平均スペクトルからのズレをヒートマップ化

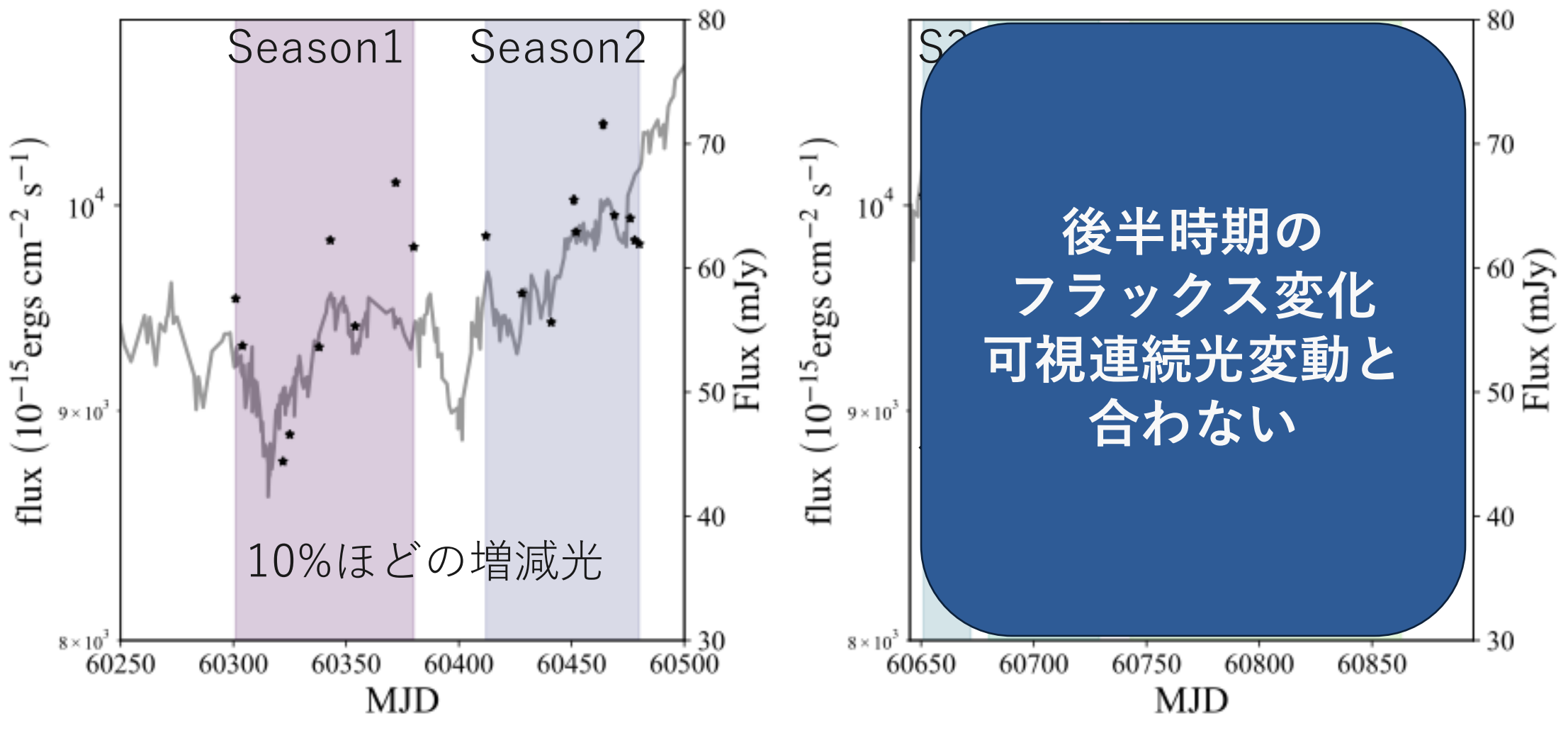


各観測（2023.12.25 – 2025.07.06）の平均スペクトルからのズレをヒートマップ化



各観測（2023.12.25 – 2025.07.06）の平均スペクトルからのズレをヒートマップ化





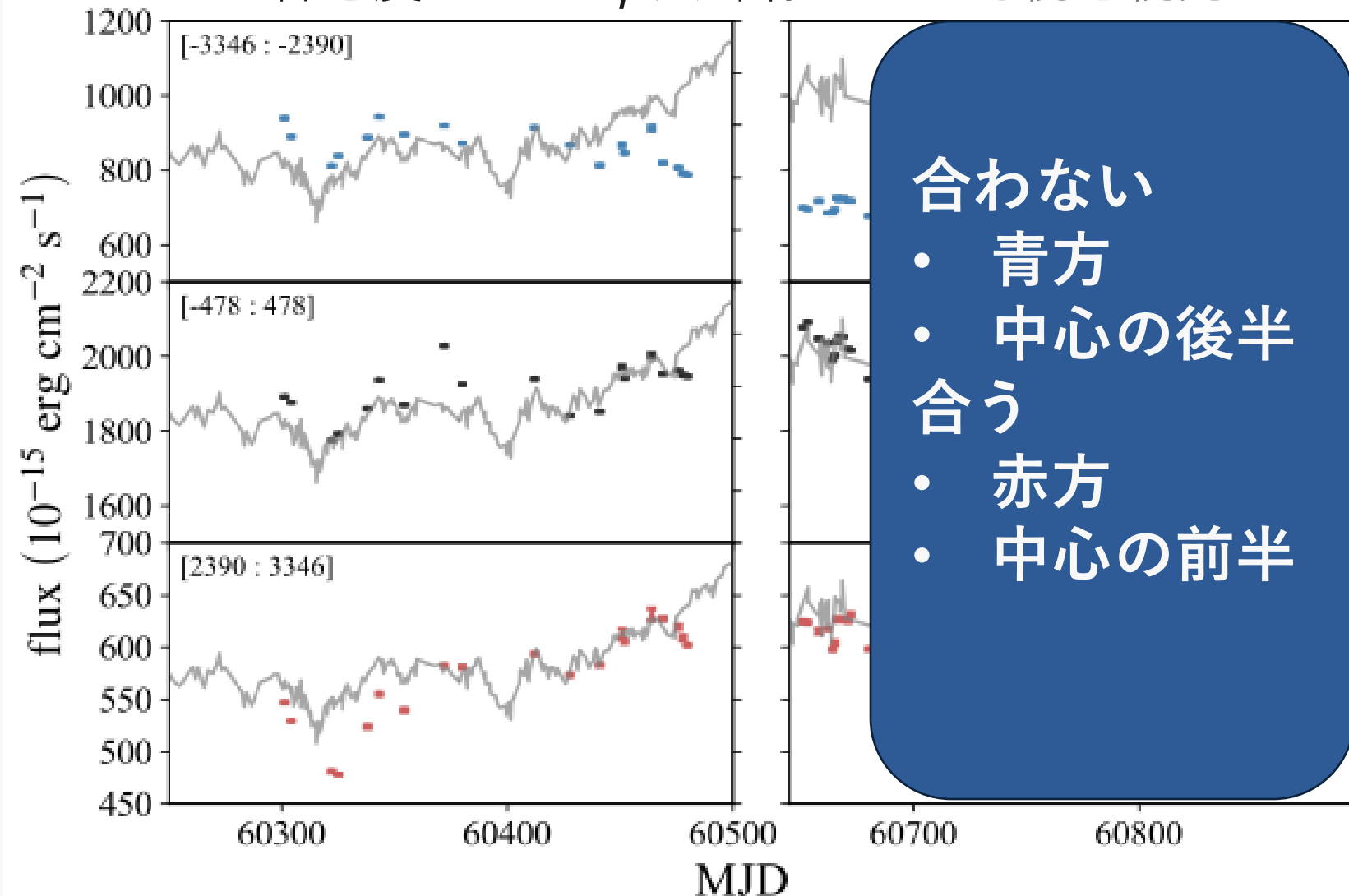
S4, S5で可視連続光変動とHβ広輝線の変動が合わない

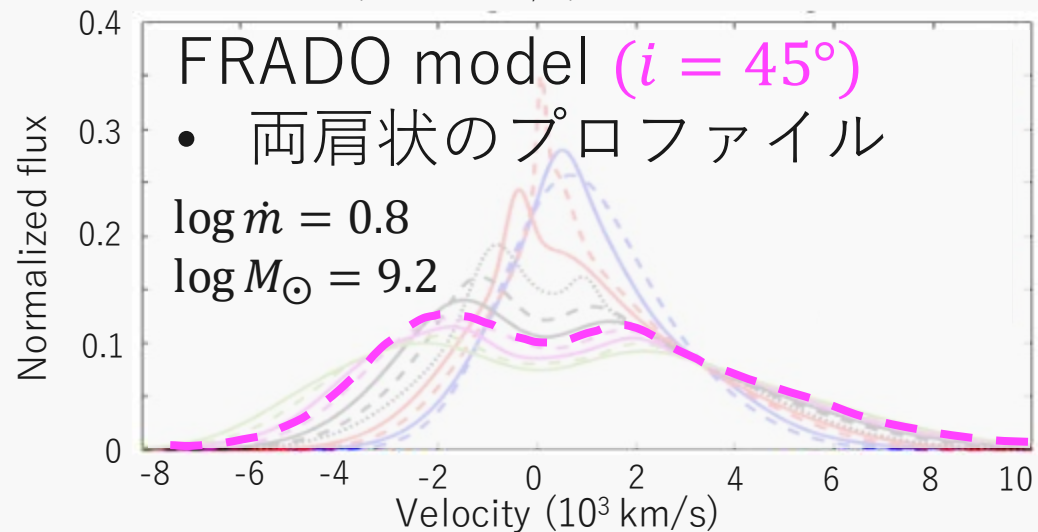
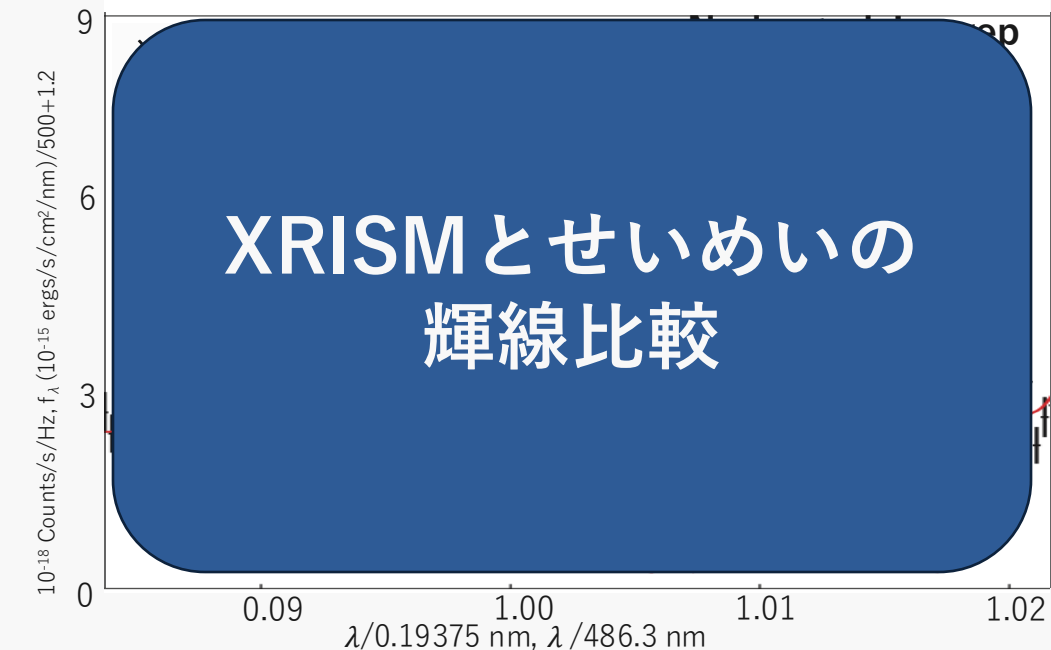
- 中心成分の前半、赤方成分の変光は可視連続光とおよそ一致
- 中心成分の後半、青方成分の長期変光は可視連続光と不一致
- 全速度ビンで共通のdip (MJD=60350, 60660)

複数の変動成分

- 反響応答成分
- それ以外の変動成分

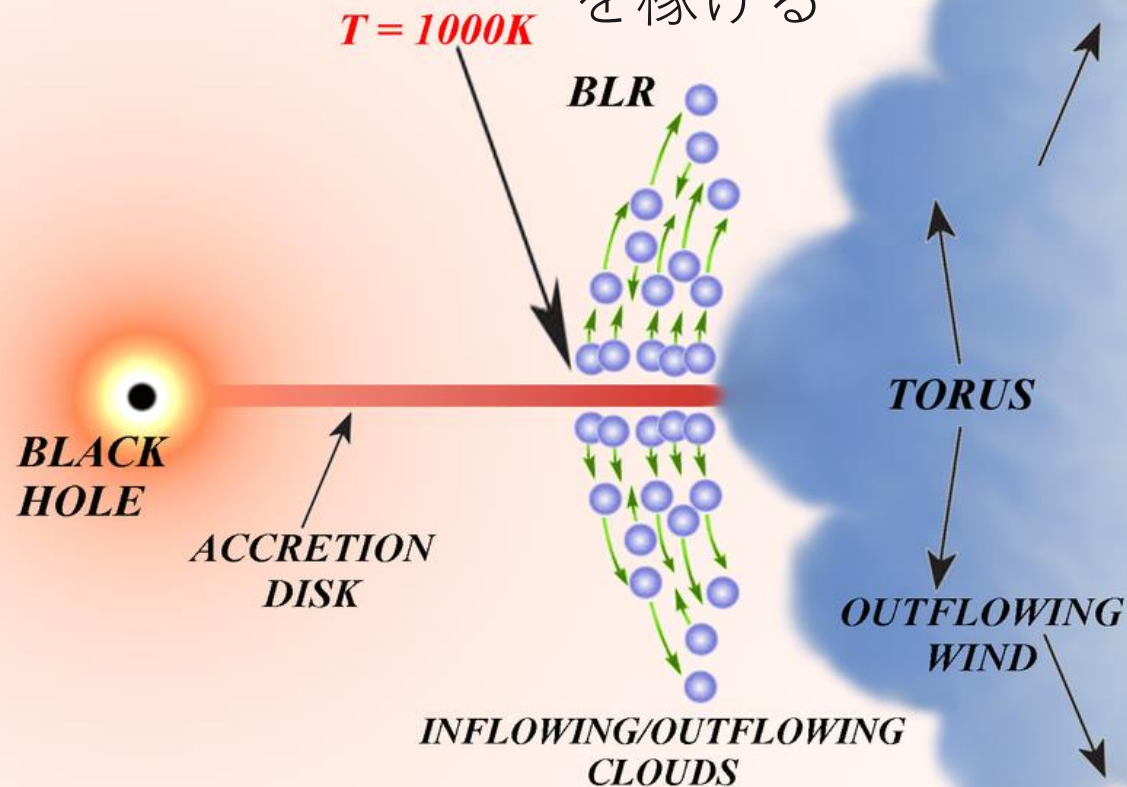
各速度ビンのH β 広輝線flux + 可視連続光





Czerny+17

円盤より立体角
を稼げる



青方成分のプロファイル変化

- emissivityの変化
- 鉄輝線で物質分布の変化と比較していく

XRISM衛星ResolveのNGC 4151観測に連携した可視分光モニター観測 (KOOLS-IFUの2025.07までの観測結果を解析)

- 全観測日のH β 広輝線 … 中心/赤方成分は形状を保ち増減光
青方成分は肩状成分が減光するが、裾は増光
各成分の中心速度は変化していない
- フラックス時間変化 … 後半時期 (S4,S5) で可視連続光とH β 広輝線の変動が合わない
- Velocity-resolved LC … 青方/中心成分が可視連続光と特に不一致、ただし共通のdipも存在
反響応答以外の変動成分が存在
- FRADO modelによる解釈 … 円盤より立体角を稼げる、肩状プロファイルを説明、
青方成分はemissivityの変化で説明できるかも
鉄輝線を用いた物質分布の変化との比較が今後の課題

Thank you for listening

以下のスライドはback up slide

16

RMS (Root mean square) スペクトル

$$S(\lambda) = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N [F_i(\lambda) - \overline{F}(\lambda)]^2}$$

- 変動しない成分は打ち消し合う
- 変動成分だけが残る

各Seasonの平均スペクトルで作るRMS

- 各シーズンの変動成分は打ち消し
- シーズンごとの違いは残る
(半年スケールの長期変動)

中心/赤方の弱い変動→反響応答成分

中心/青方の強い変動→それ以外の成分

