



「すざく」衛星による共生星X線連星 IGR J16194-2810の観測

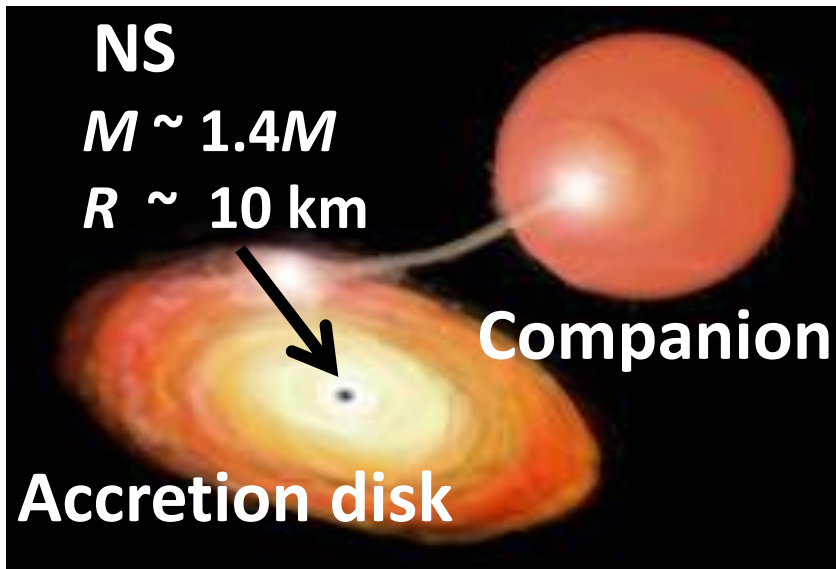
(arXiv:1308.5803; PASJ 2014)

高橋弘充、北村唯子、深沢泰司
(広島大学)

共生星X線連星 Symbiotic X-ray Binary (SyXB)

- **中性子星(NS)とM型巨星の連星系**
~10天体が最近10年で発見された。
従来は低質量X線連星(LMXB)と認識されていた。
(white dwarf + M-type Giant = Symbiotic star)
- **自転周期が知られている天体: several 100 s—5 hours**
LMXBs (<秒) よりも遅い
- **磁場強度は不明: (若い系なのか、古い系なのか?)**

LMXB case



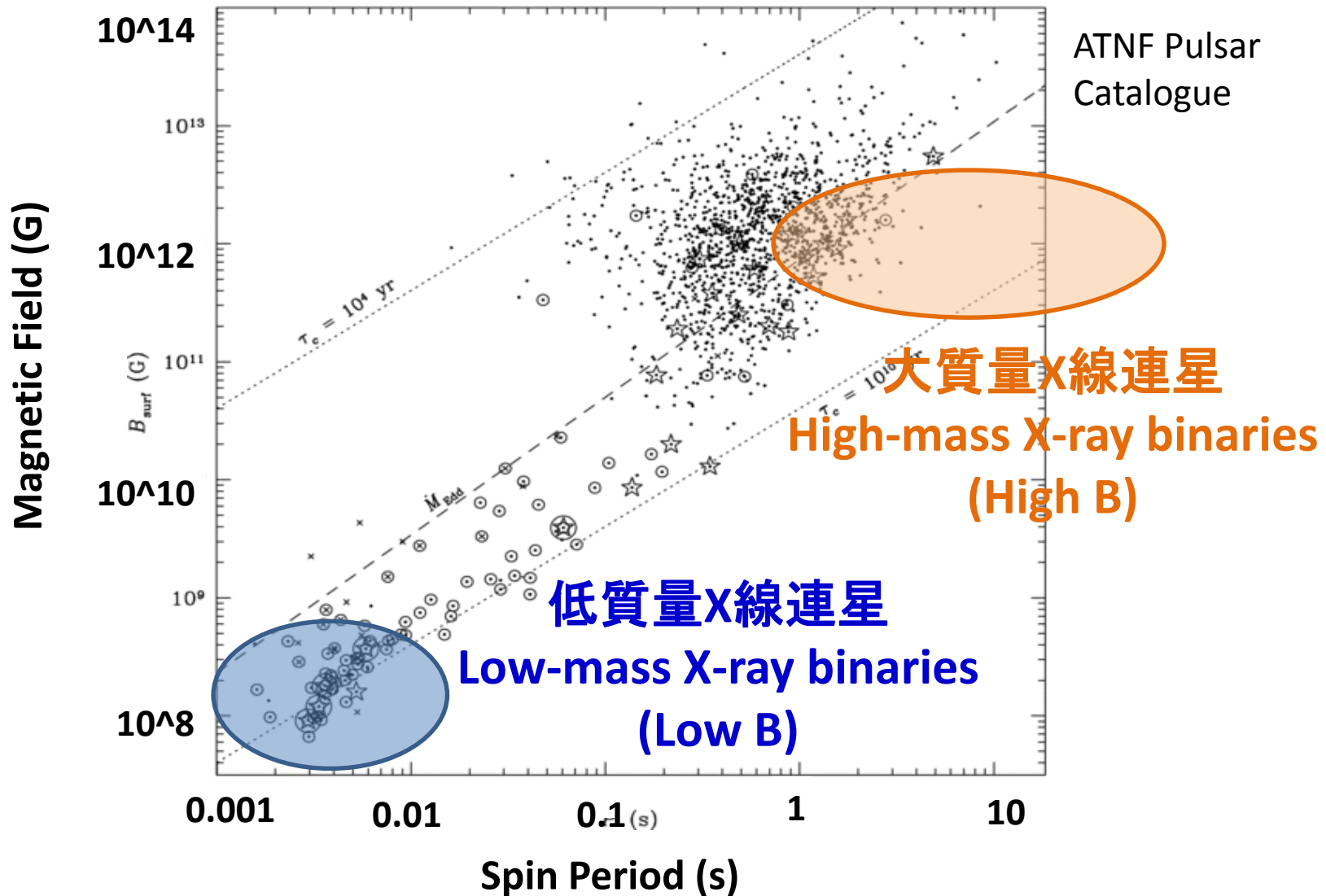
この研究の目的:

SyXBと**LMXB**のスペクトルの比較

=> 推定

- 放射領域
- 磁場強度

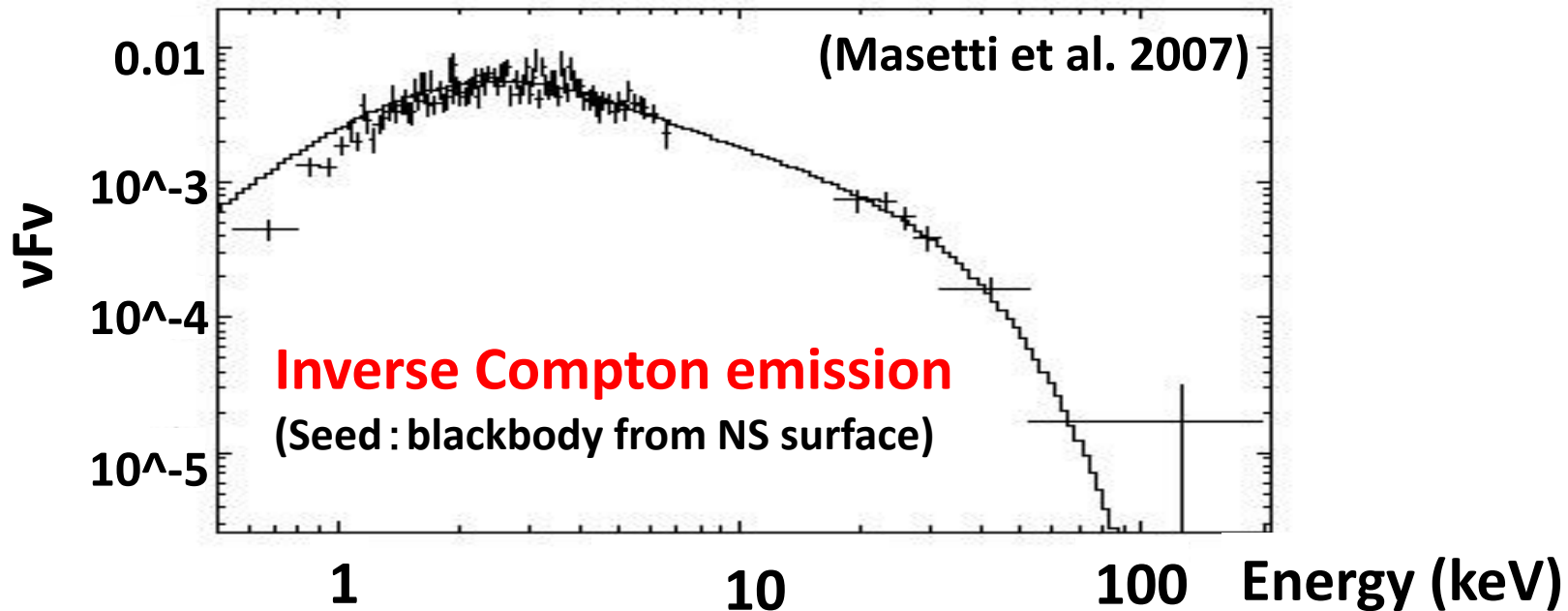
Pulsar diagram



SyXBsはどこに位置する？

これまでの研究 (IGR J16194-2810)

IGR J16194-2810 (Swift/XRT + INTEGRAL/ISGRI)
(8 ks) (461 ks)



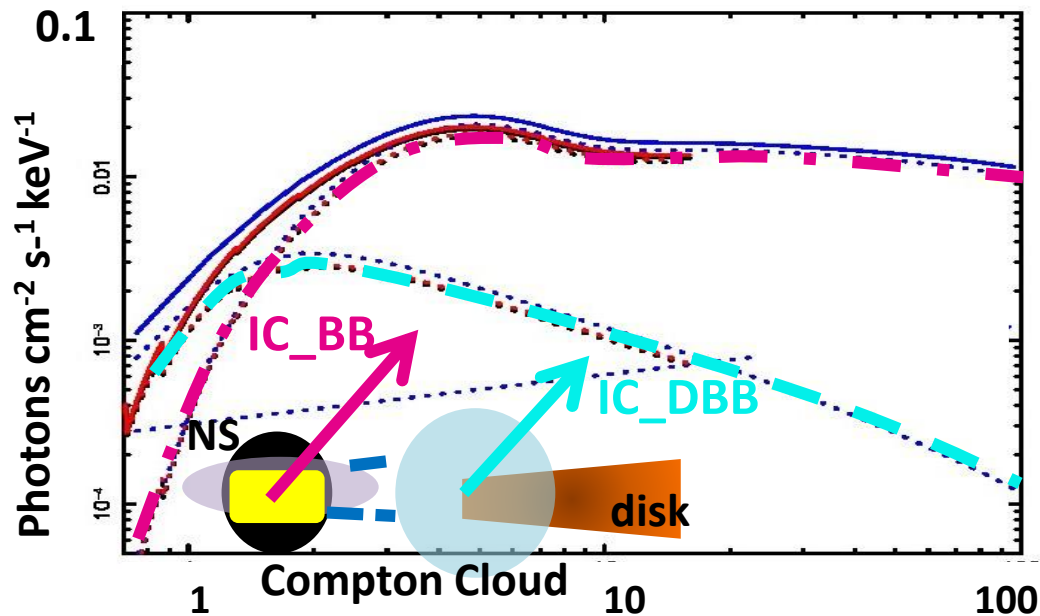
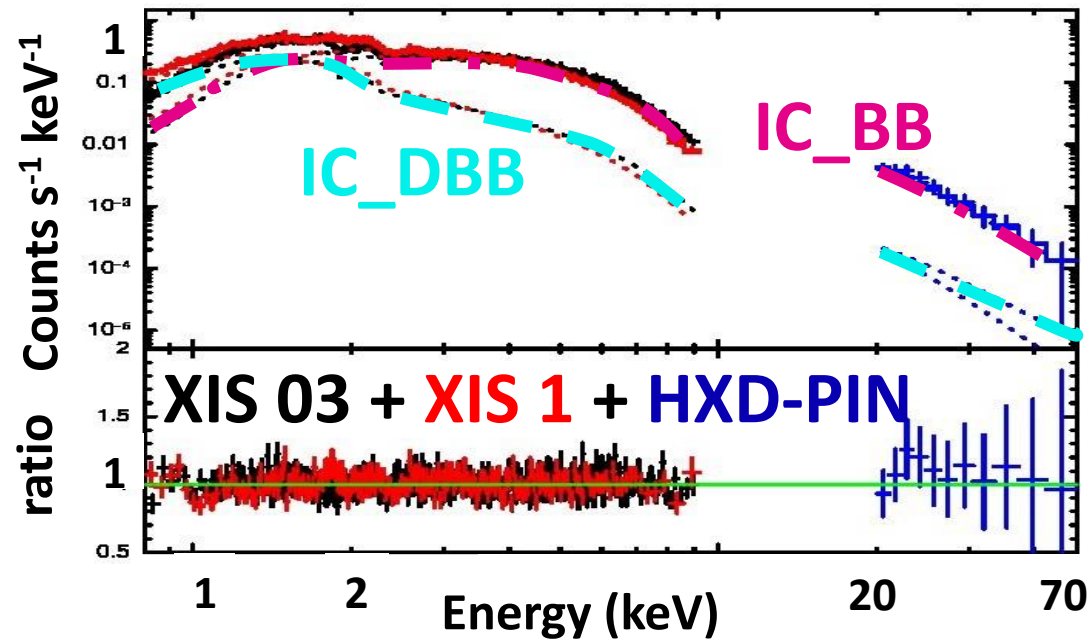
高エネルギーまで伸びる放射が存在
しかし、広帯域での同時観測は行われていなかった
=> 0.3-600 keVを同時に観測できる「すざく」での観測が有効！！！！

Suzaku observation: 2009/02/05~06 (45 ks)

Lx (0.8-10 keV) $\sim 8 \times 10^{34}$ erg/s (comparable to previous)

XIS : 0.8-10 keV, HXD : 20-50 keV

「すざく」観測 (エネルギースペクトル)



Model.

IC_DBB

IC_BB

2 CompPS components

	IC_DBB
T_{in} (keV)	0.11 ± 0.02
τ_{DBB}	$(0.1 <) 0.2$
R_{in} (km)	40^{+30}_{-20}

	IC_BB
T_{BB} (keV)	1.05 ± 0.05
τ_{BB}	0.6 ± 0.1
R_{BB} (m)	680^{+30}_{-40}

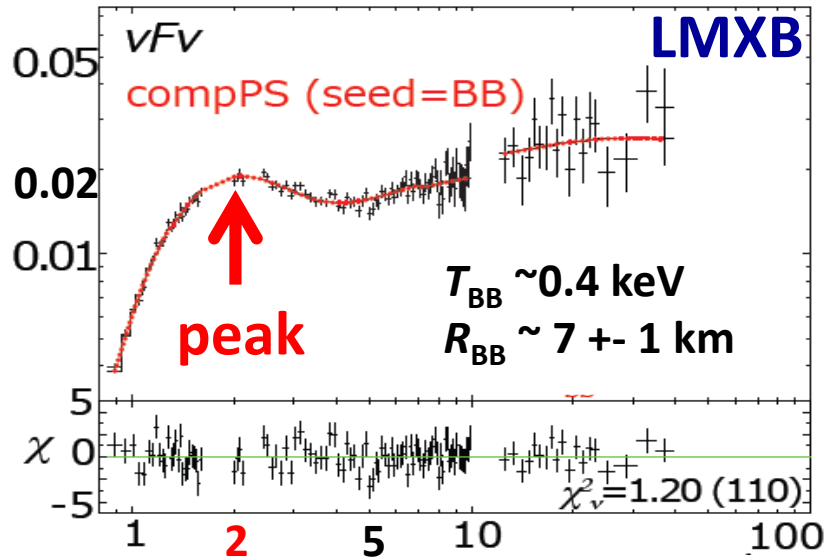
$T_e = 100$ keV (fix)

χ^2_{ν} (d.o.f) = 1.14 (594)

ソフトとハードな2成分の逆コンプトン放射 (compps) で再現

LMXB (Aql X-1 (Sakuari+ 2014))との比較

▪ Aql X-1 $L \sim 5.0 \times 10^{35} \text{ erg s}^{-1}$

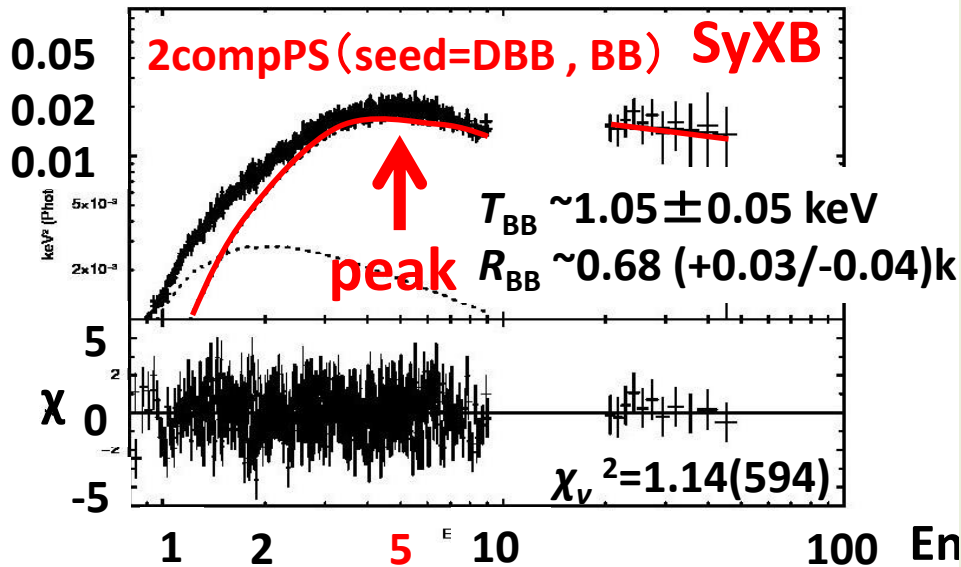


共生星X線連星IGR J16194-2810

- 光度が低いにも関わらず、
- 種光子の温度は高い



▪ IGR $L \sim 7.6 \times 10^{34} \text{ erg s}^{-1}$



Stefan-Boltzman law:

$$L \propto R^2 T^4$$

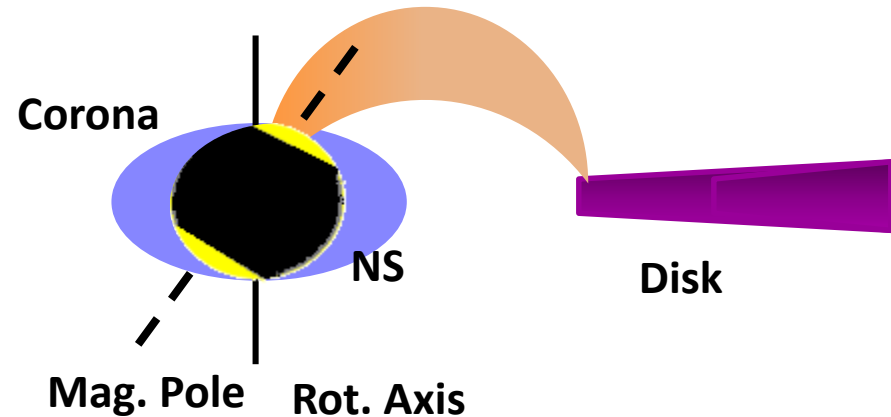
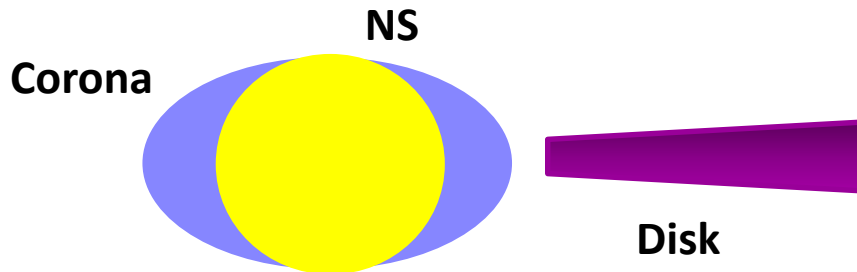
- IGR $T_{BB} \rightarrow \text{High}$
 $R_{BB} \rightarrow \text{Small} (< 1 \text{ km})$
- Aql X-1 $T_{BB} \rightarrow \text{Low}$
 $R_{BB} \rightarrow \text{Large} (\sim 10 \text{ km})$

中性子星表面の放射領域

Aql X-1

同程度の光度なのに

IGR J16194-2810



LMXB:

中性子星全体が光る

SyXB:

< 1 km (中性子星の一部が光る)

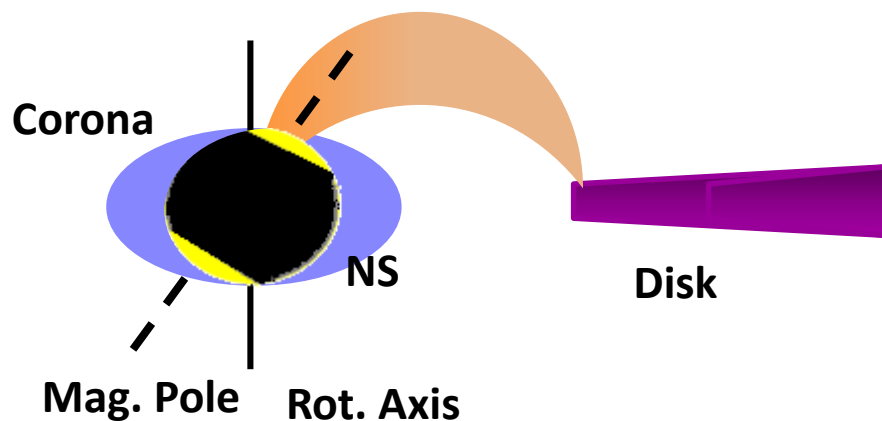
SyXBの小さい放射領域:

IGR 16194-2810 (SyXB)は磁場が強い($4 \times 10^{10} \sim 4 \times 10^{14}$ G)のではないか? (**LMXBs** は $< 10^9$ G).

→降着した物質が、磁場に捉われて磁極に落ちてコラムを形成

中性子星表面の放射領域

IGR J16194-2810



SyXB:

< 1 km (中性子星の一部が光る)

Alfven半径 (R_A) から磁場の推定 (Lamb et al. 1973)
降着物質がAlfven半径から磁場に捉われていた場合(もっと外側から捉えられているかも?)

中性子星の半径10km

磁極のコラムのサイズ : 半径~700m

$$= \pi R^2 (R/R_A)$$

$$\Rightarrow R_A > 2000 \text{ km}$$

$$\Rightarrow \text{光度 } 7 \times 10^{34} \text{ erg/s だと、磁場} > 4 \times 10^{10} \text{ G}$$

自転周期から磁場の推定

仮定 : 磁場が強くAlfven半径まで一体
<1時間では自転周期は検出されず

\Rightarrow 自転周期は>1時間とすると、

$$\Rightarrow R_A < 4 \times 10^5 \text{ km}$$

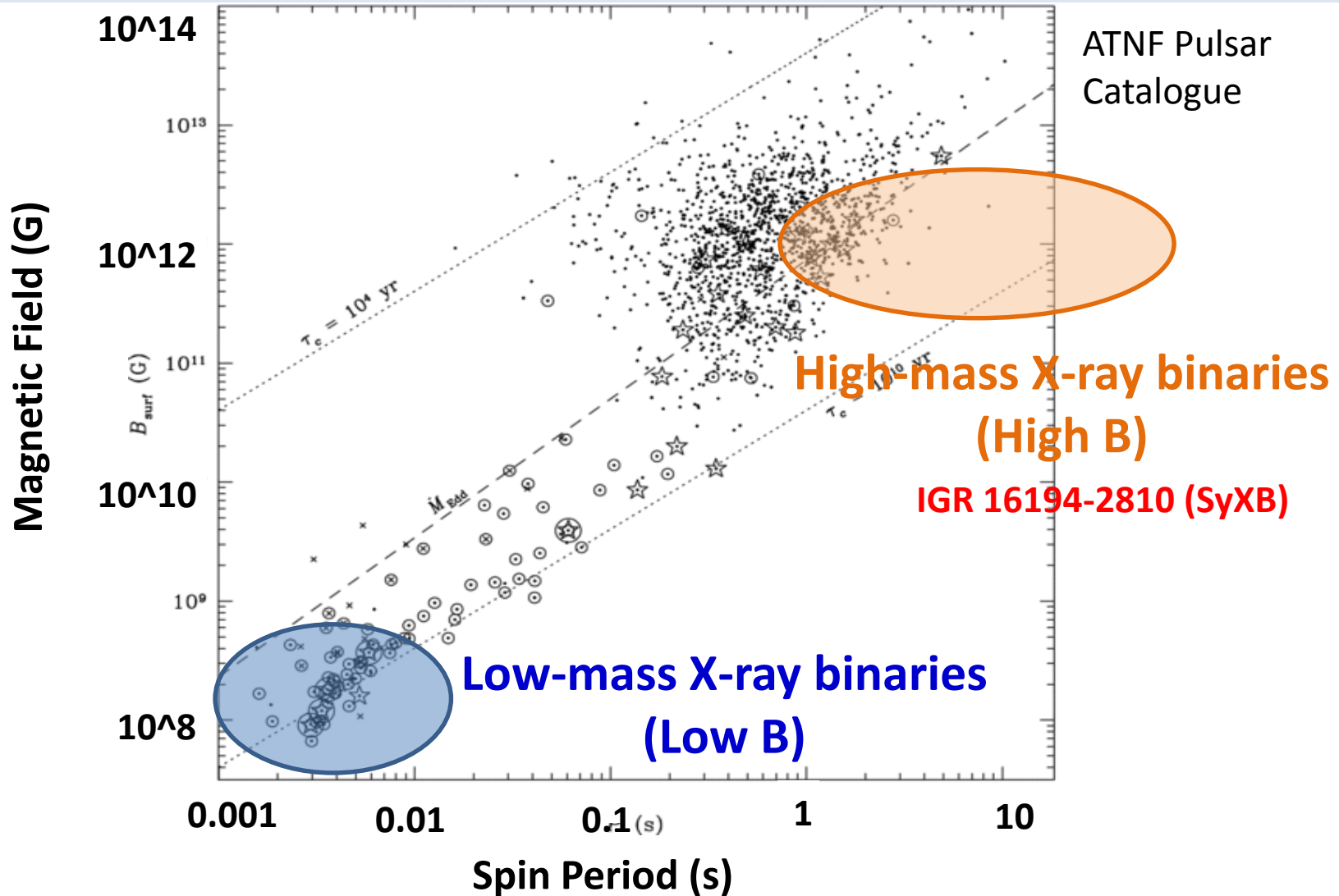
$$\Rightarrow \text{光度 } 7 \times 10^{34} \text{ erg/s だと、磁場} < 4 \times 10^{14} \text{ G}$$

SyXBの小さい放射領域:

IGR 16194-2810 (SyXB)は磁場が強い($4 \times 10^{10} \sim 4 \times 10^{14} \text{ G}$)のではないか? (**LMXBs** は $< 10^9 \text{ G}$).

\rightarrow 降着した物質が、磁場に捉われて磁極に落ちてコラムを形成

Pulsar diagram (Evolution?)



IGR 16194-2810 (SyXB) : $4 \times 10^{10} \sim 4 \times 10^{14} \text{ G}$ (LMXBsとHMXBsの間)

他のSyXBsでも $B \sim 10^{13} \text{ G}$ と強い磁場を持つことが推定されている天体がいる
(自転周期 ~ 5 hoursから) (Enoto et al. 2014)

まとめ

- ◆「すざく」で観測したSyXB IGR J16194-2810のデータ解析を行った。
- ◆エネルギースペクトルは、ソフトとハードな2成分の逆コンプトン放射で再現された。
 - ハード: 中性子星表面の放射が逆コンプトン散乱
 - ソフト: 降着物質(もしくは磁極以外の中性子星表面)からの放射が逆コンプトン散乱
- ◆ IGR J16194-2810は、光度が低いにも関わらず、ハード成分の種光子の放射領域が <1 kmと非常に小さいことから、 10^{10-14} GとLMXBよりも強い磁場を持つと考えられる。
- ◆ SyXBは、LMXBとHMXBの中間の種族かも知れない。

