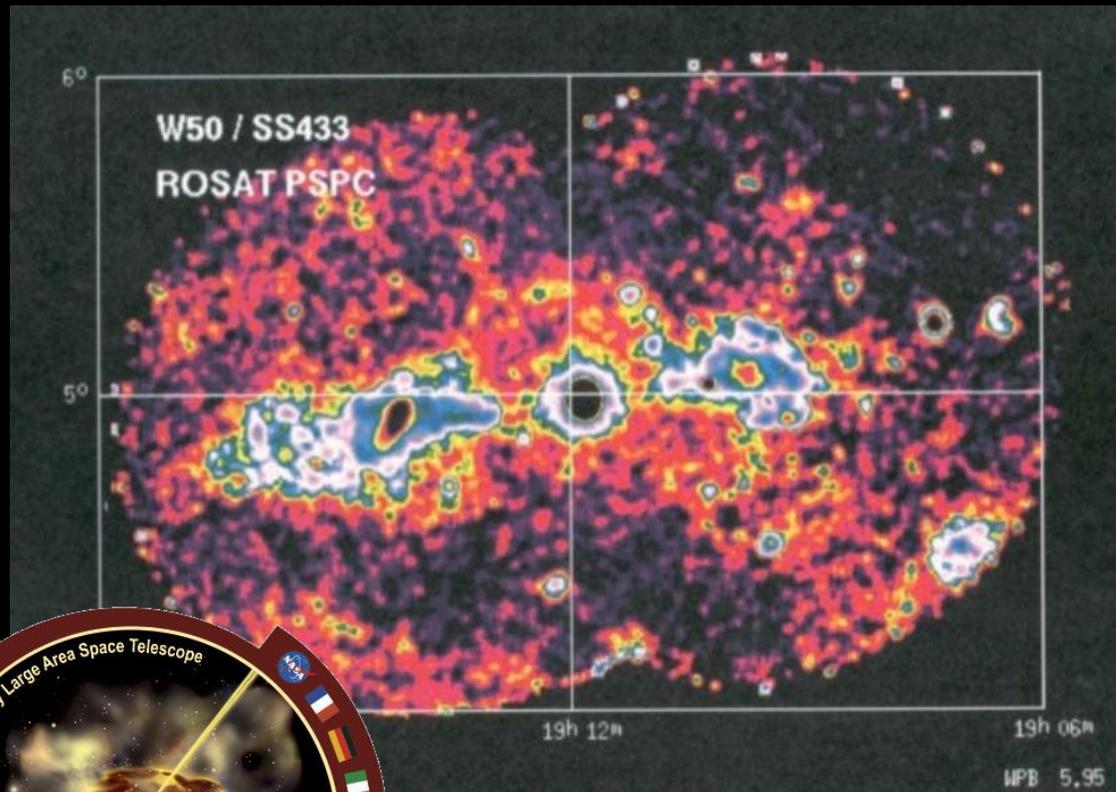


天体 SS433 と解析手法

- ・ SS433は連星であり主星は恒星質量ブラックホールまたは中性子星と考えられており、2方向にジェットを噴き出している (マイクロクェーサー)

→ 高エネルギー γ 線検出器 Fermiの観測データ (GeV~) を用いてSS433を調査する

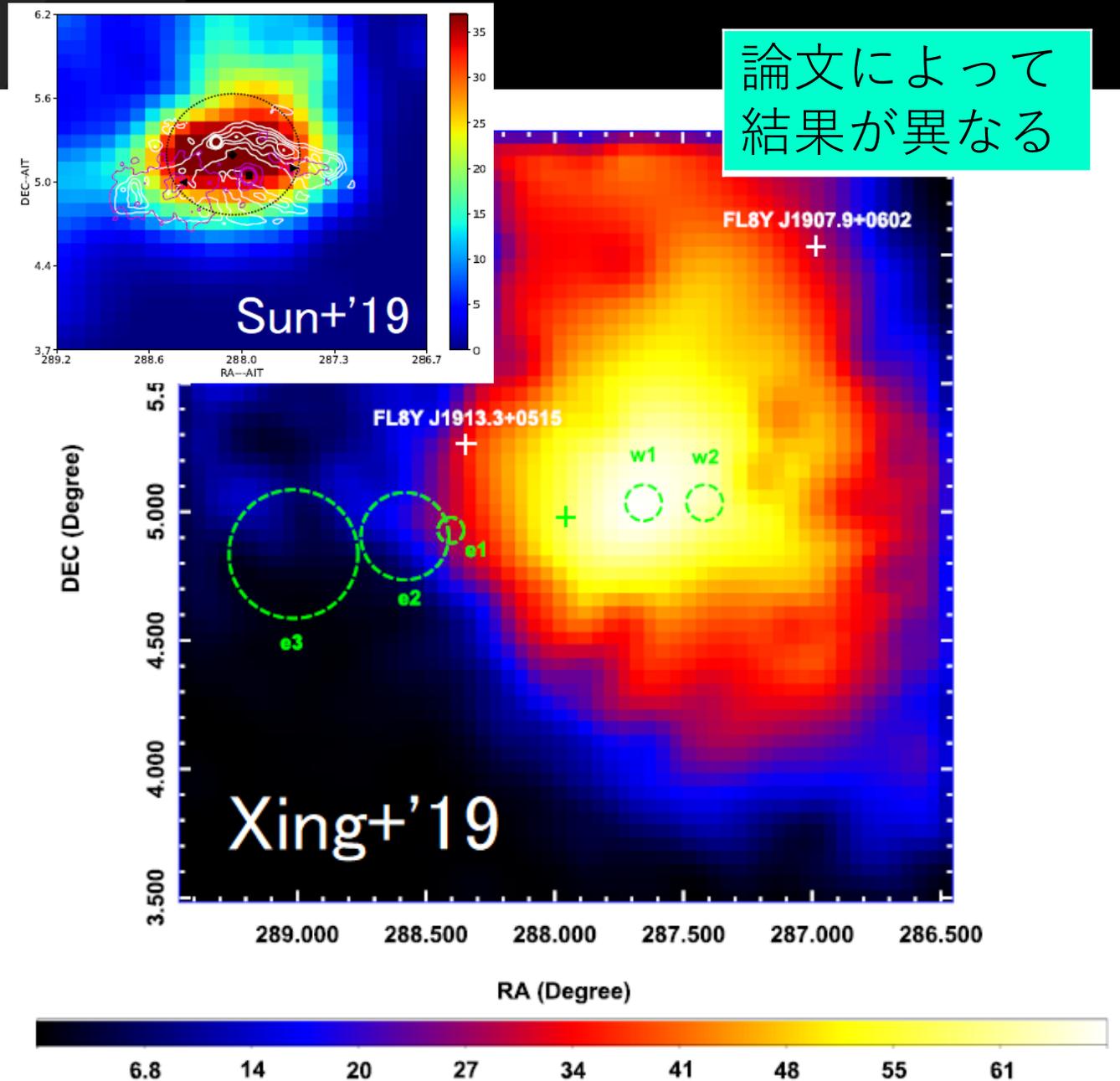


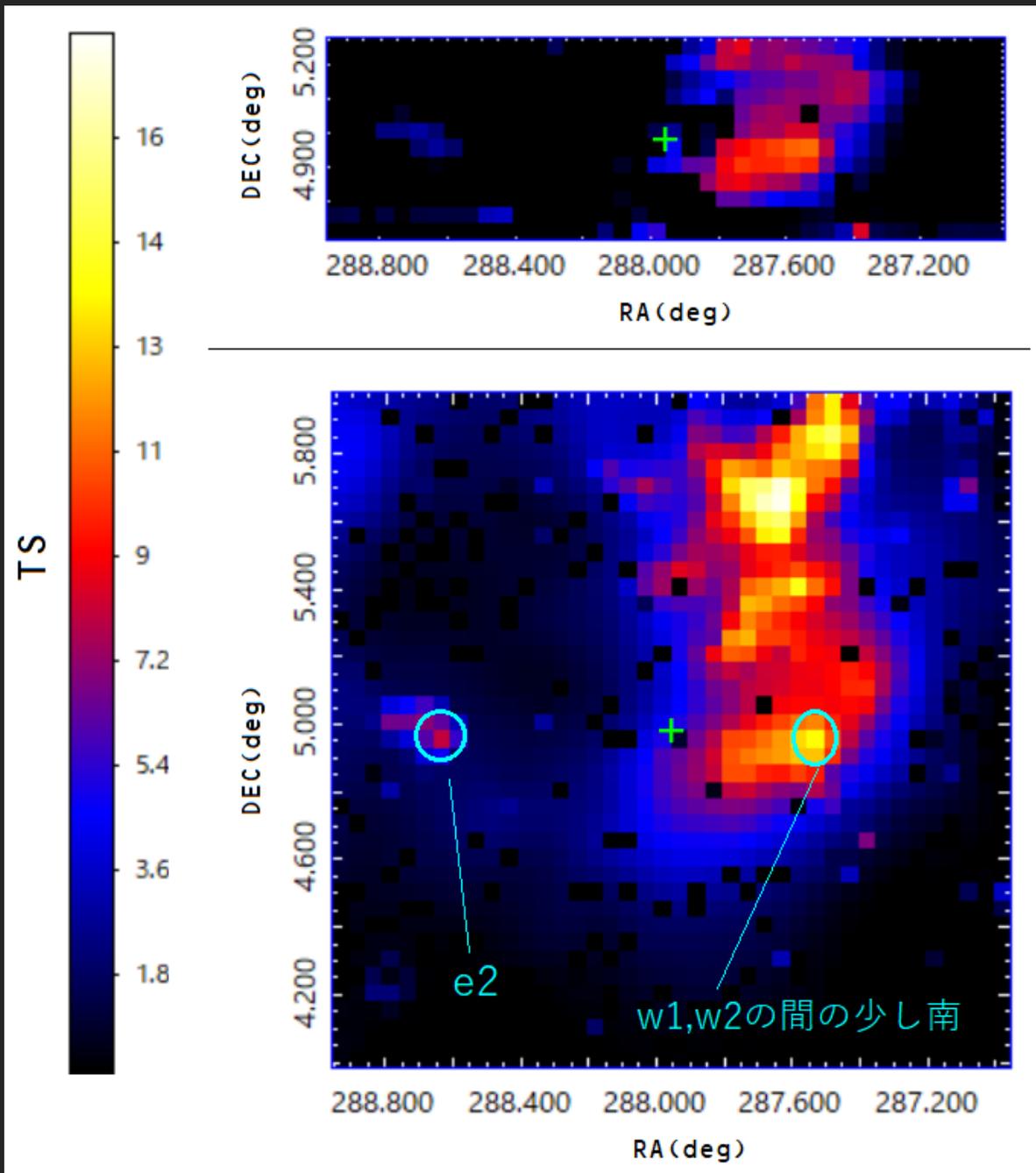
ROSATがX線観測したSS433



[手法]

- 既に判明している天体ソースで作成するモデルとそれに1つソースを仮定
 - 追加したモデルで観測データにfittingし、尤度比検定を行うことでその追加が統計学的に有意であるかをツール(fermi)を用いて調べる。有意と認めたソースに関して次にスペクトルを調べる
- 図は先行論文より。中心にSS433があり、各pixelにソースを追加した場合のTS(Test Statistic)値を描いている
- 緑の点線e1~e3,w1~w2はジェット上で観測('97)された硬いX線の位置を示す





[TSマップ]

- 0.3-100GeV の範囲での10年分の観測データを用いて $2^\circ \times 0.6^\circ$ (0.05° /pixel)のTSマップを作成 (図上)

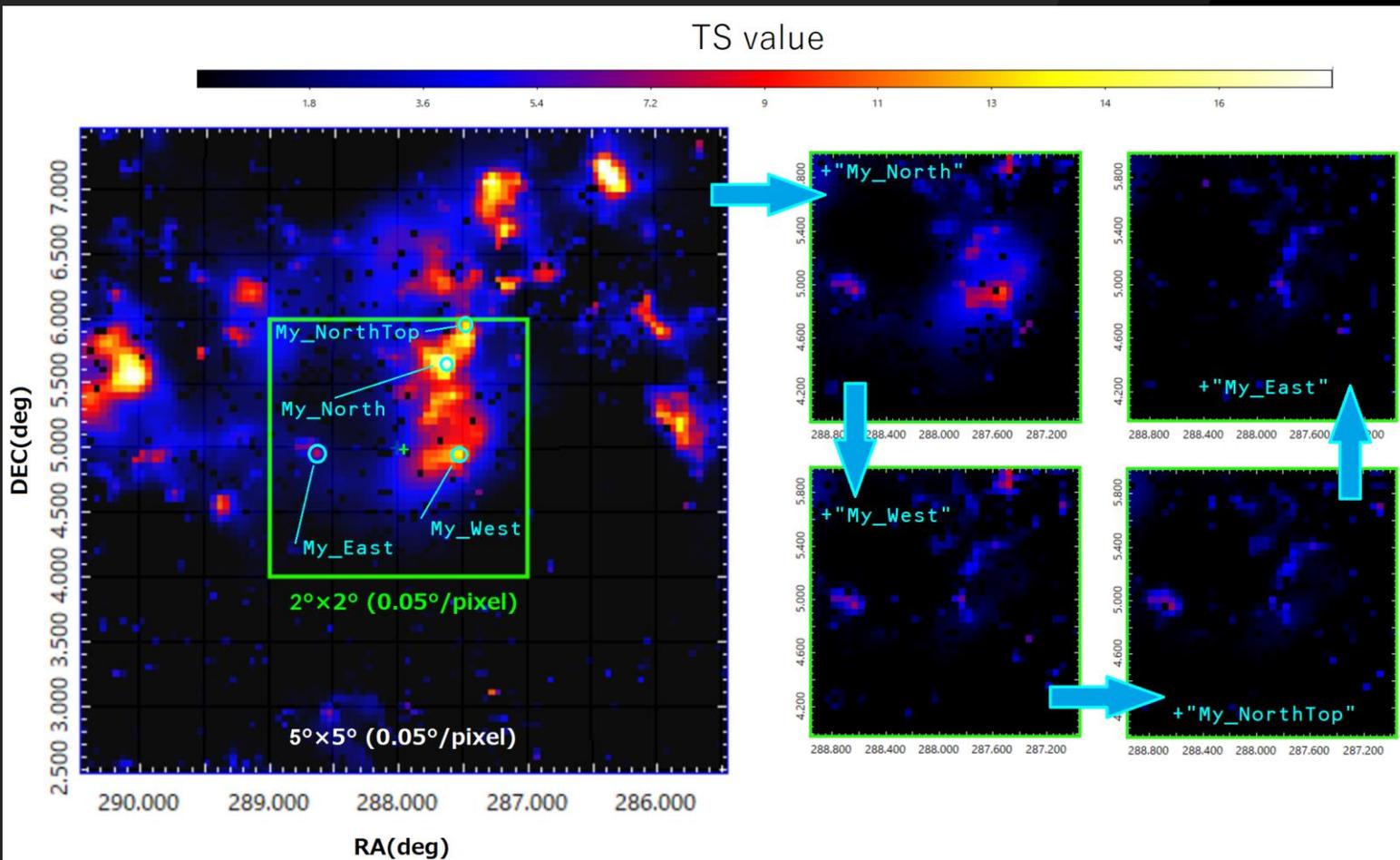
[改良?]

- 先行論文では角度分解能が悪いという理由から低エネルギーのデータを切り捨てている
- 一方で十分広い範囲でfittingを行わないことによるズレとそれによるソース(かすかな)の発見への影響の可能性を考えて、既に判明しているソースに関しては0.1-100GeVの範囲でfittingを行い得たパラメータを全て固定しそれを用いて今度は0.3-100GeVの範囲でTSマップを作成 (図下, $2^\circ \times 2^\circ$ (0.05° /pixel))



東の空(e2)に痕跡が?

'+' : SS433



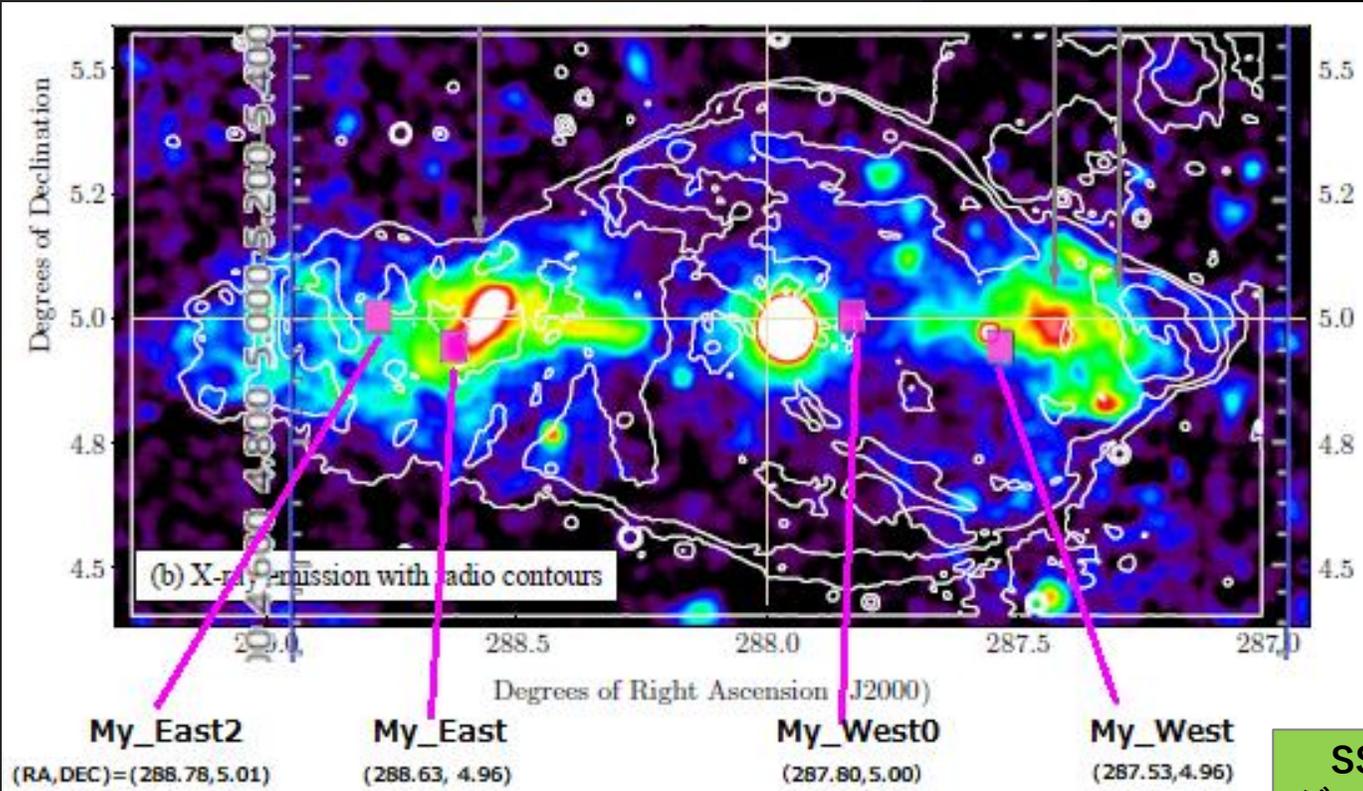
[スペクトル解析]

- SS433を中心とした2° × 2° の範囲の中で最もTS値の大きな点にソースモデル(Power Law)を追加してはfittingを行い再びTSマップを導出することを繰り返す
- 既に判明している天体ソースに関しては前述のようにパラメータを固定したままにする
- 結果は下の表に
 - m0 : 既に判明しているソースで作成したモデル
 - α : $\chi^2(2)$ 分布の上側累積確率

model	m1 (m0+"My_North")	m2 (m1+"My_West")	m3 (m2+"My_NorthTop")	m4 (m3+"My_East")	...
Power Law : $N_0 \left(\frac{E}{E_0}\right)^{-\gamma}$ Index	2.26 ± 0.23 (My_North)	2.08 ± 0.28 (My_North) 2.49 ± 0.30 (My_West)	1.97 ± 0.34 (My_North) 2.45 ± 0.29 (My_West) 2.11 ± 0.33 (My_NorthTop)	1.96 ± 0.34 (My_North) 2.46 ± 0.29 (My_West) 2.12 ± 0.32 (My_NorthTop) 1.80 ± 0.44 (My_East)	...
TS : $2 \ln(L_{m_n}/L_{m_{n-1}})$ (σ, α)	17 (3.7 σ , 2.1e-4)	11 (2.9 σ , 4.3e-3)	8.5 (2.4 σ , 1.4e-2)	7.3 (2.2 σ , 2.7e-2)	...

[この操作を続けると?]

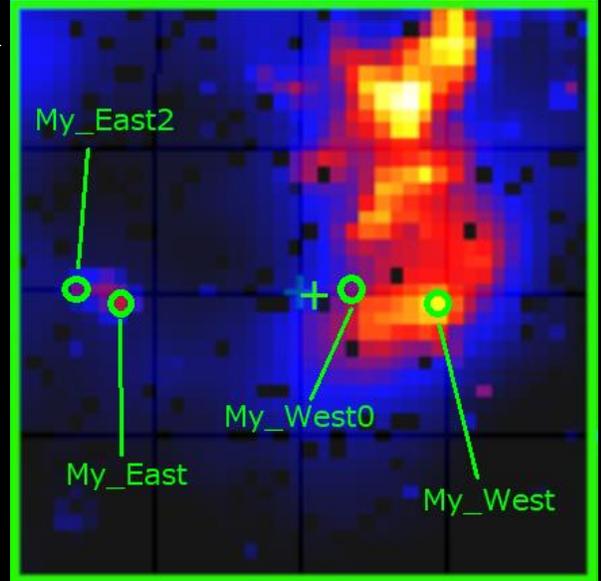
model	m5 (m4+"My_West0")	m6	m7	m8	m9	m10	m11 (m10+"My_East2")	m12	...
Index (Power Law) (My_West / My_East / My_West0 / My_East2)	2.48 ±0.29 / 1.80 ±0.44 / 0.31 ±0.81	2.49 ±0.30 / 1.79 ±0.44 / 0.2 ±1.9	2.48 ±0.30 / 1.80 ±0.44 / 0.2 ±1.2	2.44 ±0.34 / 1.79 ±0.44 / 0.2 ±1.1	2.44 ±0.33 / 1.79 ±0.44 / 0.2 ±2.0	2.44 ±0.33 / 1.79 ±0.44 / 0.2 ±1.2	2.44 ±0.33 / 1.71 ±0.59 / 0.2 ±2.8 / 1.67 ±0.69	2.44 ±0.33 / 1.71 ±0.58 / 0.2 ±1.2 / 1.69 ±0.67	...
$2\ln(L_{m_n}/L_{m_{n-1}})$ (α)	5.7 (5.7e-2)	5.1 (7.7e-2)	7.1 (2.9e-2)	4.3 (0.11)	6.3 (4.4e-2)	4.4 (0.11)	4.0 (0.14)	4.7 (9.7e-2)	...



- ・時間の許す限り繰り返した
- ・座標は手入力のためTS値は改善できるだろう
- ・ソースを増やすことで互いに"バランス"していく?
 ・この際に"浮上"する点源も?

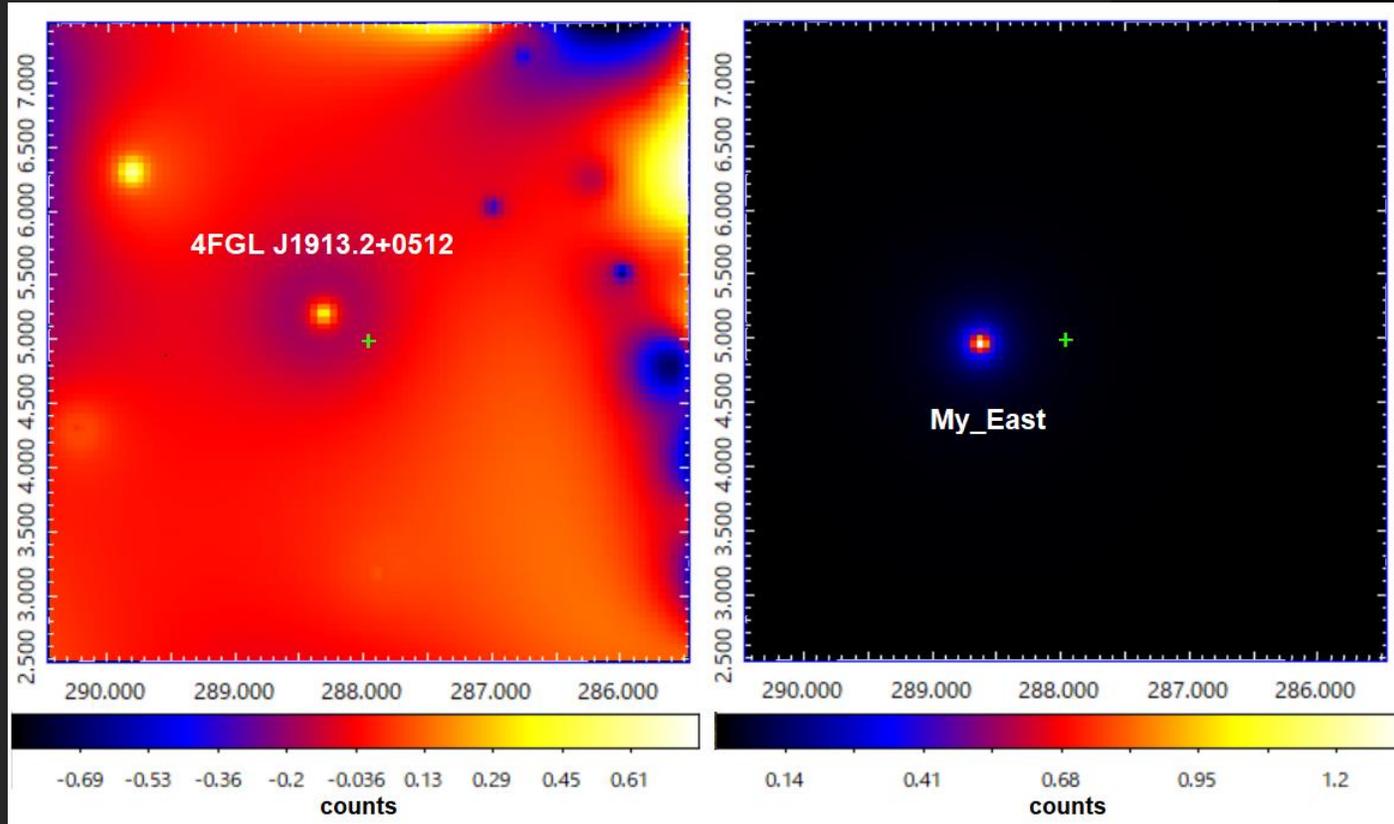
前述のTSマップ
 '+' : SS433

ROSATの観測X線に
 VLAの観測電波(W50)
 の等高線を重ねたもの
 に描き込んだもの
 (図はあくまでも目安)
 Goodall, Alouani-Bibi
 & Blundell (2011)の
 論文より流用



SS433本体境界または
 ジェット根元に検出あり?

[考察 : パラメータ固定の是非について]



'+' : SS433

- 既に判明している天体ソースで0.1-100GeV, 0.3-100GeVの異なる範囲にてモデルを作成し差をとる (図左)とソースJ1913.2+0512周辺にズレが生じこれがSS433と東側のジェットに差し掛かることが分かるが、"My_East"(図右)のスケールにとってはこのズレは大きいためにTS値に変化が生じたと考えられる
- ズレの原因としては採用しているスペクトルモデルが適切でないこと等が考えられるだろう
- 一方でいずれのfittingパラメータがより相応しいかに関しては分からない

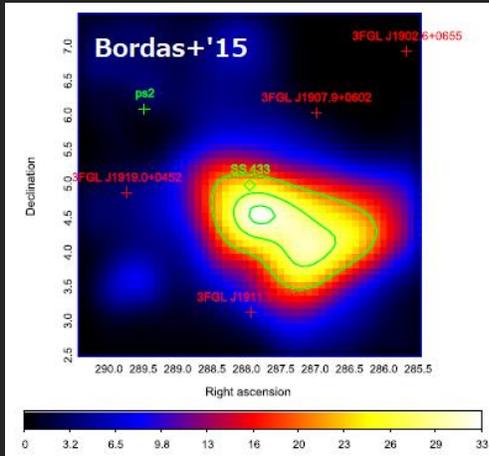
J1913.2+0512が原因で(特に)SS433と東側ジェットの解析を誤る可能性がある

4FGL J1913.2 + 0512 (Power Law : $N_0 \left(\frac{E}{E_0(=const)} \right)^{-\gamma}$)		
	0.1-100GeV	0.3-100GeV
Prefactor : N_0	1.158910e-12 ± 5.3e-17	1.135e-12 ± 5.7e-14
Index : γ	2.897448 ± 2.8e-5	3.119 ± 0.059

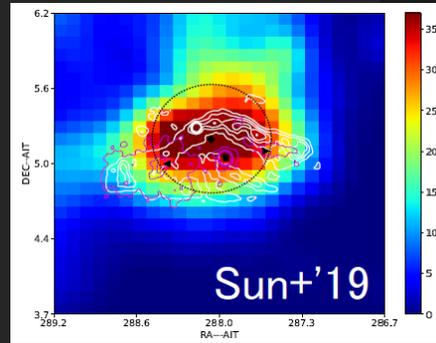
- 他 :
 - パラメータを固定すれば計算量を減らせる
 - よりかすかなソースを探す場合は固定の影響は少ない? (未確認)
 - 前述のようにエネルギー範囲がfittingに影響する可能性があるが更にかすかなソースを探すのでないのなら問題ない? (未確認)

[先行論文と比較して]

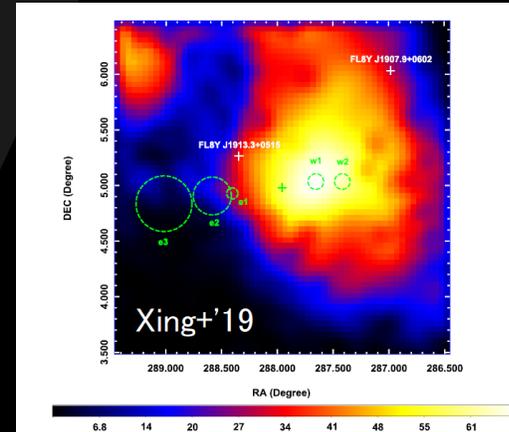
・ データ集計期間、エネルギー範囲等も異なる



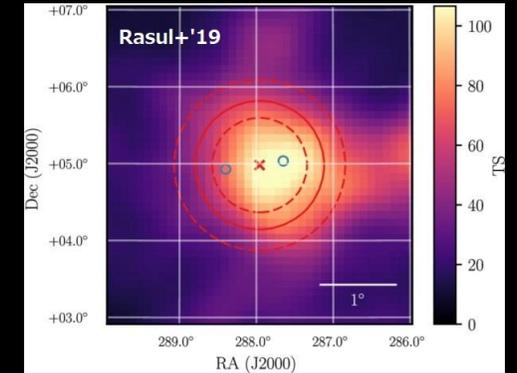
ジェット軸から外れている
Power Lawでの解析なし



SS433の北東に位置
Power Law Index :
 3.31 ± 0.02

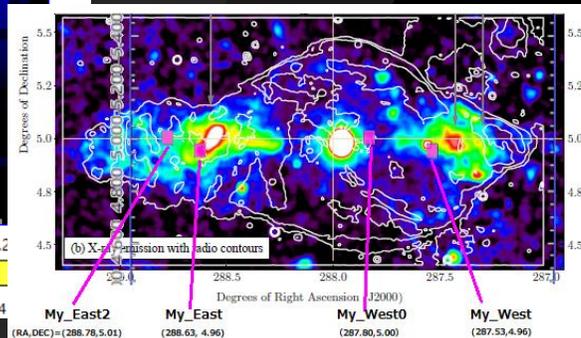
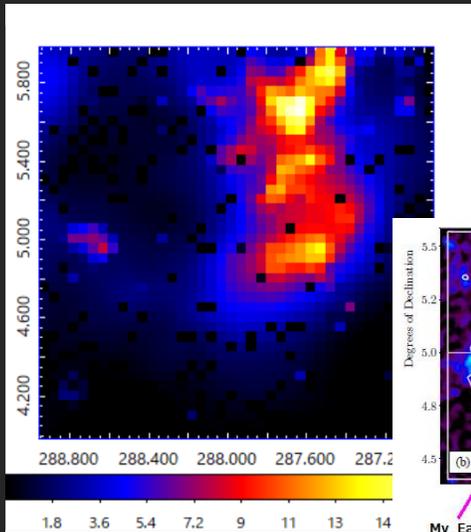


w1の位置
Power Law Index :
 6.0 ± 1.3
東側の検出はない



SS433近傍(南西)に位置
Power Lawでの解析なし
周期的な変光を検出

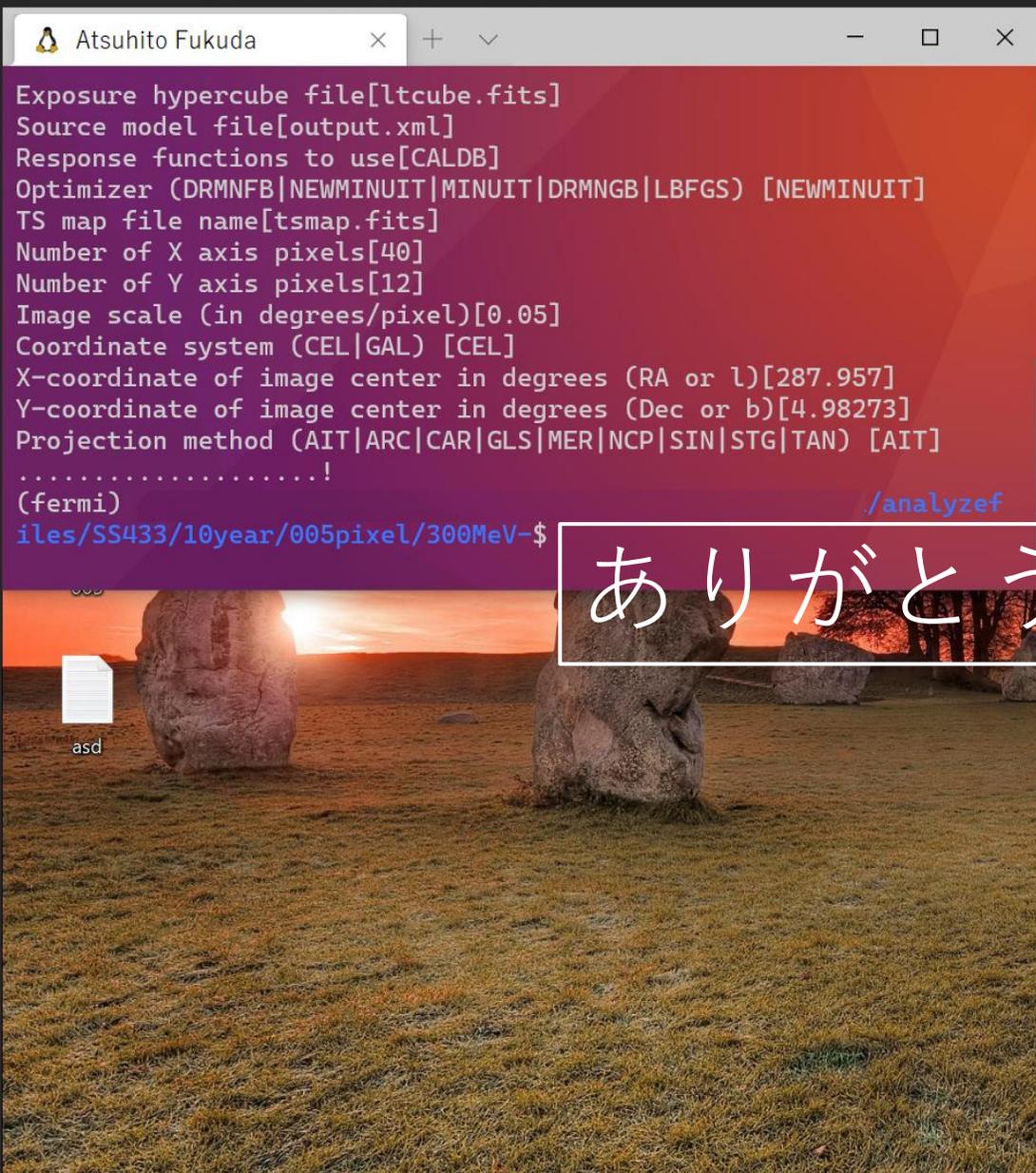
[自身の研究]



- ・ 東側の検出の可能性あり (解析を工夫)
- ・ ジェット根本での検出の可能性あり
- ・ Power Law Index : 2.4程度(西), 1.7程度(東), 0.2程度(西ジェット根本)

SS433またはそのジェットの
究明に繋がる?

（ 先行論文ではスペクトル解析によってジェットがガンマ線を放射する原理(ハドロンモデル、レプトンモデル)を研究するようだが自身は時間の都合でそこまでには及んでいない ）



ありがとうございました

田中孝明先生 数々の疑問に答えて下さりありがとうございました