

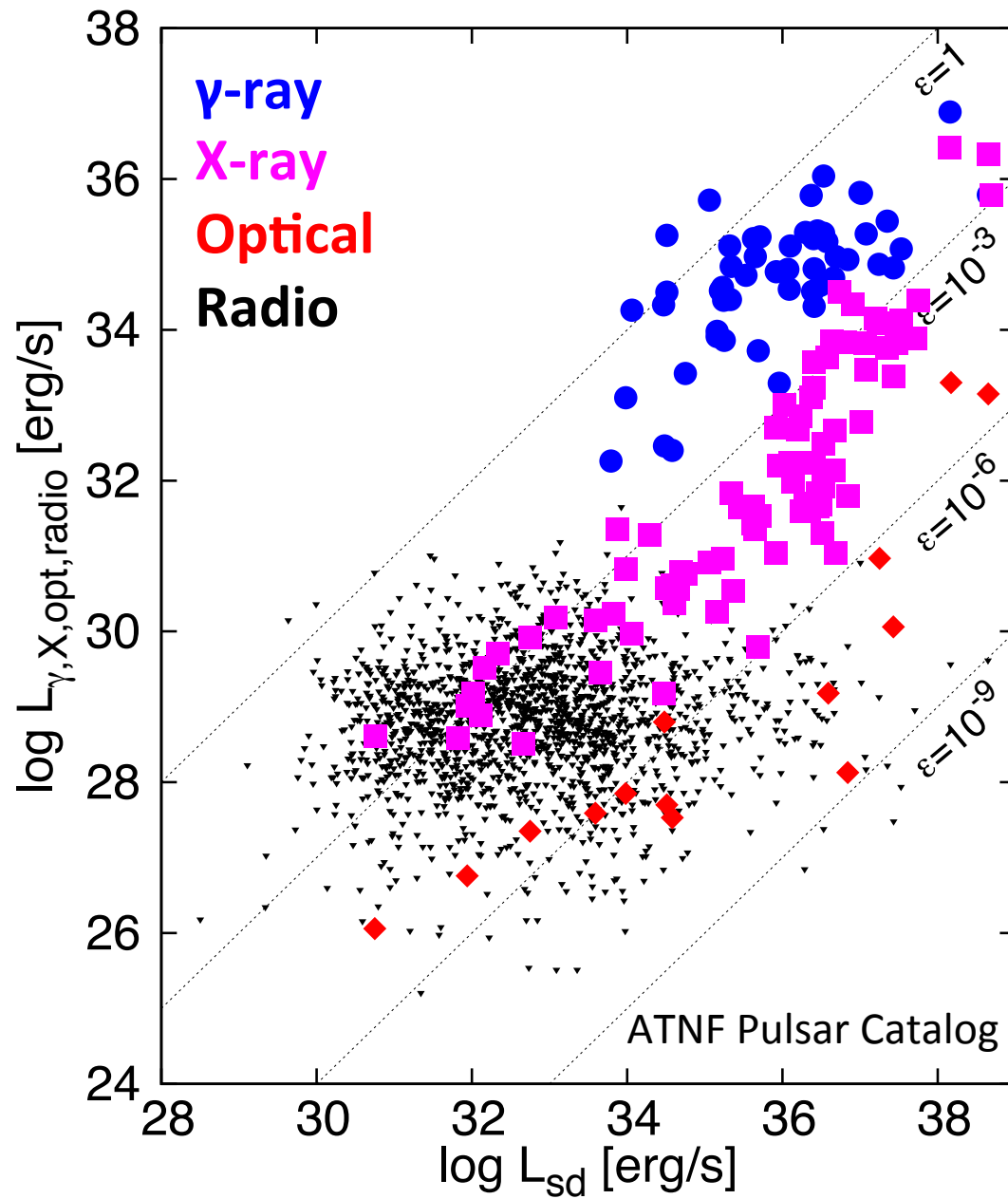
# 中性子星から の電磁波 放射領域

木坂 将大

(青山学院大学)

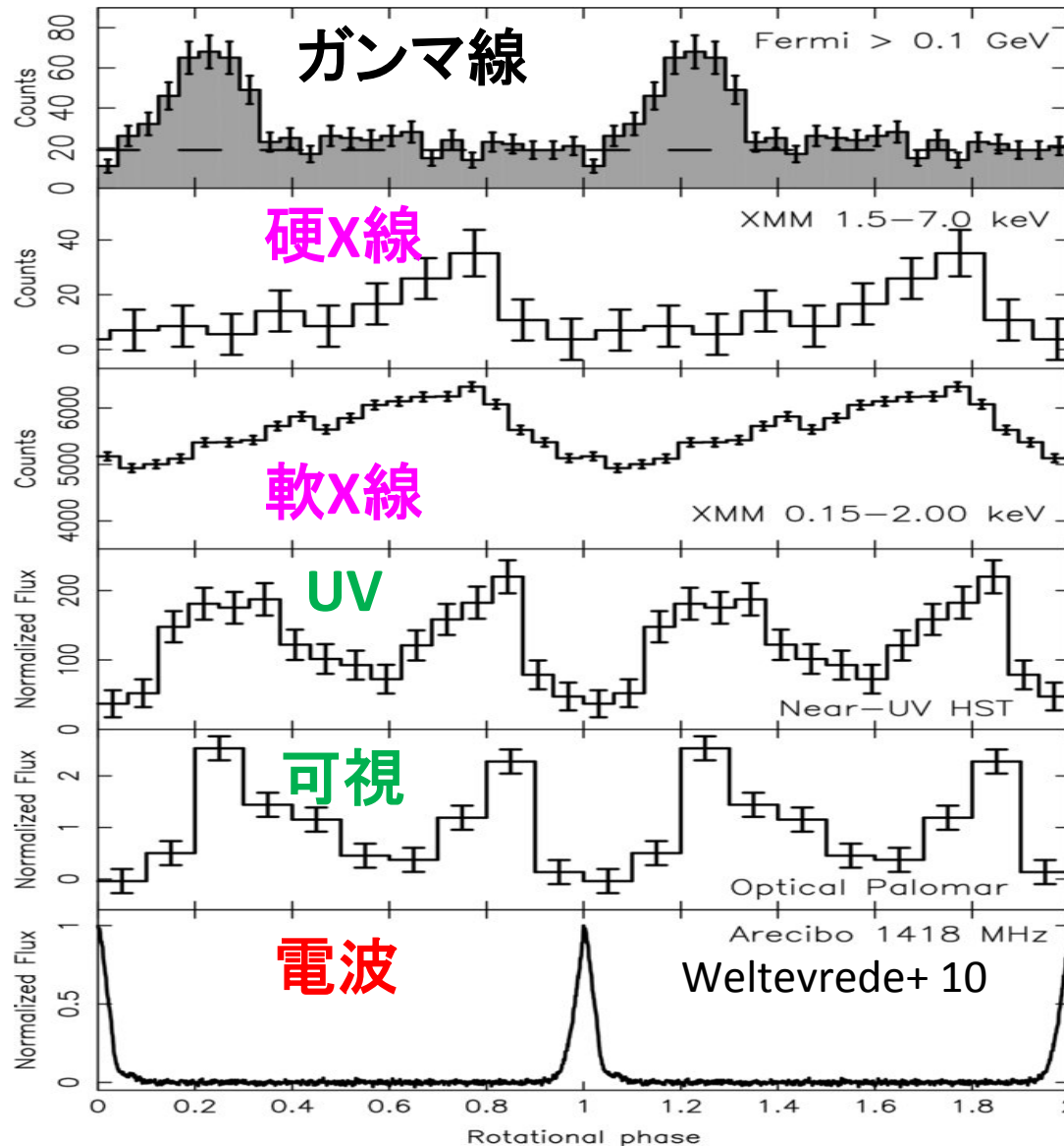
大平 豊, 山崎 了

# パルサーからの電磁波放射



# パルサーからの電磁波放射

放射領域は局所的な存在



Outer gap or  
Current sheet

IC or SR from PC,  
SR from outer region

Thermal from PC  
and entire surface

Thermal + IC or SR  
from PC SR from  
outer region

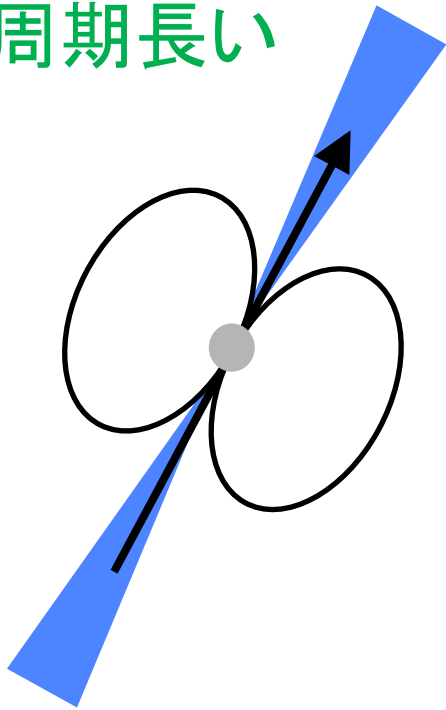
Coherent radiation  
from PC ?

# 電波放射領域

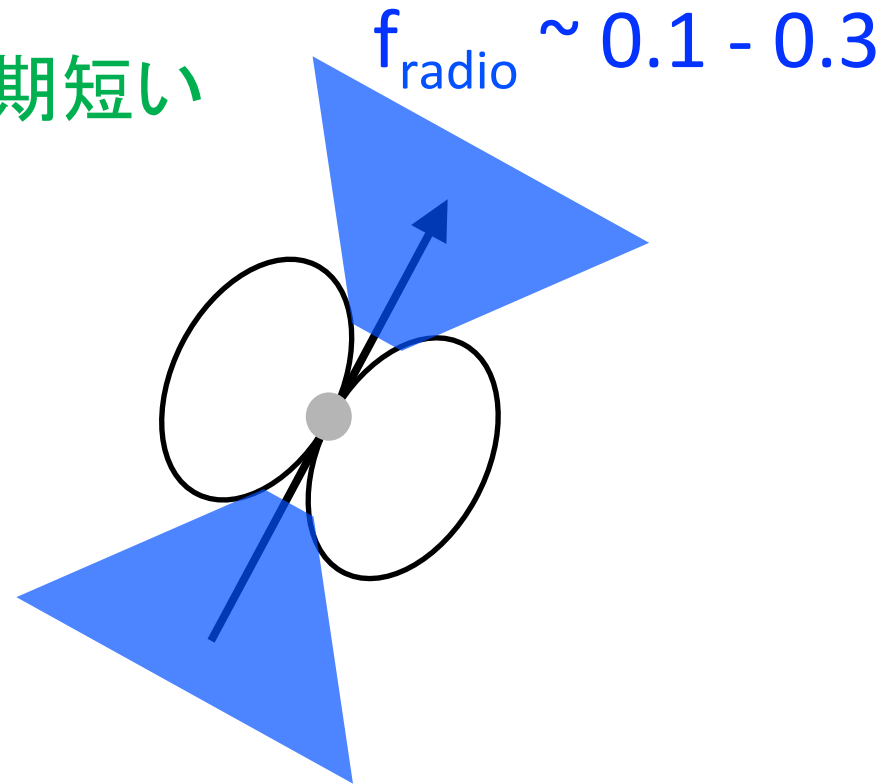
電波は磁極から放射されているだろう。

$r \sim 10^7$  cm    cf.  $R_{lc} \sim 10^8$  cm (P/20 ms)

周期長い



周期短い

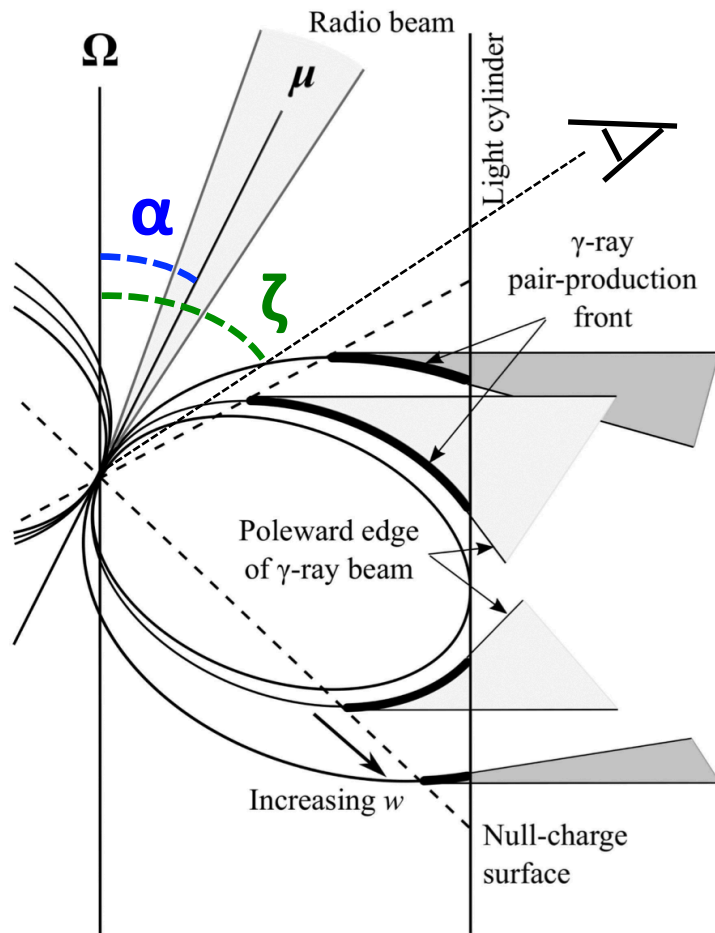


Beam fraction は、パルサーの個数、  
中性子星連星合体のレートを見積もる上で必須

# ガンマ線放射領域 (outer gap)

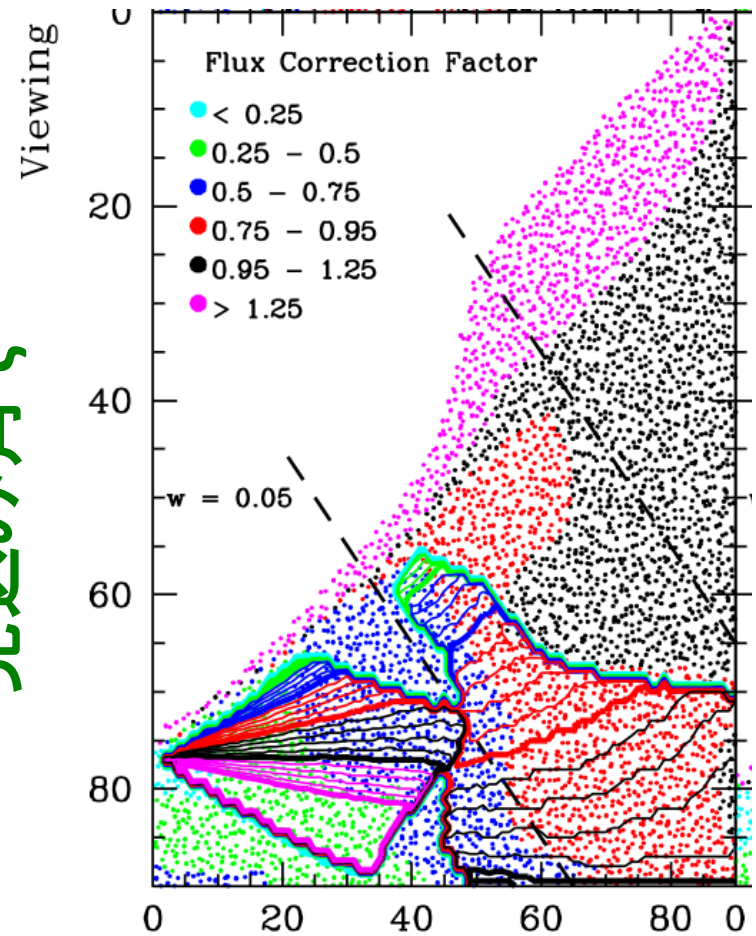
放射領域は外側で、広がっているだろう

$$f_{\text{GeV}} \sim 0.3-0.8$$



Rockyard+ 17

見込み角  $\zeta$



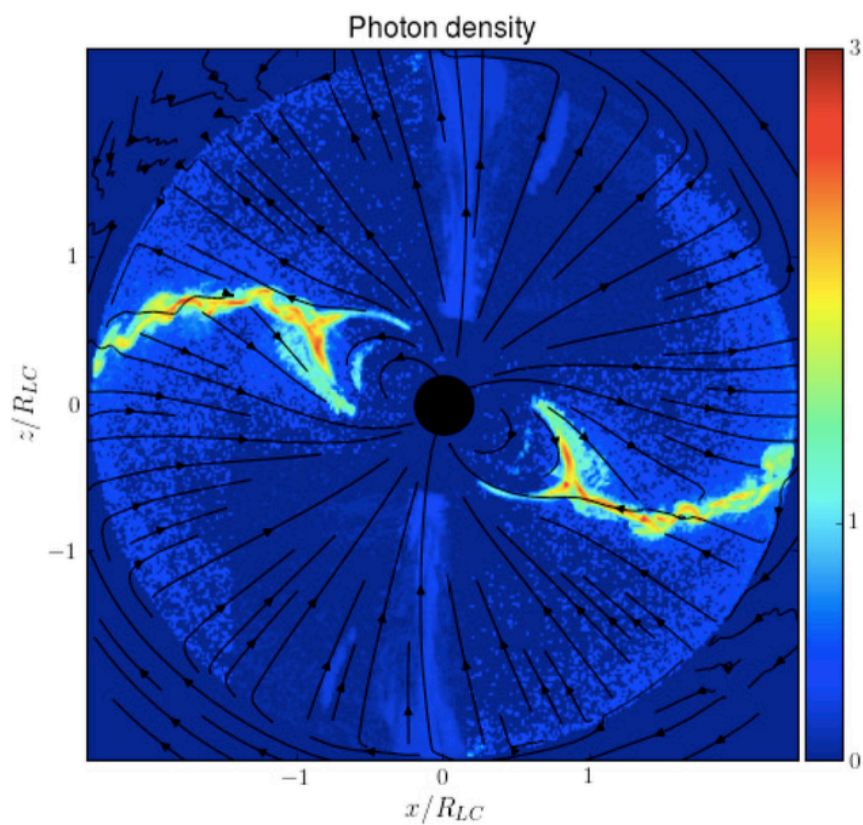
傾き角  $\alpha$

Romani & Watters 10

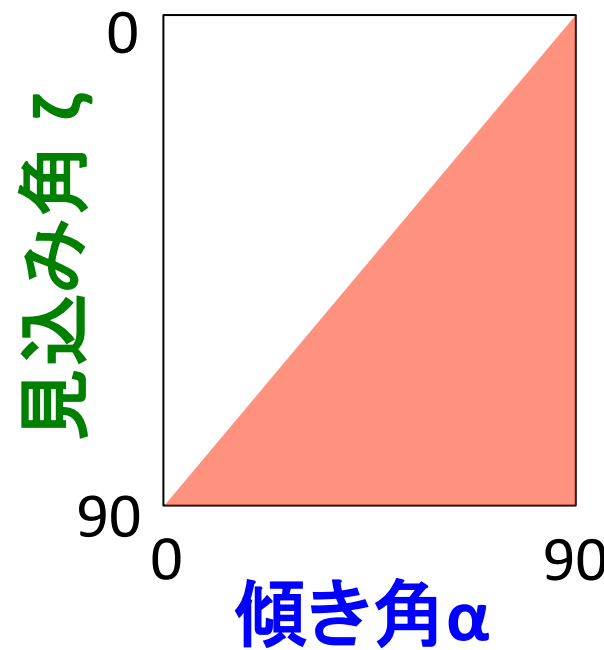
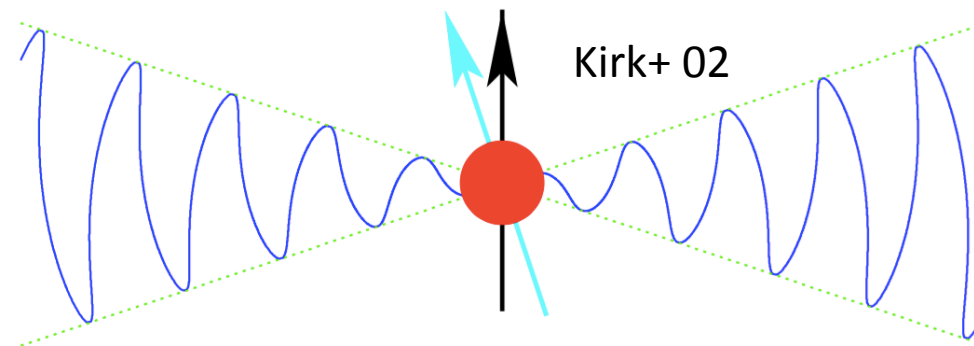
# ガンマ線放射領域 (current sheet)

放射領域は外側で、広がっているだろう

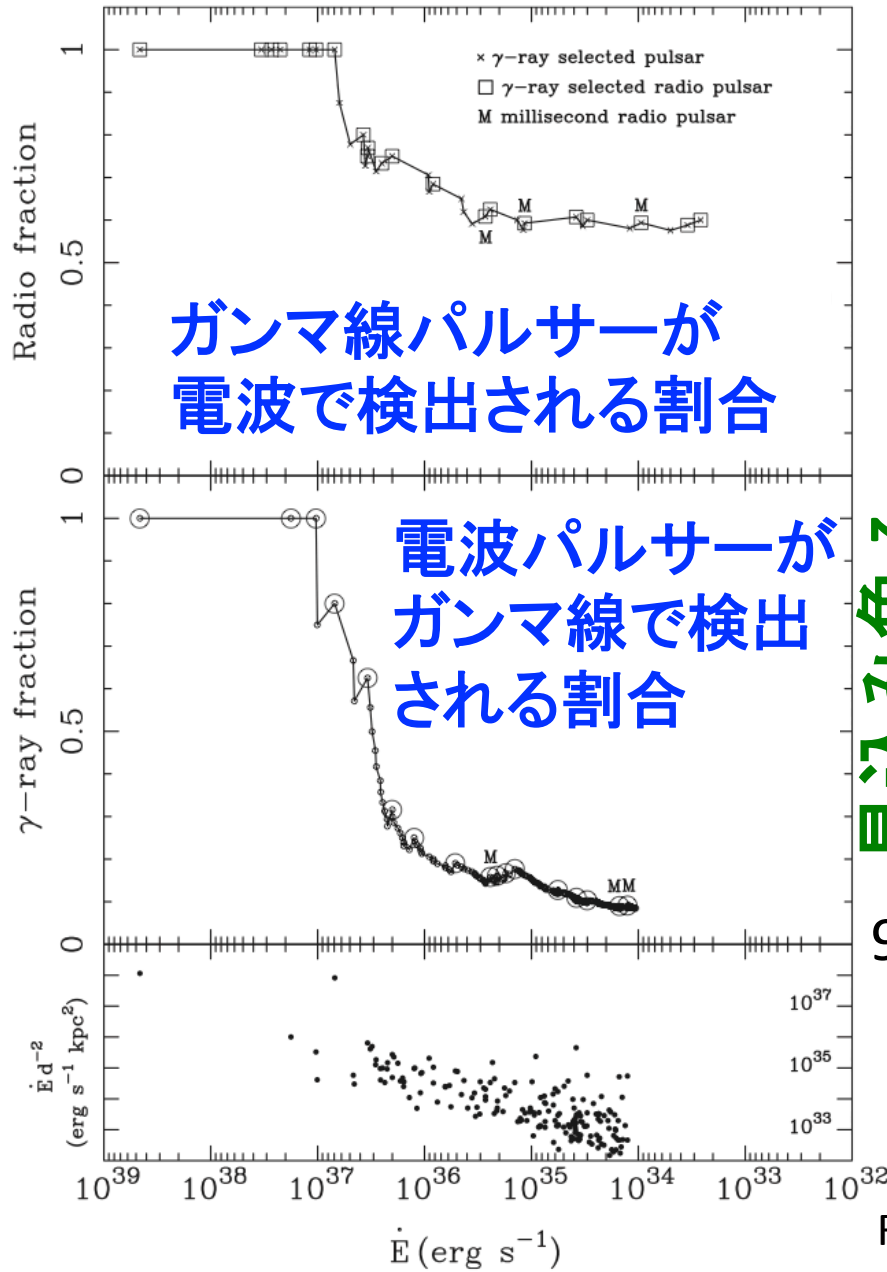
$$f_{\text{GeV}} \sim 0.5$$



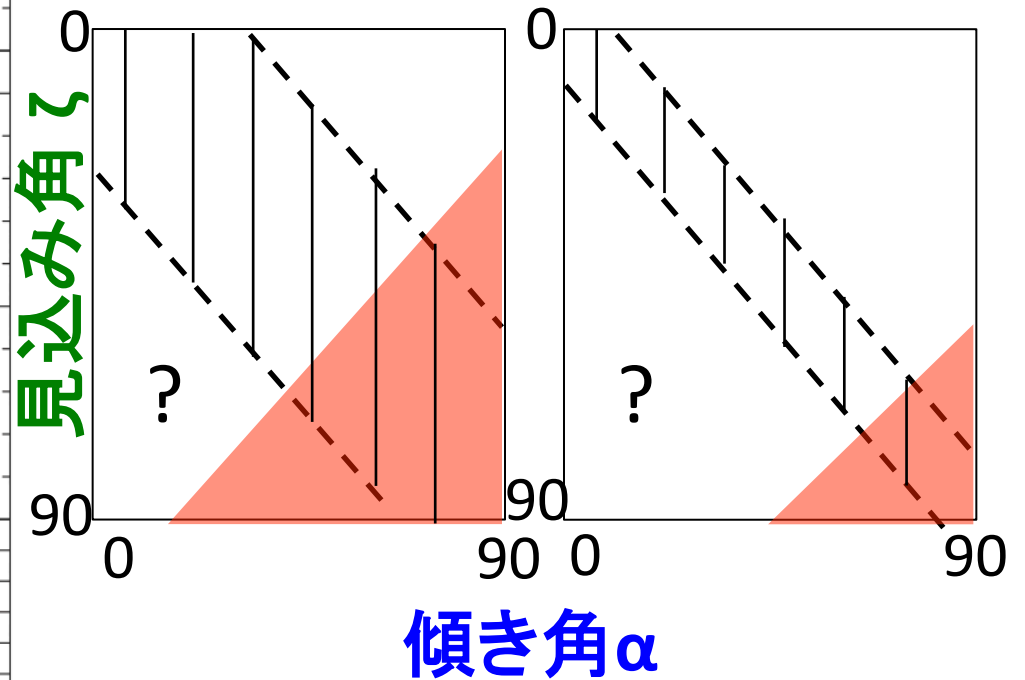
Philippov & Spitkovsky 17



# 観測的制限

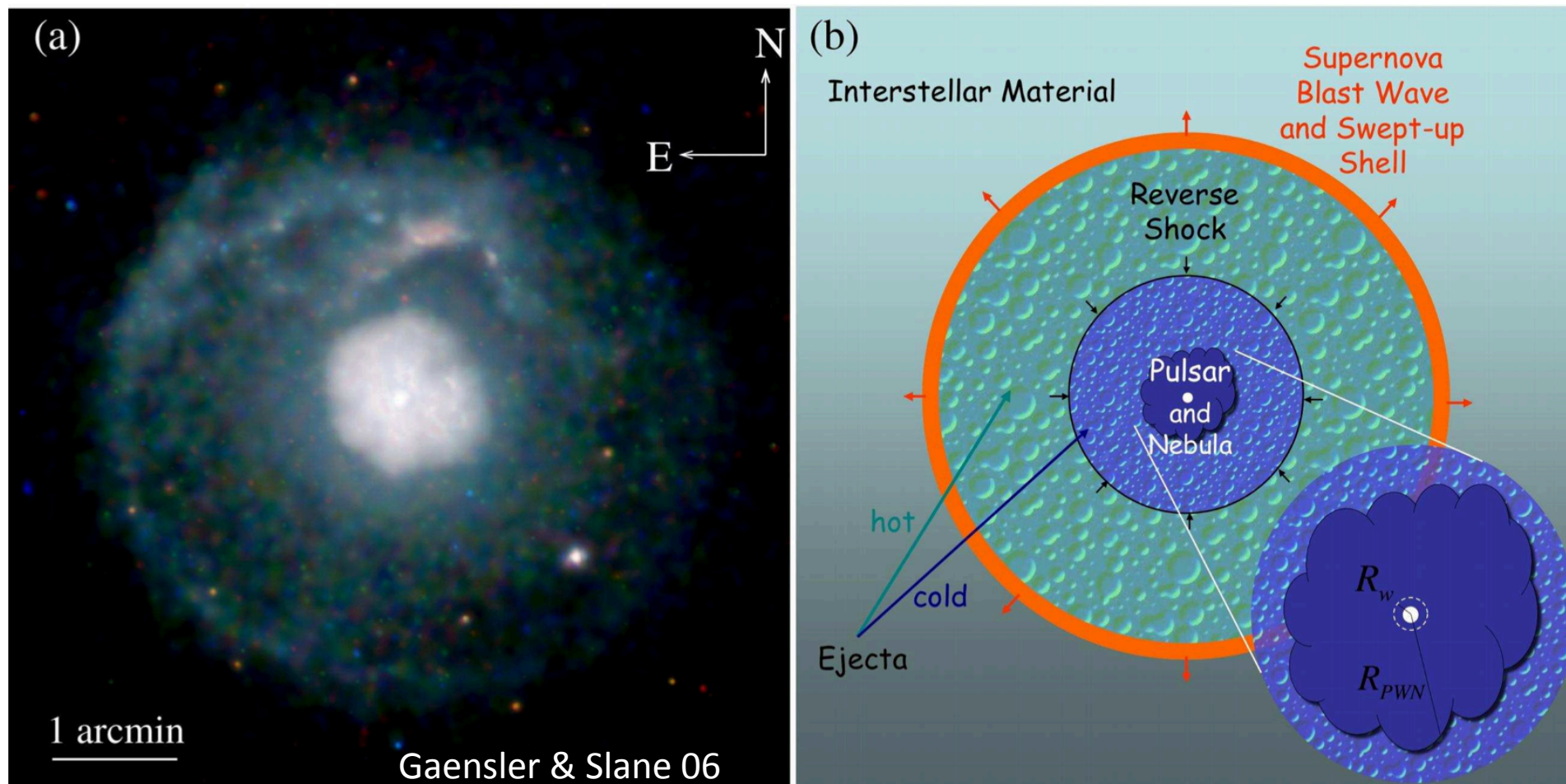


電波がガンマ線より  
 ビームが相対的に広い!  
 しかし絶対値はわからない  
 パルサーの総数が必要



# パルサー星雲

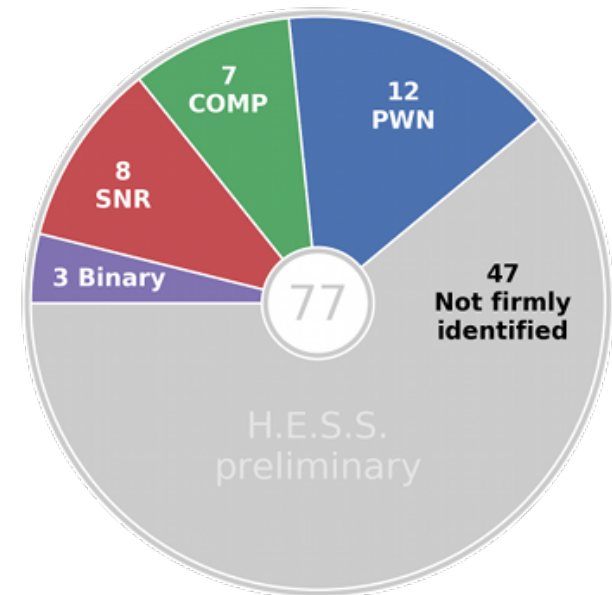
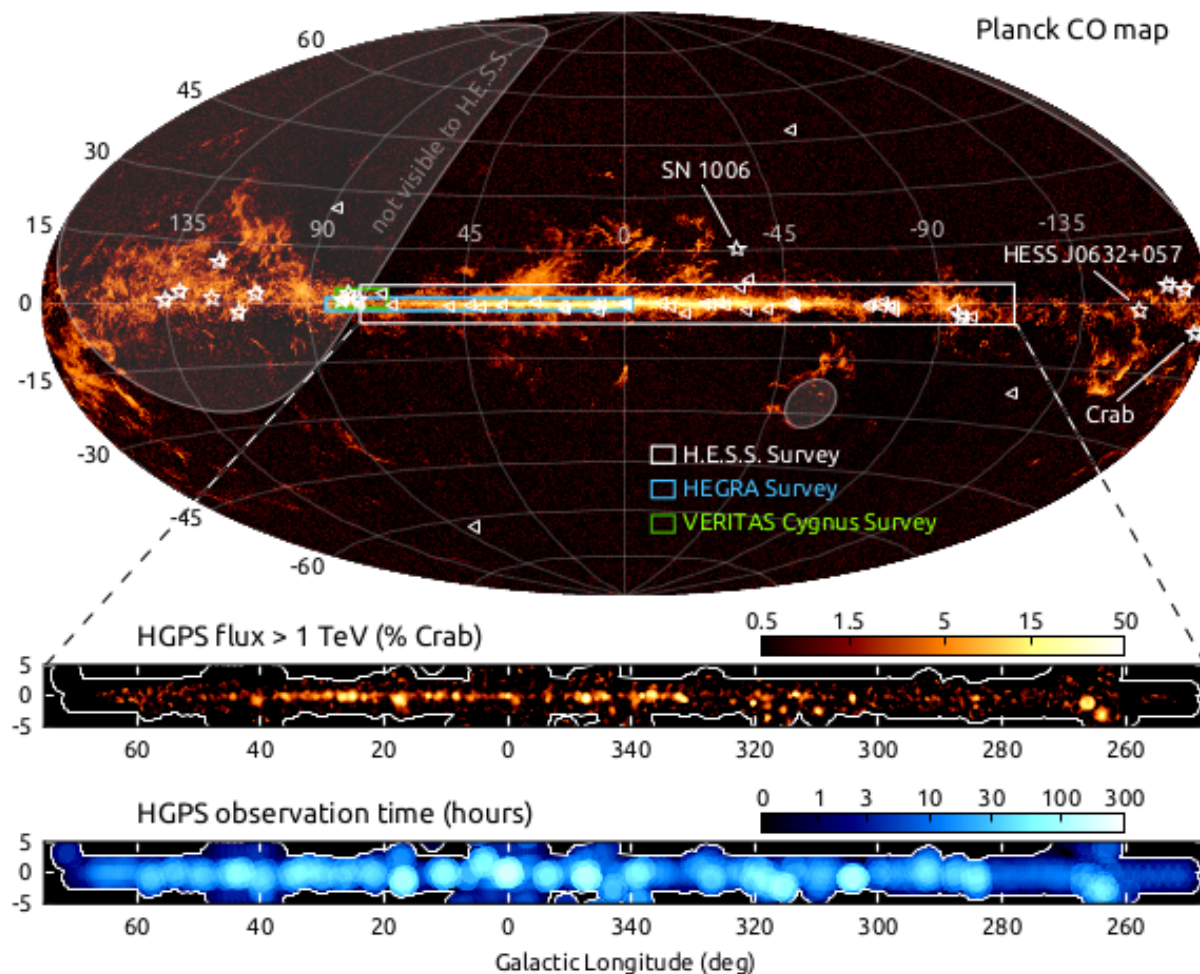
基本的にはどの角度からも検出可能  
広がった天体のため、同定が難しい





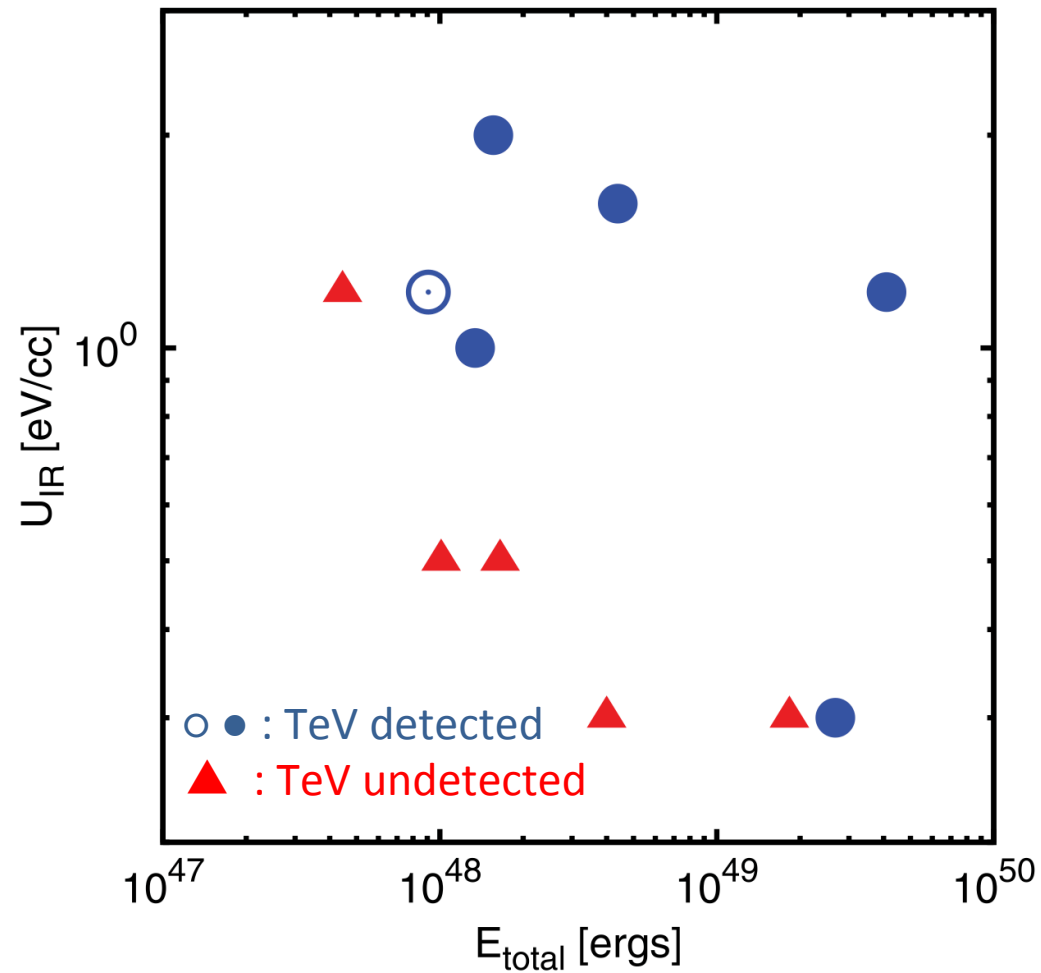
# HESS Galactic Plane Survey

TeVのサーベイから多くのパルサー星雲が発見  
未同定天体も多くがパルサー星雲と考えられている



# 個数の推定

すべてのパルサー星雲がTeVで見えるわけではない



# 個数の推定

すべてのパルサー星雲がTeVで見えるわけではない

## TeVサーベイ領域に存在するパルサーの個数

仮定 : TeVで検出されるパルサー星雲は  
 $L_{sd} > L_{sd,th}$  のパルサーが作っている

$$N_{\text{int}, > L_{sd,th}} = N_{\text{TeV}} \frac{N_{> L_{sd,th}}}{N_{\text{TeV-det}, > L_{sd,th}}}$$

$N_{\text{TeV}}$  : TeVでの検出総数 (Abdalla+ 17)

$N_{> L_{sd,th}}$  :  $L_{sd} > L_{sd,th}$  のパルサーの数

$N_{\text{TeV-det}}$  : TeVでパルサー星雲が検出されたパルサーの数

# 個数の推定

すべてのパルサー星雲がTeVで見えるわけではない

## TeVサーベイ領域に存在するパルサーの個数

仮定 : TeVで検出されるパルサー星雲は  
 $F_{sd} > F_{sd,th}$  のパルサーが作っている

$$N_{\text{int}, > F_{sd,th}} = N_{\text{TeV}} \frac{N_{> F_{sd,th}}}{N_{\text{TeV-det}, > F_{sd,th}}}$$

$N_{\text{TeV}}$  : TeVでの検出総数 (Abdalla+ 17)

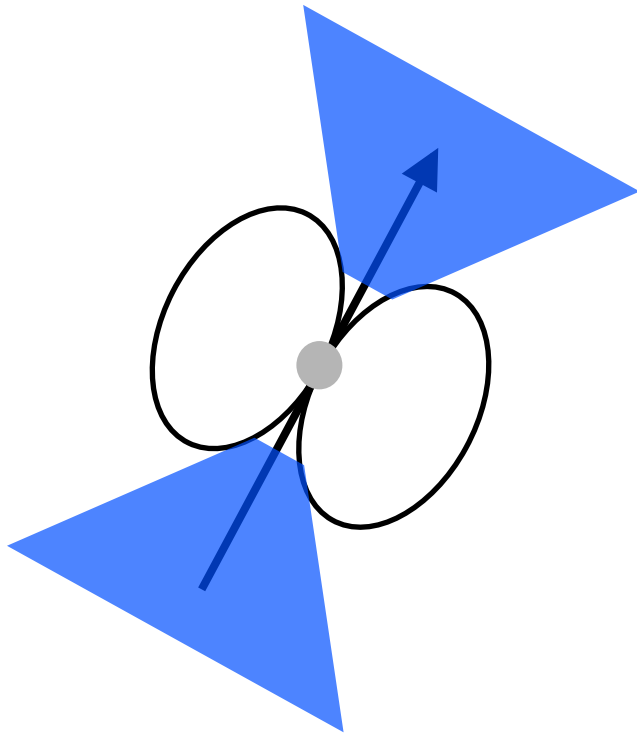
$N_{> L_{sd,th}}$  :  $L_{sd} > L_{sd,th}$  のパルサーの数

$N_{\text{TeV-det}}$  : TeVでパルサー星雲が検出されたパルサーの数

# Beam fraction (Radio)

星から離れた領域から放射されている?

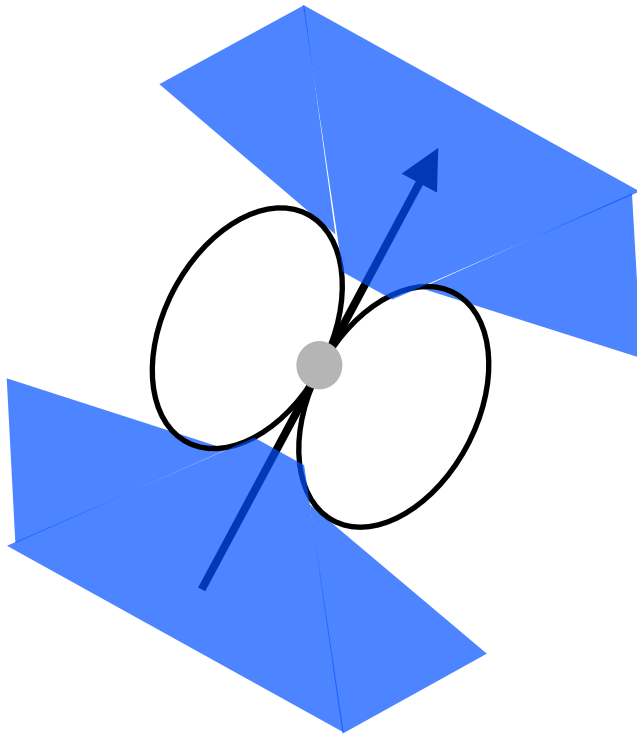
$$r \sim 3 \times 10^7 \text{ cm} \rightarrow f_{\text{radio}} \sim 0.46 \quad (\text{Rankin 93})$$



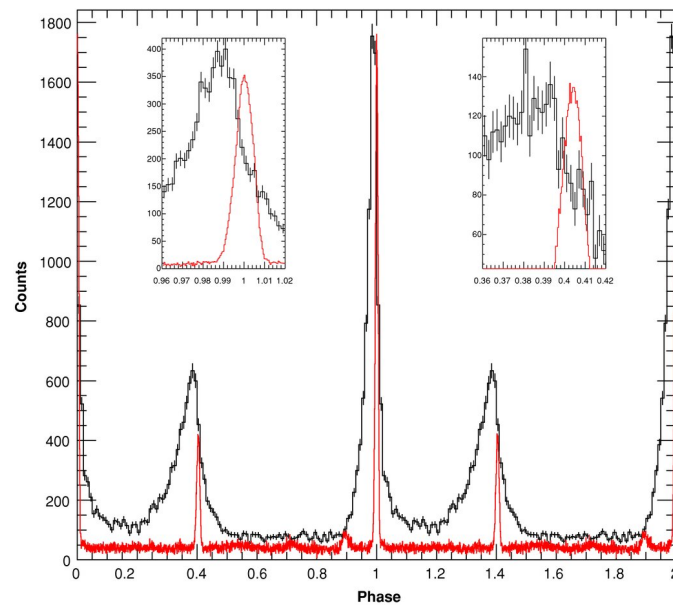
# Beam fraction (Radio)

星から離れた領域から放射されている?

$$r \sim 3 \times 10^7 \text{ cm} \rightarrow f_{\text{radio}} \sim 0.46 \quad (\text{Rankin 93})$$



Crab :  $r \sim 0.4 R_{\text{lc}}$   
→ outer gap region!

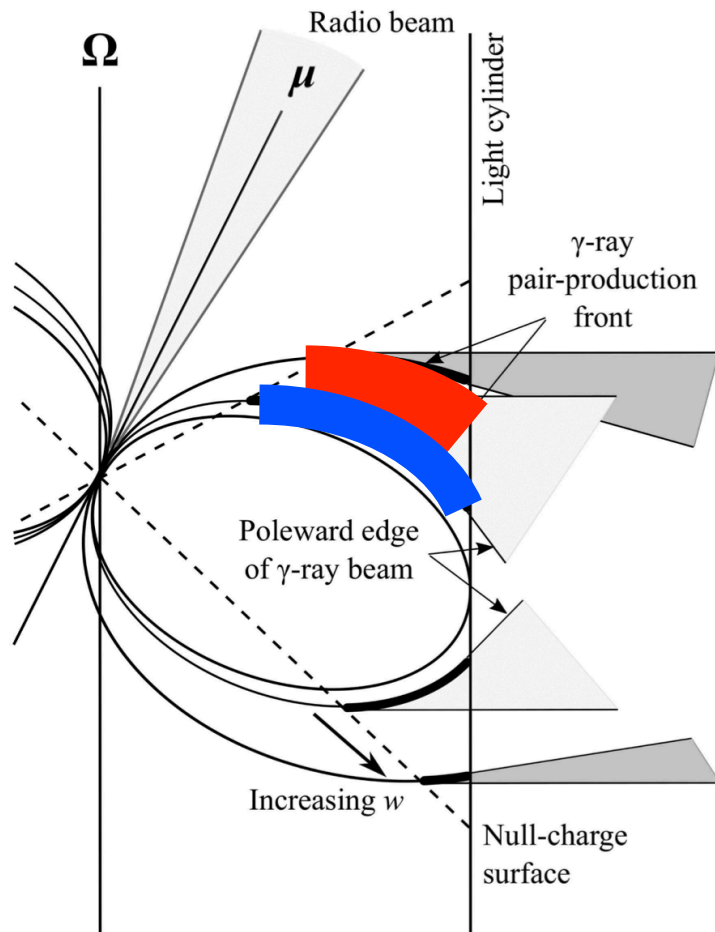


Abdo et al. (2010)

# Beam fraction (Gamma)

Outer gap

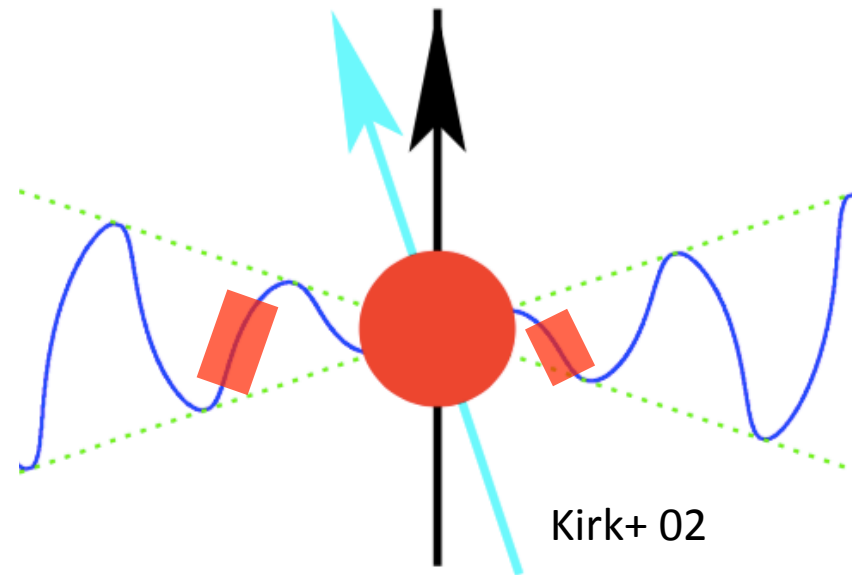
ギャップが厚い?



Rockyard+ 17

Current sheet

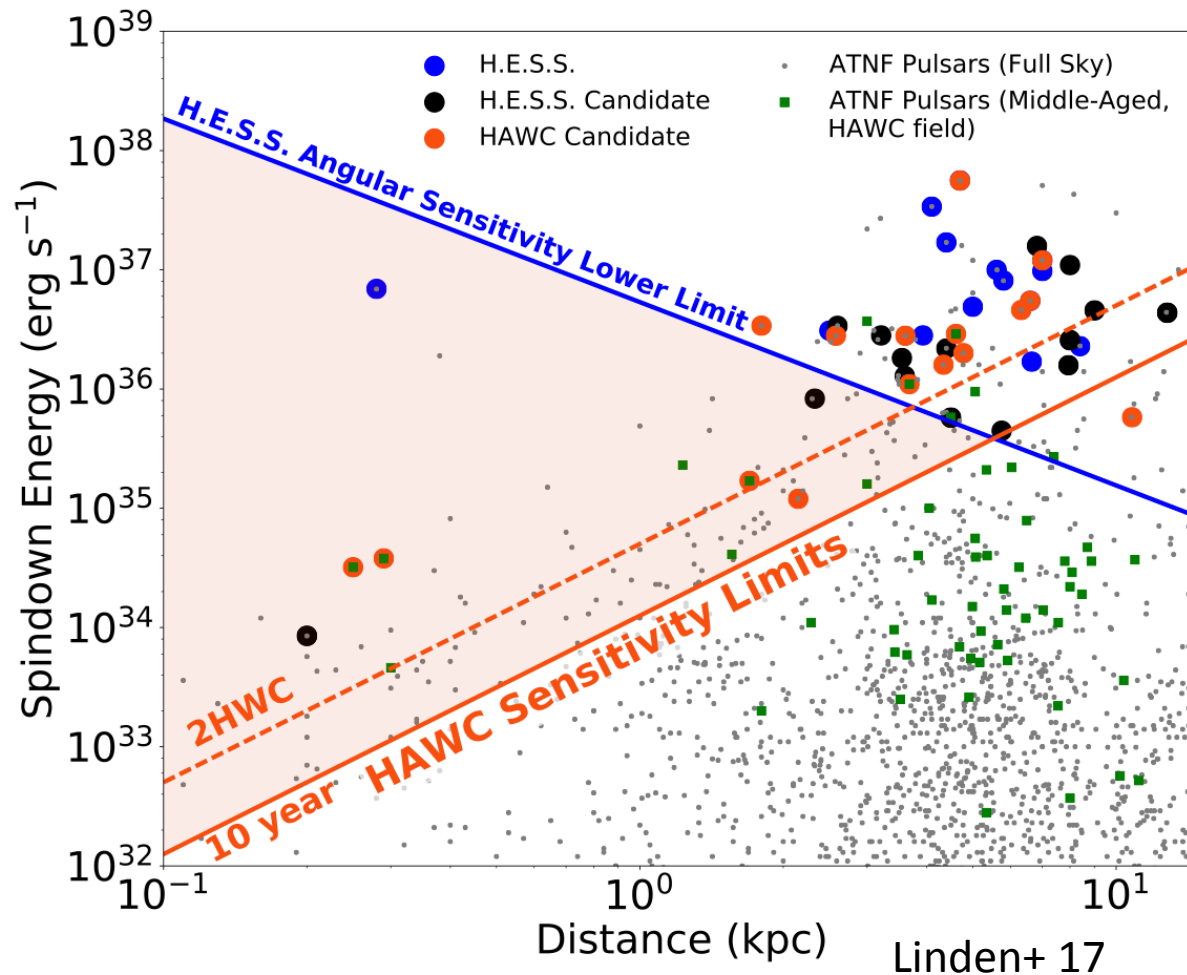
シート全体ではない?



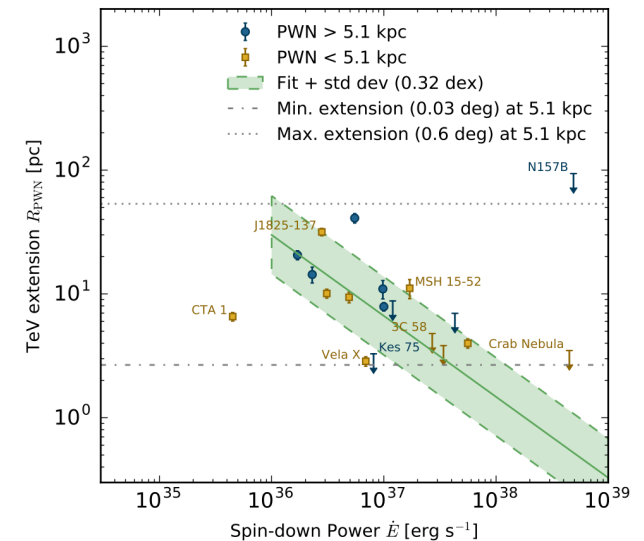
# HAWC

数10個の比較的 $L_{sd}$ の小さい天体の  
パルサー星雲が検出される

→  $L_{sd}$  dependence

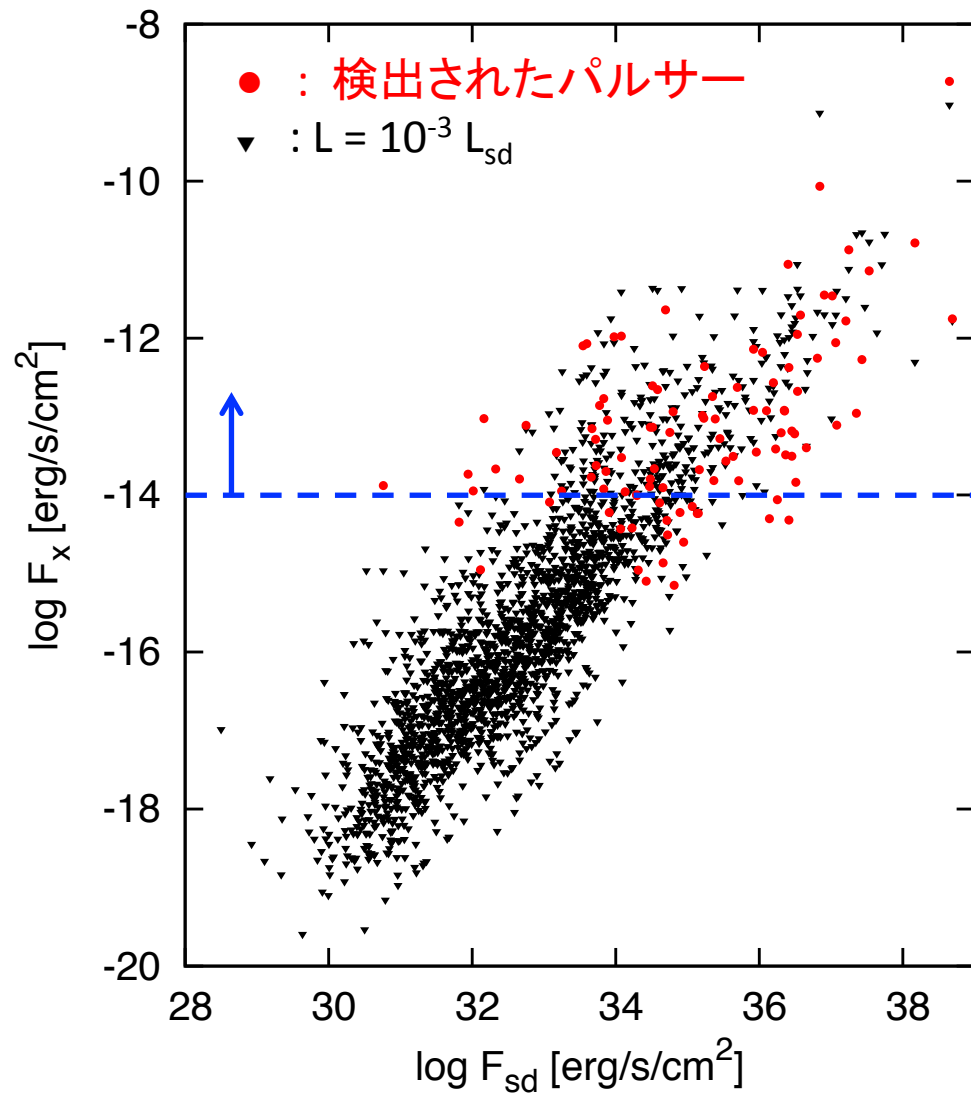


Abdalla+ 17

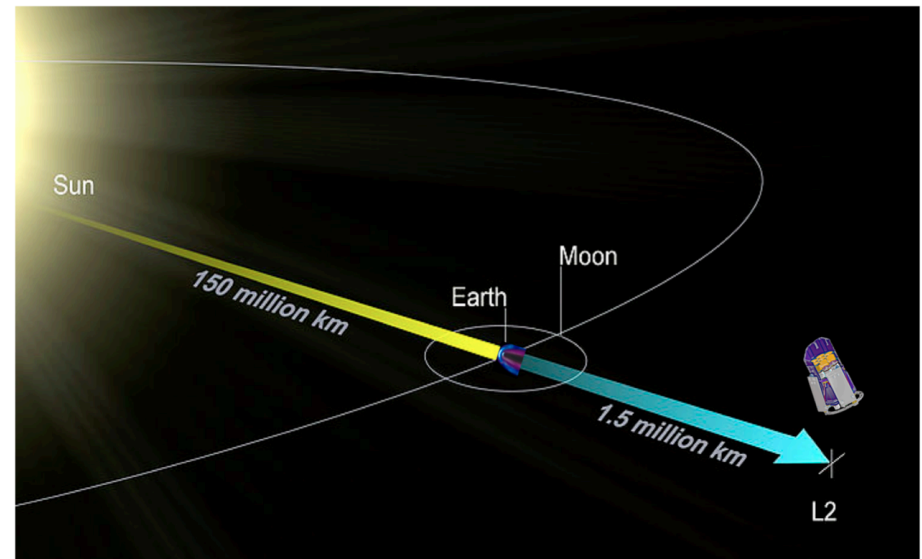




# eROSITA



X-ray (0.2-2 keV)のサーベイ  
>  $10^{-14}$  erg s<sup>-1</sup> cm<sup>-2</sup>



Merloni+ 12

X-rayのBeam fractionも  
測定できるようになるだろう。

# まとめ

TeVサーベイの結果をもとに、ガンマ線と電波の beam fraction の絶対値に対する定量的な評価を行った。

ガンマ線の beam fraction は 程度しかない。  
Outer gap だとするとギャップの高さが大きいことを反映しているのかもしれない。  
Current sheet であれば、シートのある一部からしか放射されていないと考えられる。

電波の beam fraction は 。これまでの中性子星の見積もりに影響する可能性がある。放射領域が cm 程度にあるという解釈が可能。