# パルサーにおける遠心力加速の本質について

#### 相対論的遠心力風の謎をブレイク!







#### 従来の問題点

(1) 開いた磁場では遠心力加速は効かない Poynting flux 優勢 σ >>1

$$v_{\varphi} = \Omega_* \varpi + \kappa B_{\varphi}$$

iso-rotation law

RMHD simulation では、赤道付近では必ずしもPoynting flux 優勢でなく Kinetic energy 優勢になるところができる。(けど、スッキリしない)

(2) 磁場構造をforce-free 近似で解いた (画期的!と言われる) 子午面内電流を regularな解を得るために調整(決定)した。(私は いけないことをしていると思った。)

(3) 決められた電流は出入りの収支が合ってい なかった。薄い電流シートがあると思ってそこ はブラックボックス(シート?) として解かな いことにした

(4) force-free (プラズマなし)なのに閉じた磁場 が開くのはおかしい。人為的な解。

(5) Y-point 手前で磁場が発散する。



**RMHD** simulation

0.6

0.7

0.8

0.9

1.0

15 25 Contopoulos, I., Kazanas, D., ¥& Fendt, C.¥ 1999, ¥apj, 511, 351

1.5

1.1

(6) PIC simulationでforce-free 的な解も得られた。 PICsimulation は author ごとに条件が異なるためいろい ろな現象が起きて、はっきりしたことが何かわかっ たという状況ではない。Y-point 近傍で、プラズモイ ドの放出が広くみられたがなぜプラズモイドが出る か説明できない。

## 結果

これらの問題を解決するMHD flowの計算結果を得た

軸対象定常 ideal-MHD flow (いわゆる field-aligned equations) を解いた。

代数方程式 fast critical point を通る解を求める。

### **PIC** simulation



Hu, R. ¥& Beloborodov, A.~M.¥ 2022, ¥apj, 939, 42. doi:10.3847/1538-4357/ac961d









### 相対論的遠心力加速のまとめ

- 開いた磁場に沿った遠心力加速は有効でない (Poynting dominant σ >> 1)
- ただし、Y-point (磁気中性点)近傍では有効 (Kinetic E. dominant σ <<1)</li>
- ただし、この流れの遠心カドリフト電流では磁場 は開かない
- 磁場を開くのは、閉じた磁場から開いた磁場に<u>遷</u>
  <u>移</u>する流れによって可能になる。
- <u>遷移</u>は磁気リコネクションによるプラズモイド放出によって可能になる。
- 遠心力の役割は閉じた磁場を開くことであり、これによって磁気圏電流系が確立さえすれば、<u>ほとんど</u>の中心星のエネルギーは電磁場エネルギー(Poynting energy)の形で放出される。

