

高速電波バーストと 暗黒物質アキシオン

岩崎愛一 (二松学舎大)

Non repeating FRBs
Phys. Rev. D91(2015);
arXiv:1412.7825; arXiv:1512.06245

Repeating FRB121102
arXiv:1707.04827

高速電波バーストとは？ (Fast Radio Burst; FRB)

2007年に初めて報告された（パークス電波天文台；オーストラリア）
現在までに30例ほどの発見，電波のみ観測~1GHz（光、X線等はない）
日本の発見はない！！ 発生頻度~ 10^3 /day

ミリ秒程度の持続時間（「高速バースト」の由来）

大きなdispersion measure（深宇宙から発せられた $Z=0.1\sim 1$?）

莫大なエネルギー $\sim 10^{40}$ erg/s（太陽1日分のエネルギー）
（今までにない巨大な電波エネルギー）

Dispersion measure?

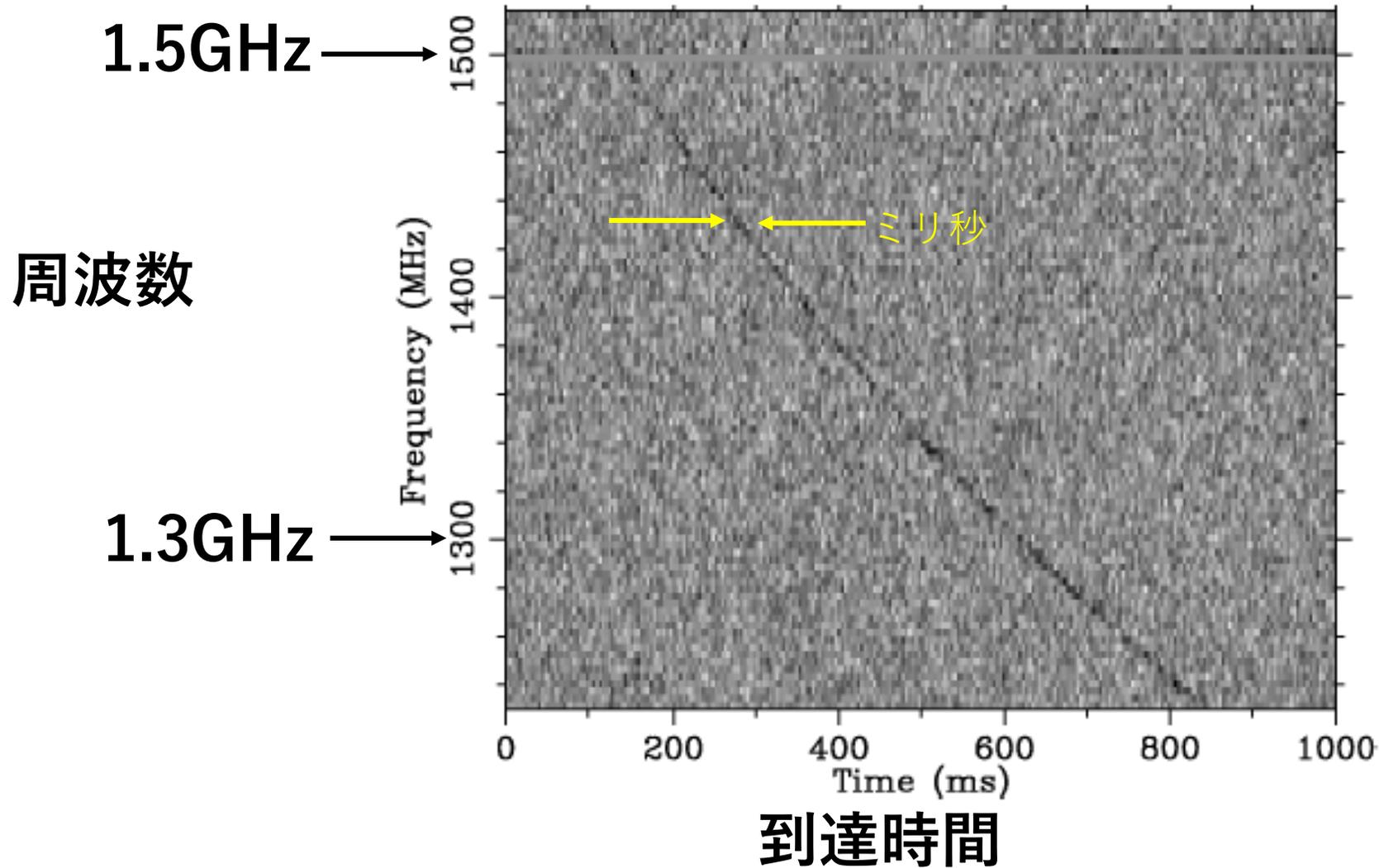
電磁波は、銀河間電子プラズマ中では質量をもつ
(プラズマ振動数)

$$\omega = \sqrt{k^2 + m^2}, \quad m = \sqrt{\frac{e^2 n_e}{m_e}} \quad \text{プラズマ振動数}$$

n_e 電子数密度 m_e 電子質量

高周波数の波は早く、低周波数の波は遅い

dispersion measure $DM = \int_{\text{earth}}^{\text{source}} n_e dx > 500 \text{pc/cm}^3$



周波数の違いによる到達時間の差
(dispersion measure)

Parkes 天文台
(オーストラリア)



高速電波バーストとは？ (Fast Radio Burst; FRB)

発生源の特定は1例のみ。 FRB121102 ; $Z=0.19$, 矮小銀河
(repeating FRB バーストが繰り返し起こる ; 詳細な観測)

他はすべて non repeating FRBs <— 発生場所特定できない
(1度のみ発生, 800MHz~1.5GHzでのみ観測 ; 詳細な観測なし)

ガンマ線バーストの様な**残光はない**。

(高周波数(>10GHz)の電波、可視光、X線、ガンマ線、ニュートリノの発生なし)

パルサーの電波等は**ブロードバンド** (幅広い周波数の電磁波を発生)

FRBの電波は**ナローバンド** (~1GHz)

Repeating fast radio burst FRB121102

(詳細な観測がされた)

何度も繰り返し電波バーストを発生
場所を特定、母銀河 (矮小銀河) $z=0.19$

複数の電波望遠鏡で同時観測; 観測された振動数
(1.2GHz~1.5GHz), (1.7GHz~2.3GHz), (2.5GHz~3.5GHz)
(4.6GHz~5GHz), (4GHz~8GHz)

FRBの周波数
有限な幅
(ブロードバ
ンドでない)

観測されなかった振動数
(50MHz~100MHz), (13GHz~18GHz)

可視光、X線、ガンマ線は観測されず。

狭いバンド幅(200MHz~1GHz)が観測された

(中心振動数は、1.5GHz~6GHzにあり、様々。だが、
低振動数<100MHz、および、高振動数>10GHzは観測なし)

パルサーのスペクトル
(連続スペクトル)

$$\nu^{-\alpha}; \alpha \approx 1.4$$

Repeating Fast Radio Burst

繰り返されるバーストの周期性？

There are no periodicity in the repeating bursts

→ **バーストの発生に周期性はない**

Bursts are clustered

(数秒～数十分)

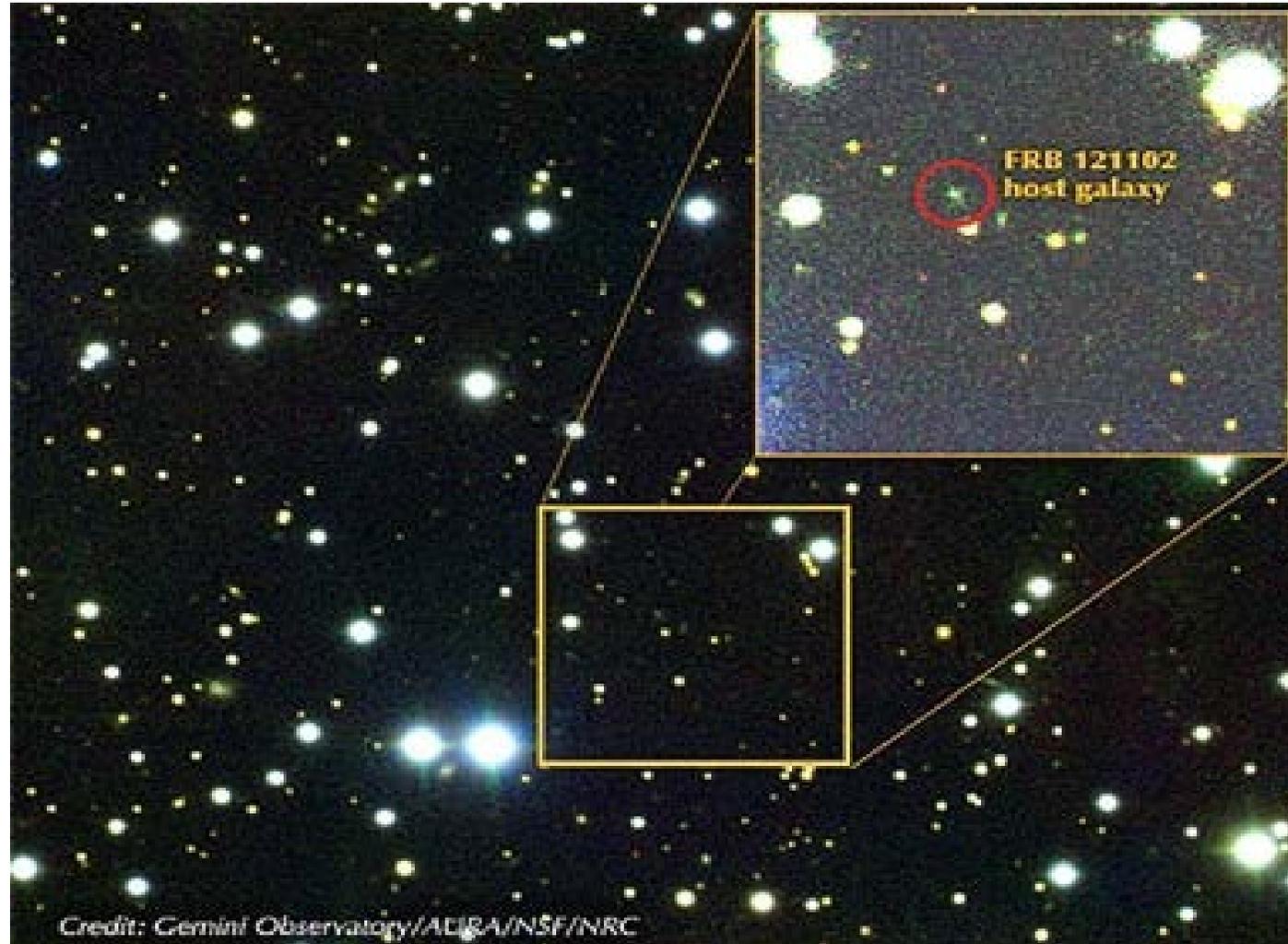
→ **一度発生すると続けて発生する**

There are periods with no bursts

(数時間～数か月)

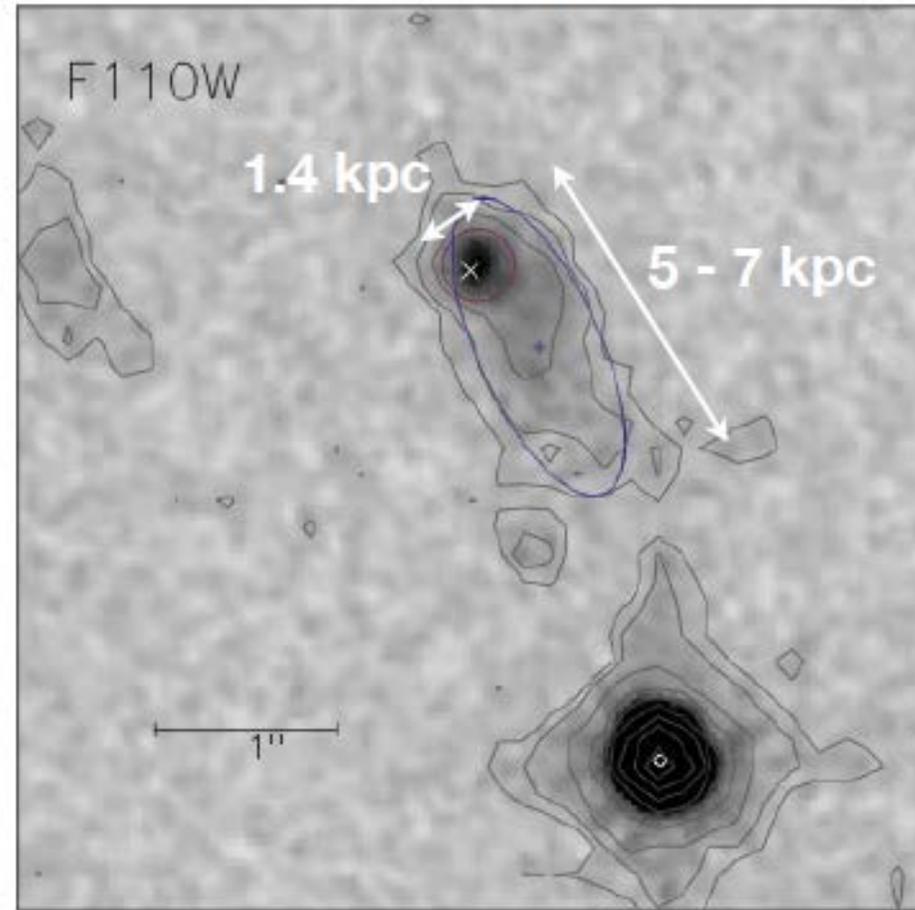
→ **しばらく休止期間がある**

繰り返される電波バースト FRB121102



HST image

L. Spitler FRBmeating (2018)



Bassa et al, ApJL, 843, 2017

高速電波バーストの発生起源？

持続時間～ミリ秒 → 小さな領域（中性子星）

強い電波放射 → 強磁場（中性子星）

標準的（天体物理学的）理解

大きな放射エネルギー → 超強磁場のエネルギー（magnetar）
中性子星同士の合体に伴うエネルギー
生まれたばかりの高速回転する中性子星の回転エネルギー

標準的（天体物理学的）理解

放射エネルギー量（ $\sim 10^{40}$ erg/s）, 発生頻度（ $\sim 10^3$ /day）, 持続時間（ $\sim 10^{-3}$ sec）を矛盾なく説明できるか？（詳細は兎も角、基本的観測値は何とかなりそう？）

（放射メカニズム？ 電波領域以外の電磁波はない？ スペクトルの特徴？

Repeating, Non repeating FRBs の違い 等々の説明は出来ていない）

2017年のwinter school (Piro, Carnegie observatory)

アクシオン
(axion)

What could FRBs be?

- Neutron stars collapsing to black holes, ejecting “magnetic hair” (Falcke & Rezzolla '14; Zhang '14)
- Merger of charged black holes (Zhang '16; Liu et al. '16; Liebling & Panenzuela '16)
- Magnetospheric activity during neutron star mergers (Totani '13)
- Unipolar inductor in neutron star mergers (Hansen & Lyutikov '01; Piro '12; Wang et al. '16)
- White dwarf mergers (Kashiyama et al. '13)
- Pulses from young neutron stars (Cordes & Wasserman '15; Connor et al. '15; Lyutikov et al. '16; Popov & Pshirkov '16; Kashiyama & Murase '17)
- Magnetars (Popov et al. '07; Kulkarni et al. '14; Lyubarsky '14; Katz '15; Pen & Connor '15)
- Sparks from cosmic strings (Vachaspati '08; Yu et al. '14)
- Evaporating primordial black holes (Rees '77; Keane et al. '12)
- White holes (Barrau et al. '14)
- Flaring stars (Loeb et al. '13; Maoz et al. '15)
- Axion stars (Tkachev '15; Iwazaki '15)
- Asteroids/comets falling onto neutron stars (Geng & Huang '15)
- Quark novae (Chand et al. '15)
- Dark matter-induced collapse of neutron stars (Fuller & Ott '15)
- Higgs portals to pulsar collapse (Bramante & Elahi '15)
- Planets interacting with a pulsar wind (Mottez & Zarka '15)
- Black hole superradiance (Conlon & Herdeiro '17)
- Extragalactic light sails (Lingam & Loeb '17)
- Schwinger instability in young magnetars (Lieu '17)
- Neutron star-white dwarf binaries (Gu et al. '16)

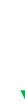
FRB Models

最近の最も標準なアイデア

- ↓ Pulsar on steroids
- Magnetar giant flares
- Millisecond magnetars
- Merging charged black holes
- Merging neutron stars
- Merging white dwarfs
- Asteroids hitting pulsars
- Neutron stars collapsing into blackholes

- Superconducting dipoles
- Dicke's superradiance
- Pulsar "combs"
- Current sheets
- Cosmic string cusps
- Exotic forms of matter – axion stars, quark novae

岩崎のモデル



Mostly observationally limited
But would like falsifiable models

繰り返されるFRBは、中性子星同士の合体等の一度限りの現象ではない。可能なモデルが制限される

高速電波バーストの発生メカニズム

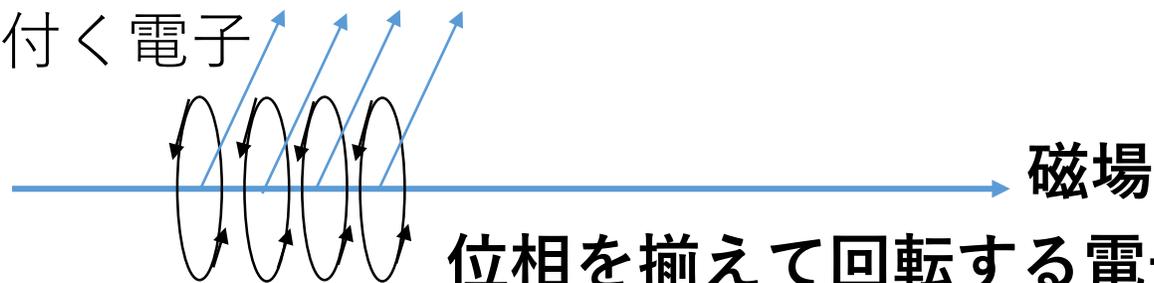
😊 放射エネルギー $\sim 10^{40} \text{ erg/s}$

熱放射のような incoherent radiation (粒子数に比例) ではない。

coherent radiation (粒子数の2乗に比例)

(パルサーの巨大電波パルス; メカニズムは不明)

磁場に巻き付く電子
からの放射



位相を揃えて回転する電子 (位相の揃え方? 非線形効果?)

高速電波バーストの発生メカニズム (アクシオン) **コヒーレントな双極子放射**

空間的に一様電場中の電子； すべての電子が位相を揃えて振動する

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = e\vec{E}(t), \quad \vec{E}(t) = \vec{E}_0 \cos(m_a t)$$
$$\vec{p}(t) = e\vec{E}_0 \sin(m_a t) / m_a + \vec{p}(t=0)$$

ただし、振動エネルギーが熱化するまで。
熱化で振動は乱されコヒーレンスを失う

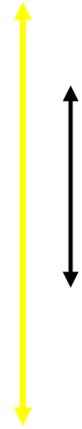
外部磁場 \vec{B} 中の振動するアクシオン場 $a(t, r) \propto \cos(m_a t)$ があると
振動する一様電場の発生；

解 $\vec{\partial} \cdot \vec{E} = \frac{-\alpha \vec{\partial} \cdot (a(t, r) \vec{B})}{f_a \pi} \quad f_a ; \text{ axion decay constant}$

$$\vec{E}(t) = -\alpha a(t, r) \vec{B} \cos(m_a t) / f_a \pi \propto \cos(m_a t) \quad m_a ; \text{ axion mass}$$

termination of coherent radiations

Oscillating electric field $\vec{E} \propto \cos(m_a t)$



oscillating electrons

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = e\vec{E}$$

電場による電子の振動は、振動エネルギーの熱化のために、温度上昇により、そのコヒーレントはストップしてしまう。

oscillation energy $p^2 / 2m_e \sim (eE)^2 / m_e m_a^2 \sim 2 \times 10^4 eV \left(\frac{eB}{10^{11} G} \right)^2 \approx T_c$ temperature

電子ガスの温度

$$T_c \sim 2 \times 10^4 eV \left(\frac{eB}{10^{11} G} \right)^2$$

熱揺らぎでコヒーレンスが消える
(コヒーレント放射がストップ)
FRBの持続時間msec より短い

アクシオンとは？

Strong CP 問題解決の自然な解

$$\theta F^{\mu\nu} \tilde{F}_{\mu\nu}; \quad \theta \cong 0?$$

(gluon)

Pecci-Quinn $U(1)_{PQ}$ symmetryを導入； $\theta \rightarrow \theta + \alpha$
(chiral symmetry)

高いエネルギーでその対称性は破れる；破れのスケール $f_a \approx 10^{12} \text{ GeV}$

Nambu-Goldstone boson； axion $a(t, \vec{x})$: $a F^{\mu\nu} \tilde{F}_{\mu\nu}$

電磁場との相互作用 $\frac{\alpha a(t, \vec{x}) \vec{E} \cdot \vec{B}}{f_a \pi}$ \longrightarrow 磁場中にaxion場があると電場が発生

高速電波バーストの発生メカニズム (アクシオン)

Coherent (古典的) なaxion 場は、磁場中で振動する電場を発生する

Axion star はcoherentな axion 場の1つ。

(axion star は、axionが自己重力で緩く束縛したもの)

例 球対称解 (質量= $2 \times 10^{-12} M_{sun}$ 半径=360km)

$$a(r, t) = a_0 f_a \exp(-r/R_a) \cos(m_a t)$$

$$a_0 \cong 1.2 \times 10^{-7} \left(\frac{360 \text{ km}}{R_a} \right)^2 \frac{0.6 \times 10^{-5} \text{ eV}}{m_a}$$

$$R_a = \frac{m_{pl}^2}{m_a^2 M_a} \cong 360 \text{ km} \left(\frac{0.6 \times 10^{-5} \text{ eV}}{m_a} \right)^2 \left(\frac{2 \times 10^{-12} M_{sun}}{M_a} \right)$$

Non repeating FRBが中性子星とaxion starとの衝突で発生する。
その頻度から、およそその半径(質量)が決まる

$$m_a = 0.6 \times 10^{-5} \text{ eV} \rightarrow \nu = \frac{m_a}{2\pi} \cong 1.4 \text{ GHz}$$

Coherence of axions in axion stars

球対称でなくとも古典的なreal scalar 場として扱える

The number of axions in the volume $\lambda_a^3 = \left(\frac{2\pi}{m_a}\right)^3 \sim (20\text{cm})^3$ is huge $\approx 10^{41}$

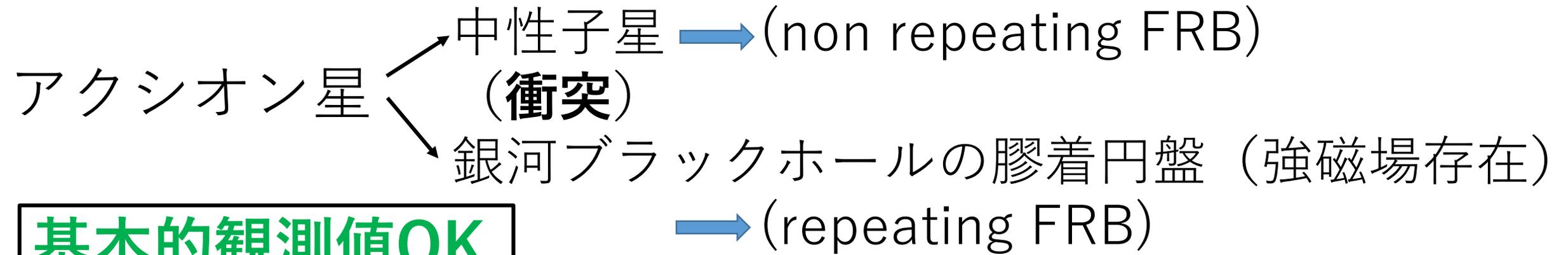
$$M_a \left(\frac{\lambda_a}{R_a}\right)^3 / m_a \approx 10^{-12} M_{sun} \left(\frac{20\text{cm}}{3.6 \times 10^7 \text{cm}}\right)^3 / (0.6 \times 10^{-5} \text{eV}) \approx 10^{41}$$

Axion star の質量は潮汐力では変化しない。形状、体積は 変化するが、体積のオーダーは大きく変わらない

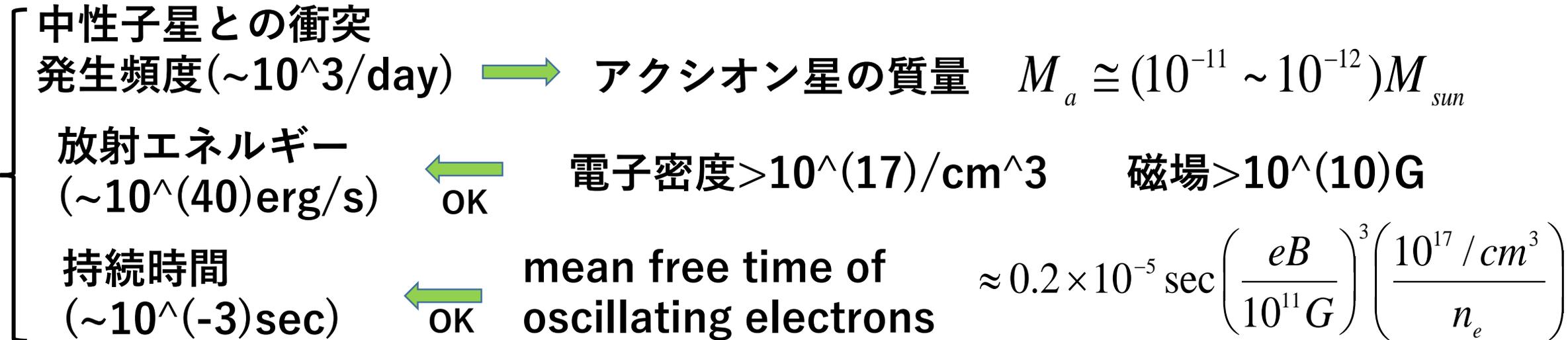
$$M_a \approx \int d^3x (m_a a)^2 \cong (m_a a_0 f_a)^2 \times \text{volume}$$

Axion amplitude a_0 は変わらない

高速電波バーストの発生メカニズム (アクシオン)



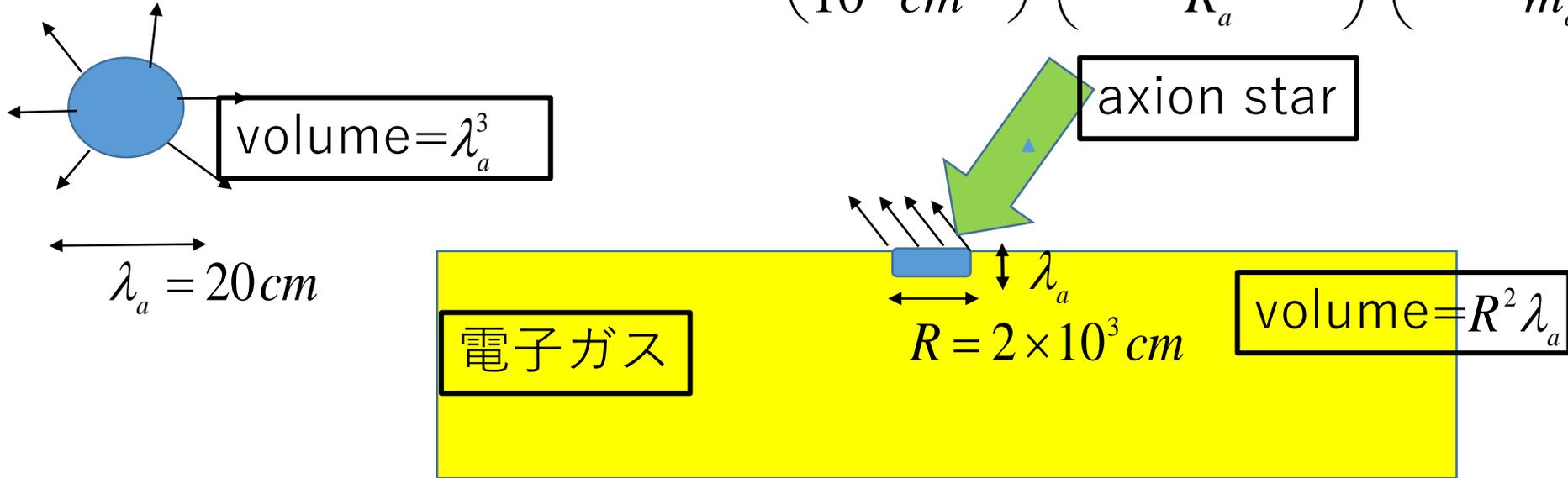
基本的観測値OK



$$\lambda_a \equiv 2\pi / m_a \sim 20 \text{ cm} \frac{0.6 \times 10^{-5} \text{ eV}}{m_a}$$

$N (= n_e \lambda_a^3)$ 個の電子からのコヒーレントな放射

$$W = w N^2 = w (n_e \lambda_a^3)^2 \cong 10^{33} \text{ erg/s} \left(\frac{n_e}{10^{17} \text{ cm}^{-3}} \right)^2 \left(\frac{3.5 \times 10^2 \text{ km}}{R_a} \right)^4 \left(\frac{0.6 \times 10^{-5} \text{ eV}}{m_a} \right)^8 \left(\frac{eB}{10^{11} \text{ G}} \right)^2$$



単位時間の放射エネルギー

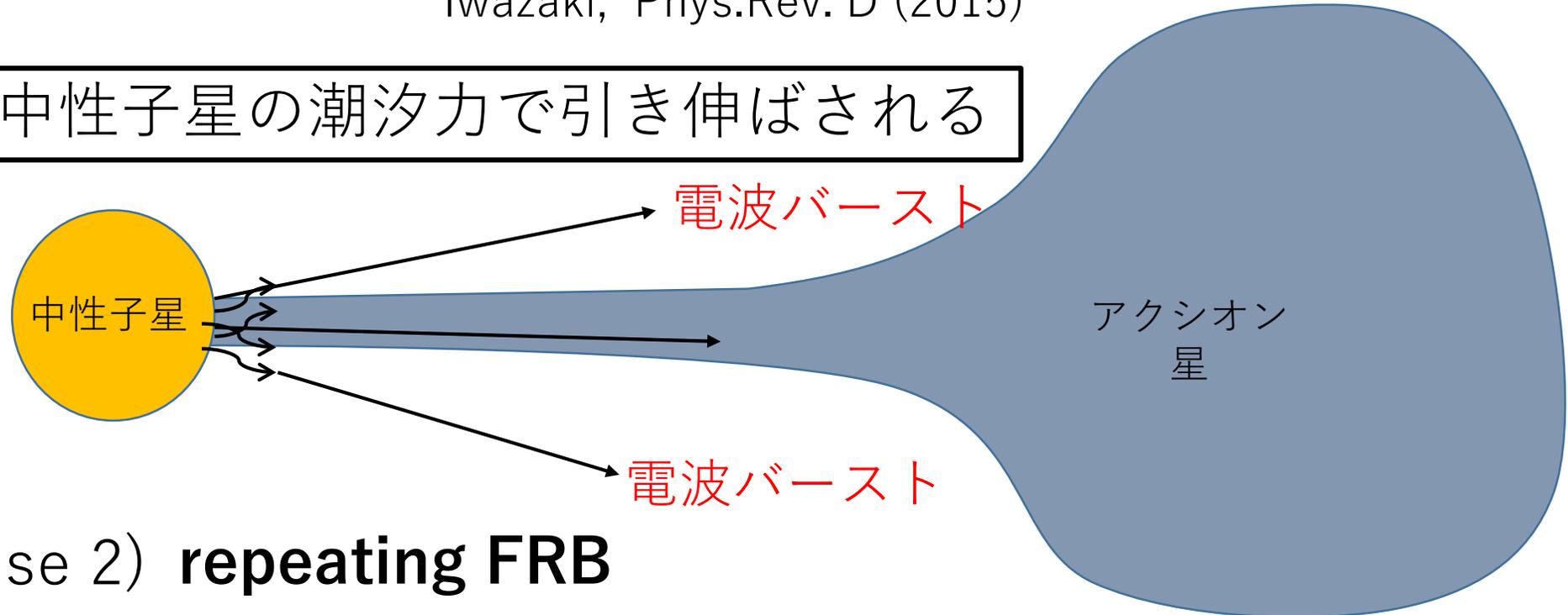
$$W = w (n_e \lambda_a R^2)^2 \cong 10^{41} \text{ erg/s} \left(\frac{R^2}{(2 \times 10^3 \text{ cm})^2} \frac{(20 \text{ cm})^2}{\lambda_a^2} \right)^2 \left(\frac{n_e}{10^{17} \text{ cm}^{-3}} \right)^2 \left(\frac{3.5 \times 10^2 \text{ km}}{R_a} \right)^4 \left(\frac{0.6 \times 10^{-5} \text{ eV}}{m_a} \right)^8 \left(\frac{eB}{10^{11} \text{ G}} \right)^2$$

case 1) **Non repeating FRB**

アクシオン星と中性子星の衝突（一回の衝突）

Iwazaki, Phys.Rev. D (2015)

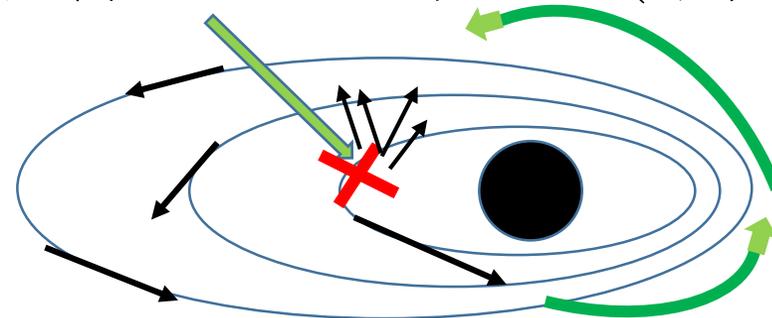
中性子星の潮汐力で引き伸ばされる



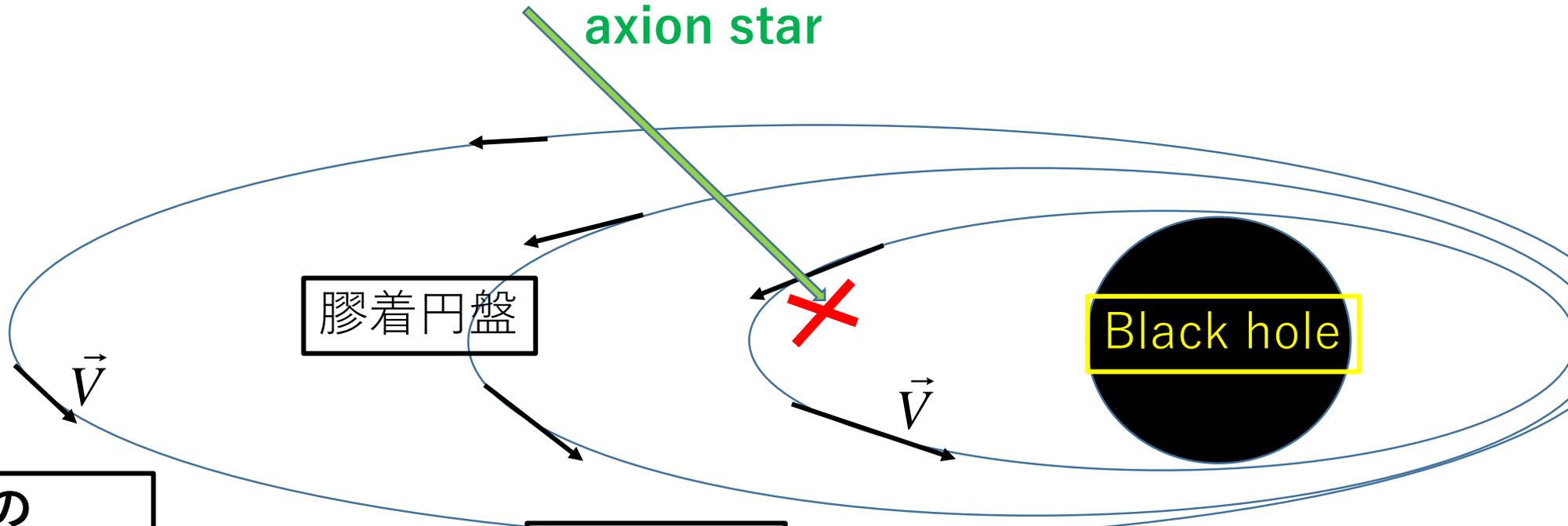
case 2) **repeating FRB**

アクシオン星とブラックホールの膠着円盤との衝突（数回の衝突）

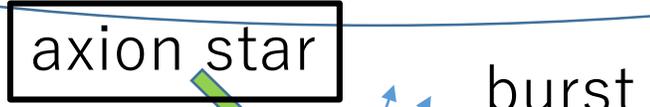
回転しながら衝突を繰り返す



アクシオン星と膠着円盤の衝突（アクシオン星はブラックホールの周りを回転しながら衝突を繰り返す）



暗黒物質としての
アクシオン星は
銀河中心に数多くある



膠着円盤

衝突を横から見た図

Line spectrum thermally broaden

熱揺らぎで、輝線ペクトルは広がる。幅 $\delta\nu$ は電子ガスの温度 T_c で決まる
(双極子放射)

$$S(\nu) \propto \exp\left(-\frac{(\nu - \nu_c)^2}{2(\delta\nu)^2}\right), \quad \delta\nu = \nu_c \sqrt{\frac{T_c}{m_e}}, \quad T_c \approx 2 \times 10^4 \text{ eV} \left(\frac{eB}{10^{11} \text{ G}}\right)^2$$

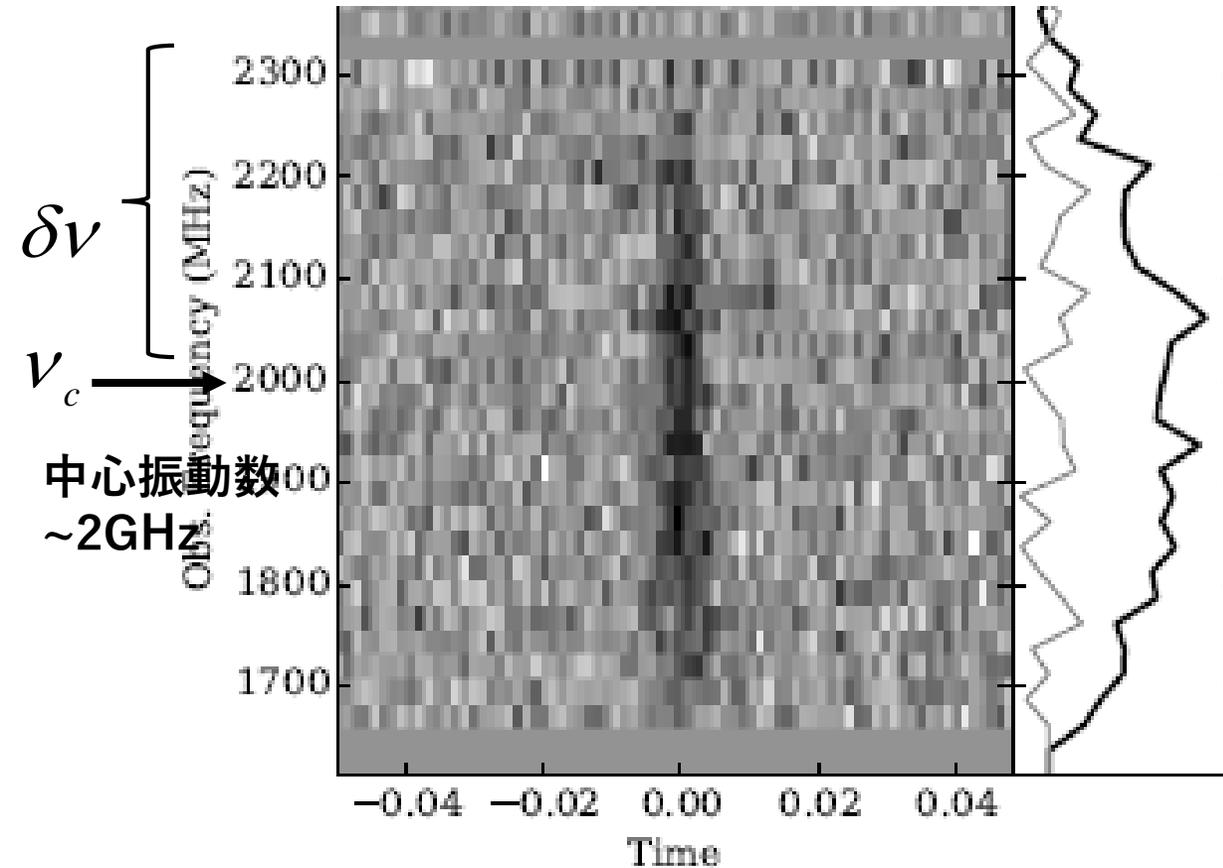
A. I.
arXiv:1707.04827

$\delta\nu \propto \nu_c$ バンド幅は中心振動数 ν_c に比例

$$\delta\nu = 3\text{GHz} \sqrt{\frac{T_c}{m_e}} \cong 430\text{MHz} \frac{eB}{3.3 \times 10^{10} \text{ G}} \quad \text{for } \nu_c = 3\text{GHz}$$

coincident with recent observation; arXiv:1705.07553

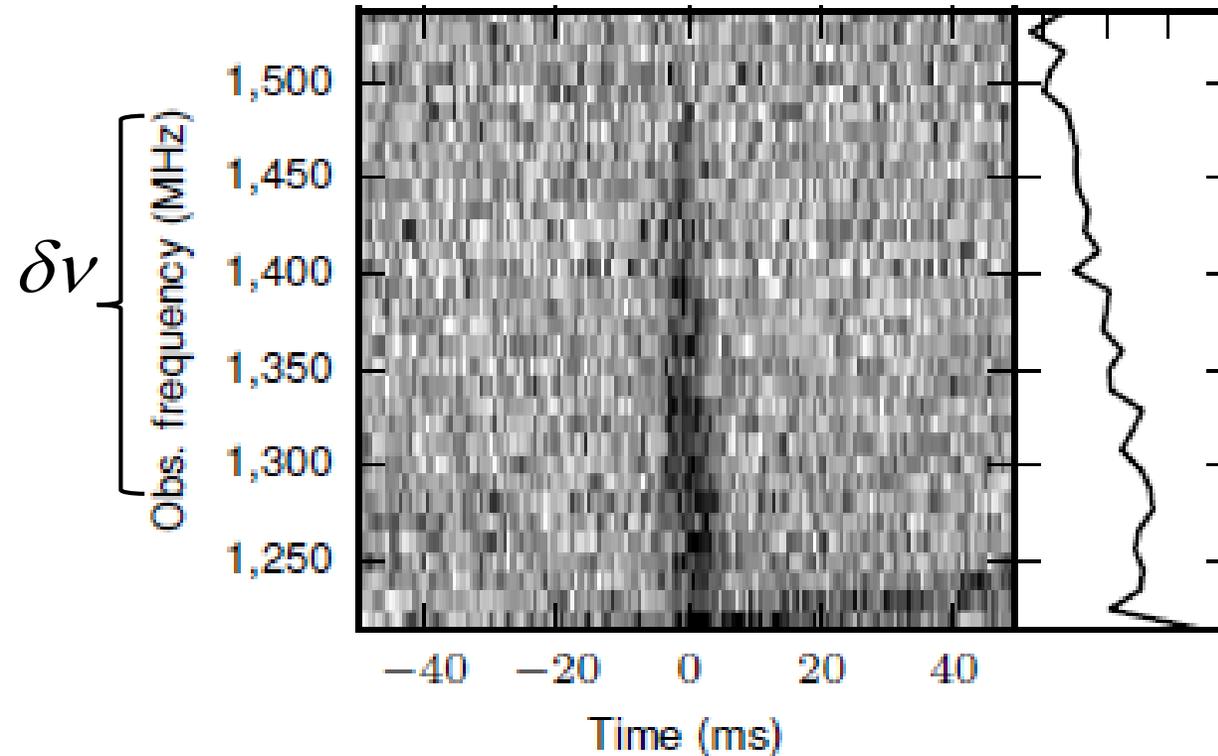
エネルギー発生率とバンド幅を説明するのに必要な磁場の強さが一致



中心振動数 $\nu_c \sim 2\text{GHz}$

$\delta\nu \sim 300\text{MHz}$ for $\nu_c = 2\text{GHz}$

repeating FRB121102



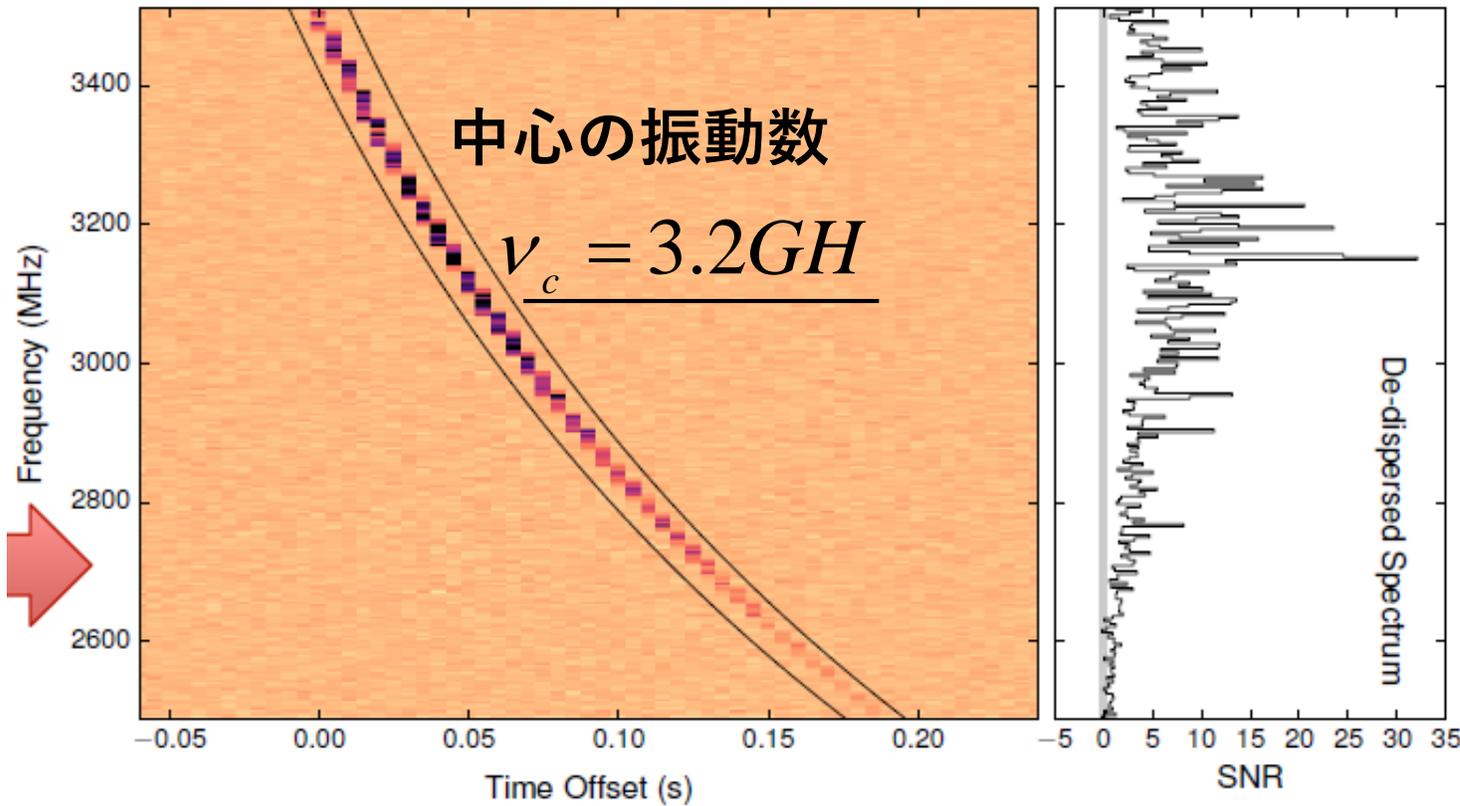
中心振動数 $\nu_c \sim 1.3\text{GHz}$

$\delta\nu \sim 200\text{MHz}$ for $\nu_c = 1.3\text{GHz}$

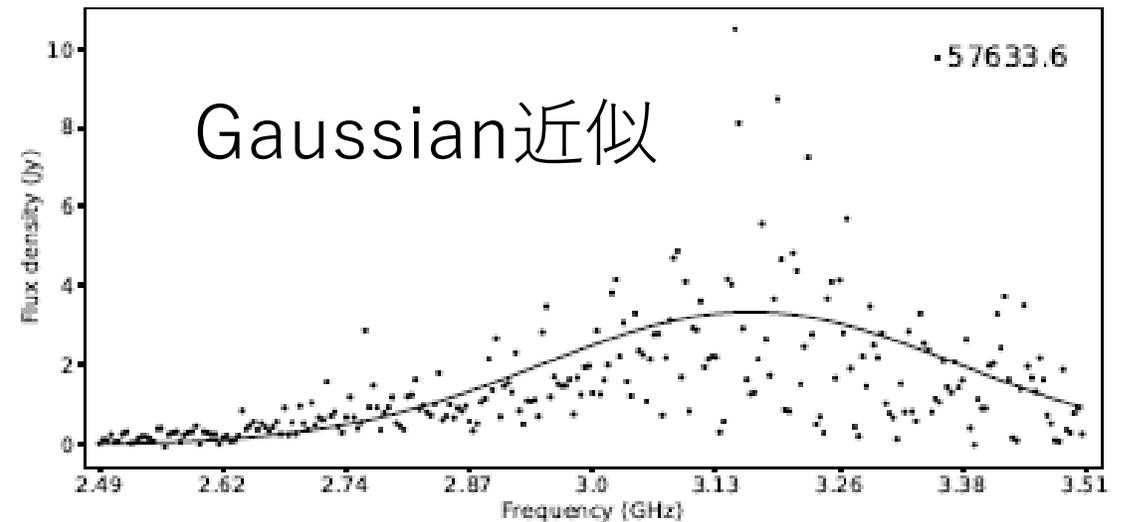
repeating FRB121102

C. Law et al.
arXiv:1705.07553

スペクトルが有限幅を持つことを
観測的に初めて指摘した



$$\delta\nu \sim 500MHz \quad \text{for } \underline{\nu_c = 3GH}$$



Repeating FRB121102 のデータに関して

Bandwidths $\delta\nu$ are proportional to the center frequencies ν_c

V. Gajjar, et.al. arXiv:1804.04101

$$\delta\nu \cong 1000\text{MHz} \quad \text{for } \nu_c = 6\text{GHz},$$

$$\delta\nu \cong 500\text{MHz} \quad \text{for } \nu_c = 3\text{GHz},$$

$$\delta\nu \cong 300\text{MHz} \quad \text{for } \nu_c = 2\text{GHz},$$

$$\delta\nu \cong 200\text{MHz} \quad \text{for } \nu_c = 1.3\text{GHz}$$

A. I.

arXiv:1707.04827

バンド幅 $\delta\nu$ は中心振動数 ν_c に比例

(熱効果でスペクトルの広がりを示唆)

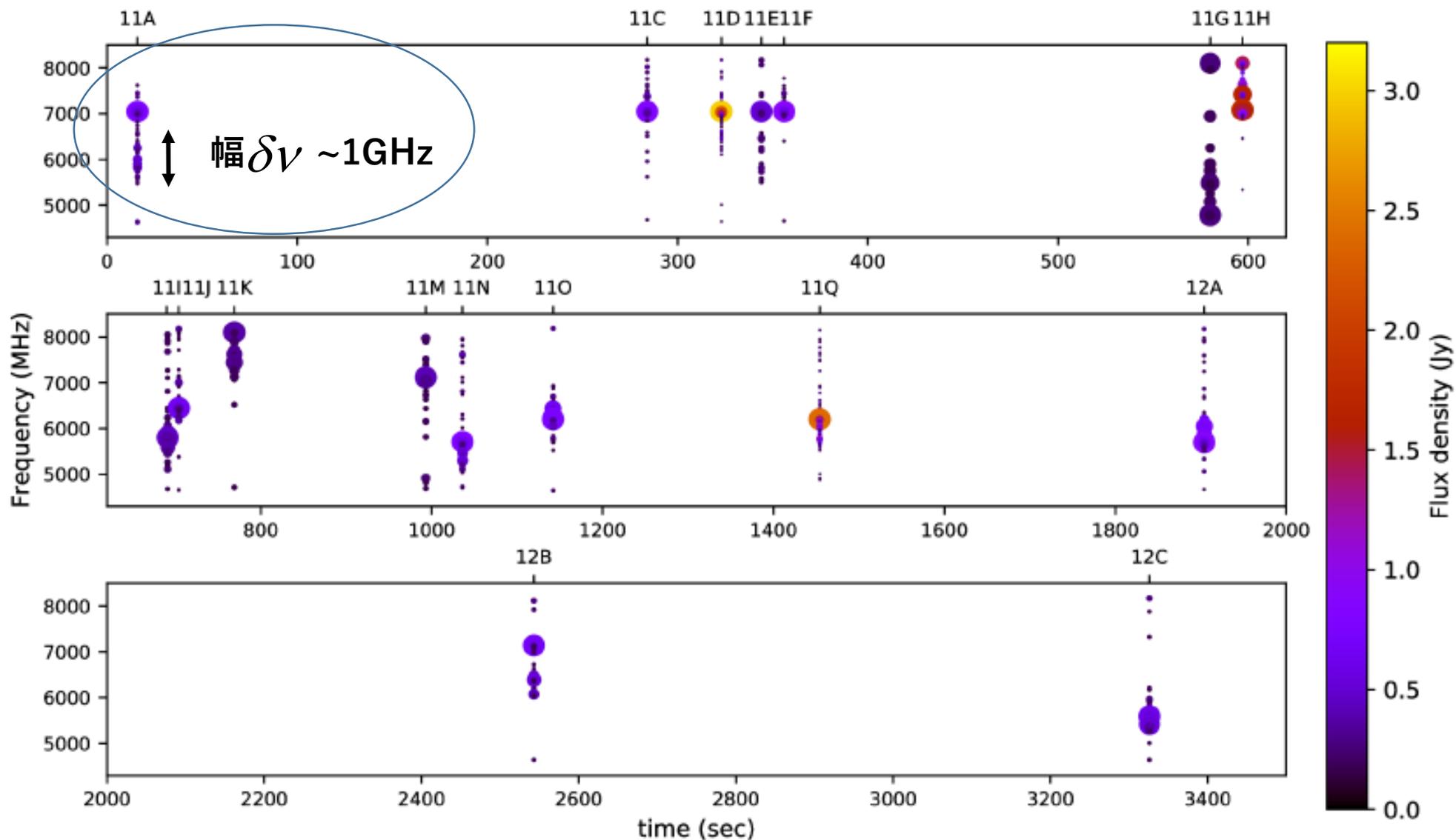
$$\delta\nu = \nu_c \sqrt{\frac{T_c}{m_e}}, \quad T_c \approx 2 \times 10^4 \text{ eV} \left(\frac{eB}{10^{11} \text{ G}} \right)^2$$

幅は磁場にも依存するが、
アクシオンモデルはおおむね観測値を説明

Repeating FRB121102

V. Gajjar, et.al.

arXiv:1804.04101



様々な中心振動数の存在は、衝突地点の膠着円盤の速度の違い
 (ドップラー効果)

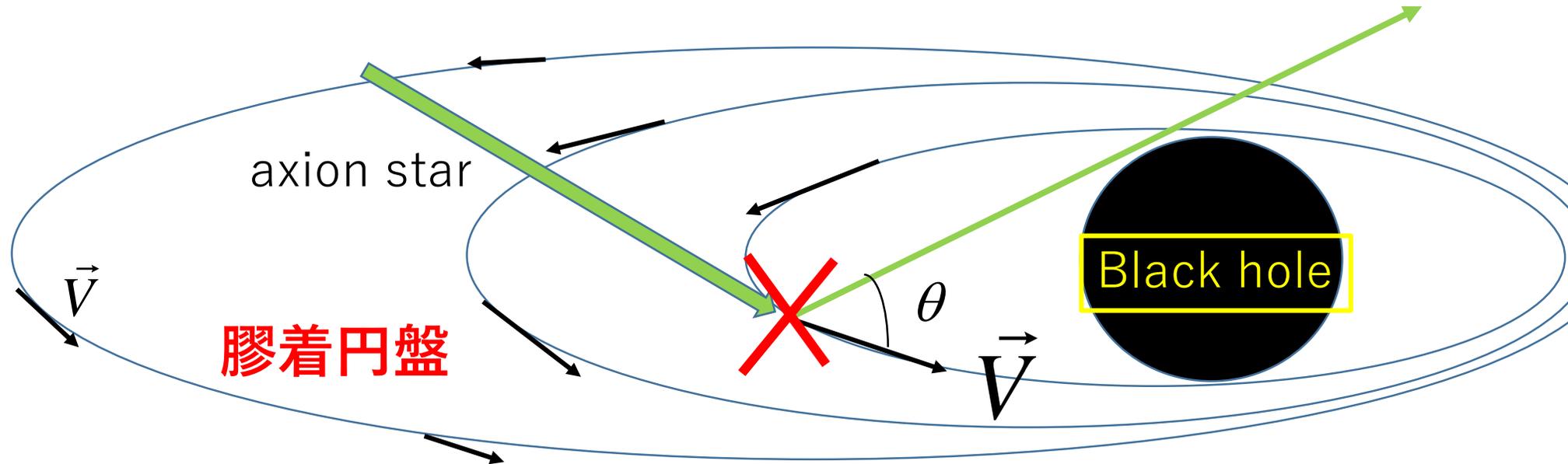
Various center frequencies ν_c arise from the velocities \vec{V} of the accretion disk $\nu_c = 1.3\text{GHz} \sim 6\text{GHz}$; **Doppler effect**

$$\nu_c = \nu_{\text{int}} \sqrt{1 - V^2} / (1 - V \cos(\theta))$$

A. I.
 arXiv:1707.04827

line of sight

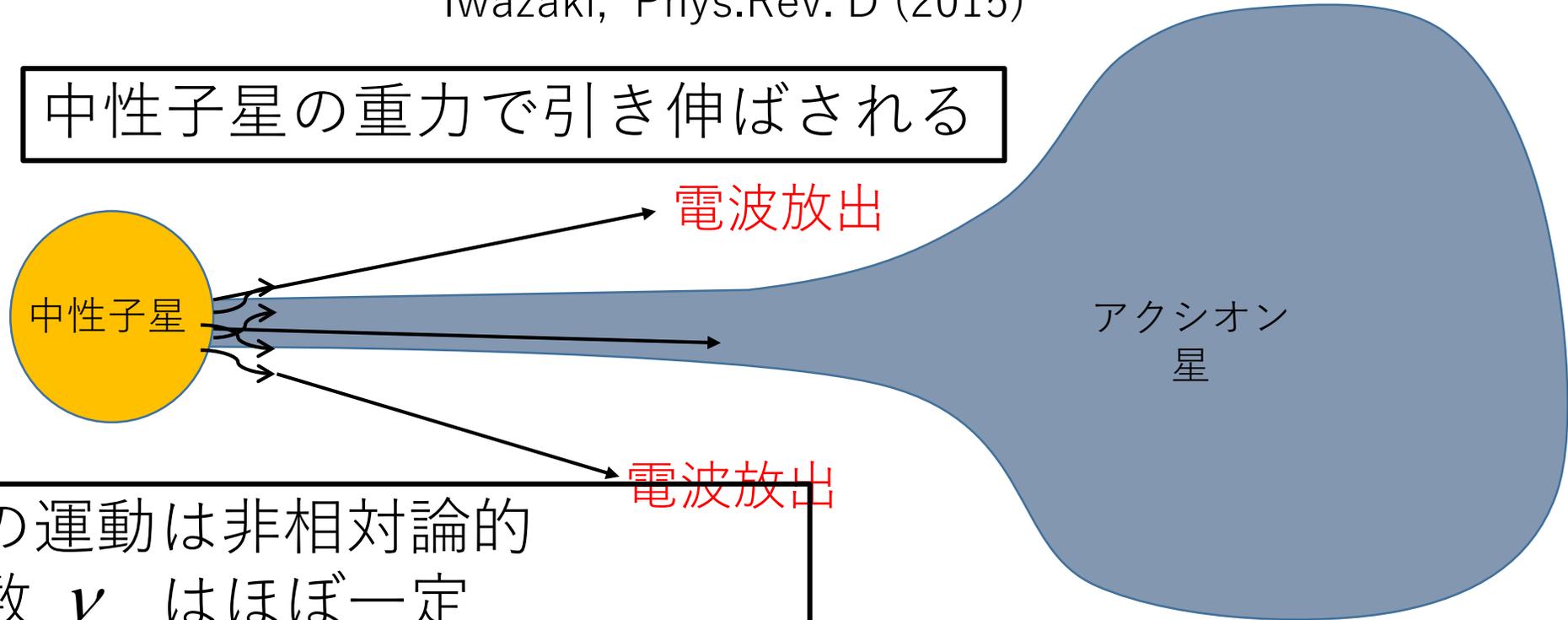
$$\nu_{\text{int}} = \frac{m_a}{2\pi}$$



Non repeating FRB

アクシオン星と中性子星の衝突（一回の衝突）

Iwazaki, Phys.Rev. D (2015)



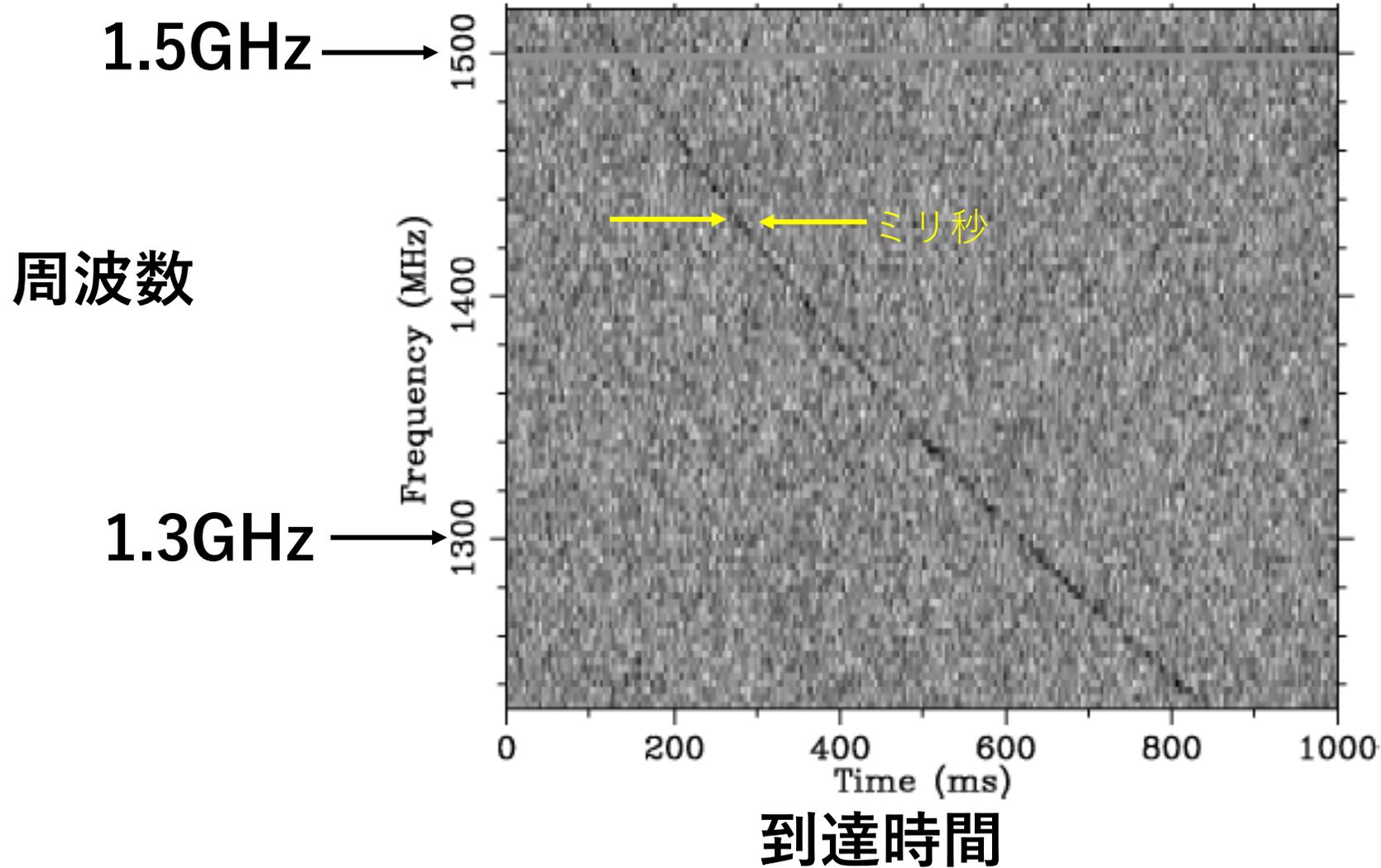
電子ガスの運動は非相対論的
中心振動数 ν_c はほぼ一定

観測された振動数
0.8GHz~1.6GHz

幅 $\delta\nu$ (>300~400MHz) は観測されず。

$$\nu_c = \nu_{\text{int}} \sqrt{1 - V^2} / (1 - V \cos(\theta))$$
$$\approx \nu_{\text{int}} \quad V \cong 0$$

non repeating FRB



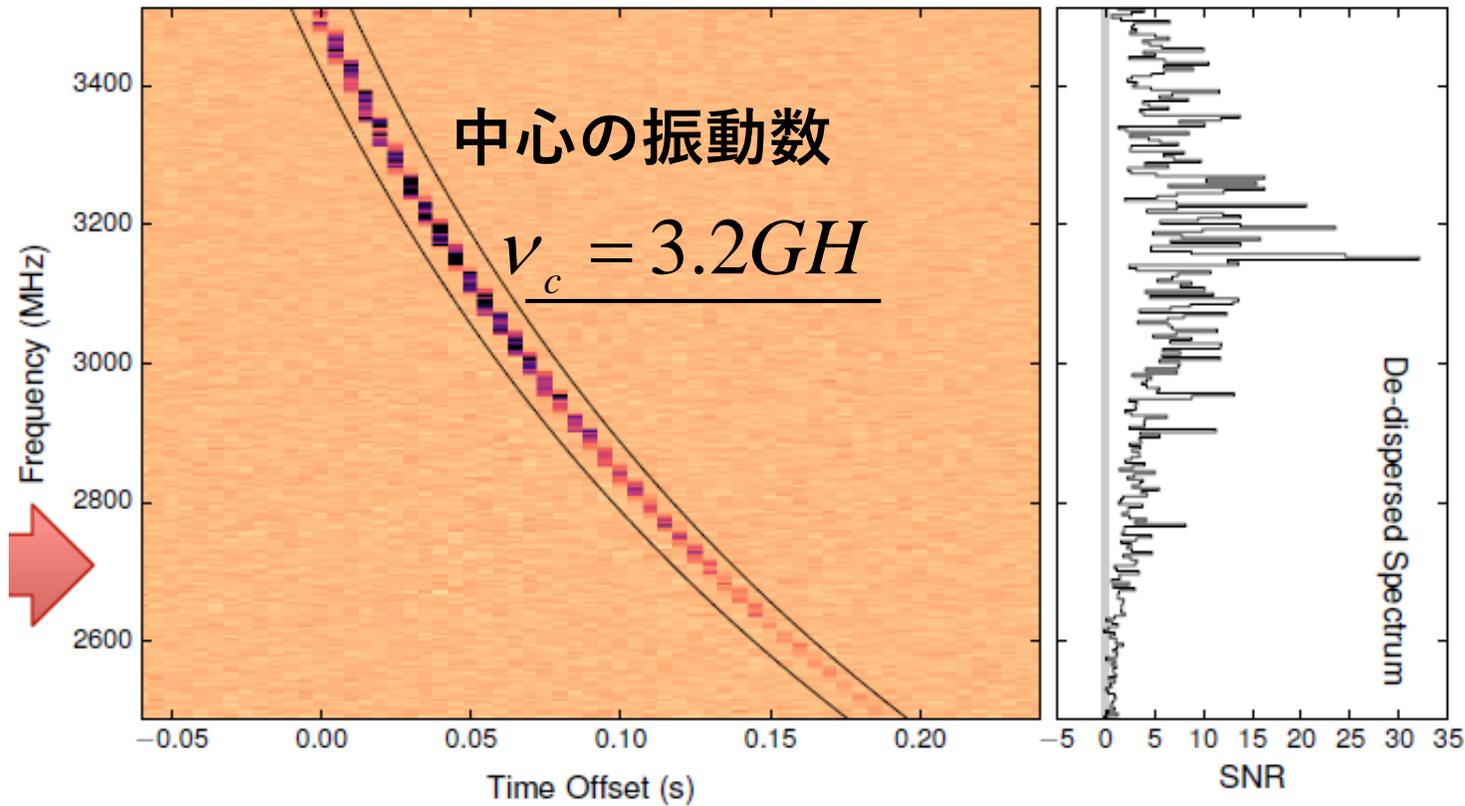
Parkes 天文台
(オーストラリア)



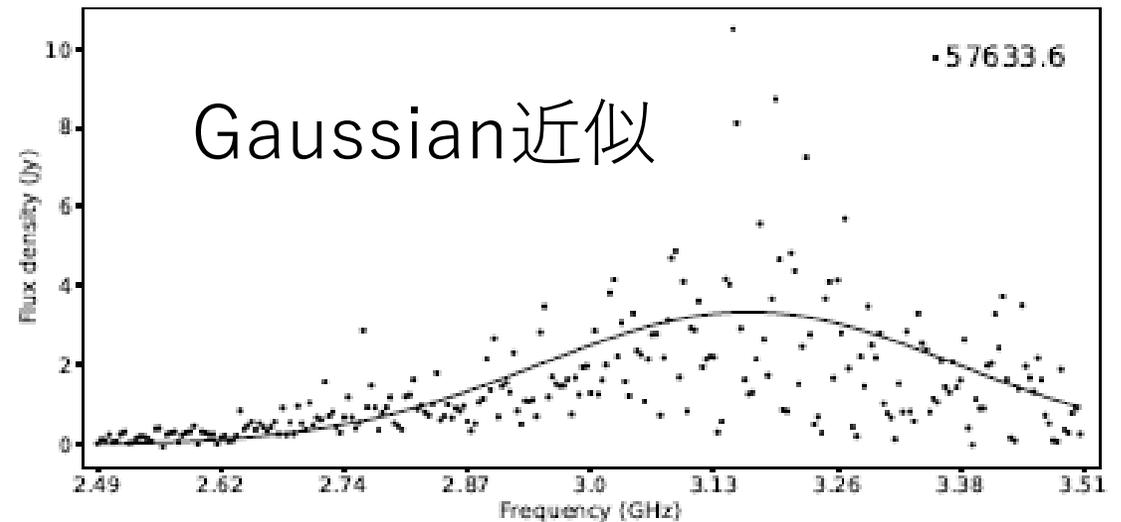
周波数の違いによる到達時間の差
(dispersion measure)

repeating FRB121102

C. Law et al.
arXiv:1705.07553



$$\delta\nu \sim 500MHz \quad \text{for } \underline{\nu_c = 3GH}$$



Non repeating FRB で観測された振動数
0.8GHz~1.6GHz
幅 $\delta\nu (>300\sim400\text{MHz})$ は観測されず。

$$\delta\nu(\text{non repeating}) > \delta\nu(\text{repeating}) \approx 200\text{MHz}$$



$$\delta\nu = \nu_c \sqrt{\frac{T_c}{m_e}} \propto B, \quad T_c \approx 2 \times 10^4 \text{ eV} \left(\frac{eB}{10^{11} \text{ G}} \right)^2$$

中性子星の磁場 > 膠着円盤の磁場

電波強度 (non repeating)

(0.5~6) Jy at 1.4GHz

$$1 \text{ Jy} = 10^{-26} \text{ W m}^{-2} \text{ Hz}^{-1}$$

電波強度 (repeating)

Jy (ジャンスキー)

(0.02~0.1) Jy at 1.4GHz

一桁ほど non repeating FRBの方が大きい

中性子星の磁場 > 膠着円盤の磁場

$$W = w(n_e \lambda_a R^2)^2 \cong 10^{41} \text{ erg/s} \left(\frac{R^2}{(2 \times 10^3 \text{ cm})^2} \frac{(20 \text{ cm})^2}{\lambda_a^2} \right)^2 \left(\frac{n_e}{10^{17} \text{ cm}^{-3}} \right)^2 \left(\frac{3.5 \times 10^2 \text{ km}}{R_a} \right)^4 \left(\frac{0.6 \times 10^{-5} \text{ eV}}{m_a} \right)^8 \left(\frac{eB}{10^{11} \text{ G}} \right)^2$$

$$\propto B^2$$

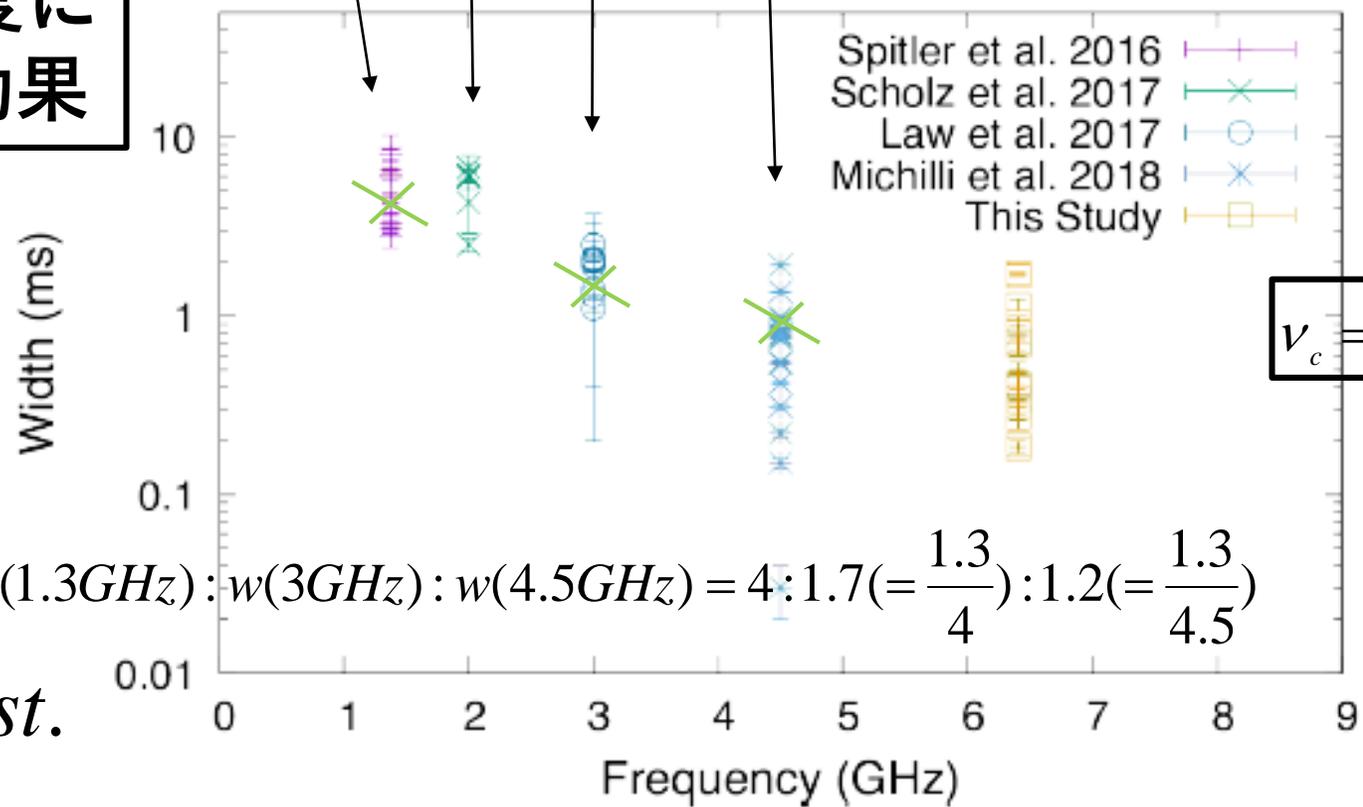
バーストの持続時間 $w(\nu_c)$ が中心振動数と共に減少する

repeating FRB121102

Gajjar, et al.
arXiv:1804.04101

膠着円盤の速度による Doppler 効果

$$V_{1.3} < V_2 < V_3 < V_{4.5}$$



$$\nu_c = \nu_{\text{int}} \sqrt{1 - V^2} / (1 - V \cos(\theta))$$

$$w(1.3\text{GHz}) : w(3\text{GHz}) : w(4.5\text{GHz}) = 4 : 1.7 (= \frac{1.3}{4}) : 1.2 (= \frac{1.3}{4.5})$$

$$w(\nu_c) \nu_c = \text{const.}$$

振動数 ν_c に依らない

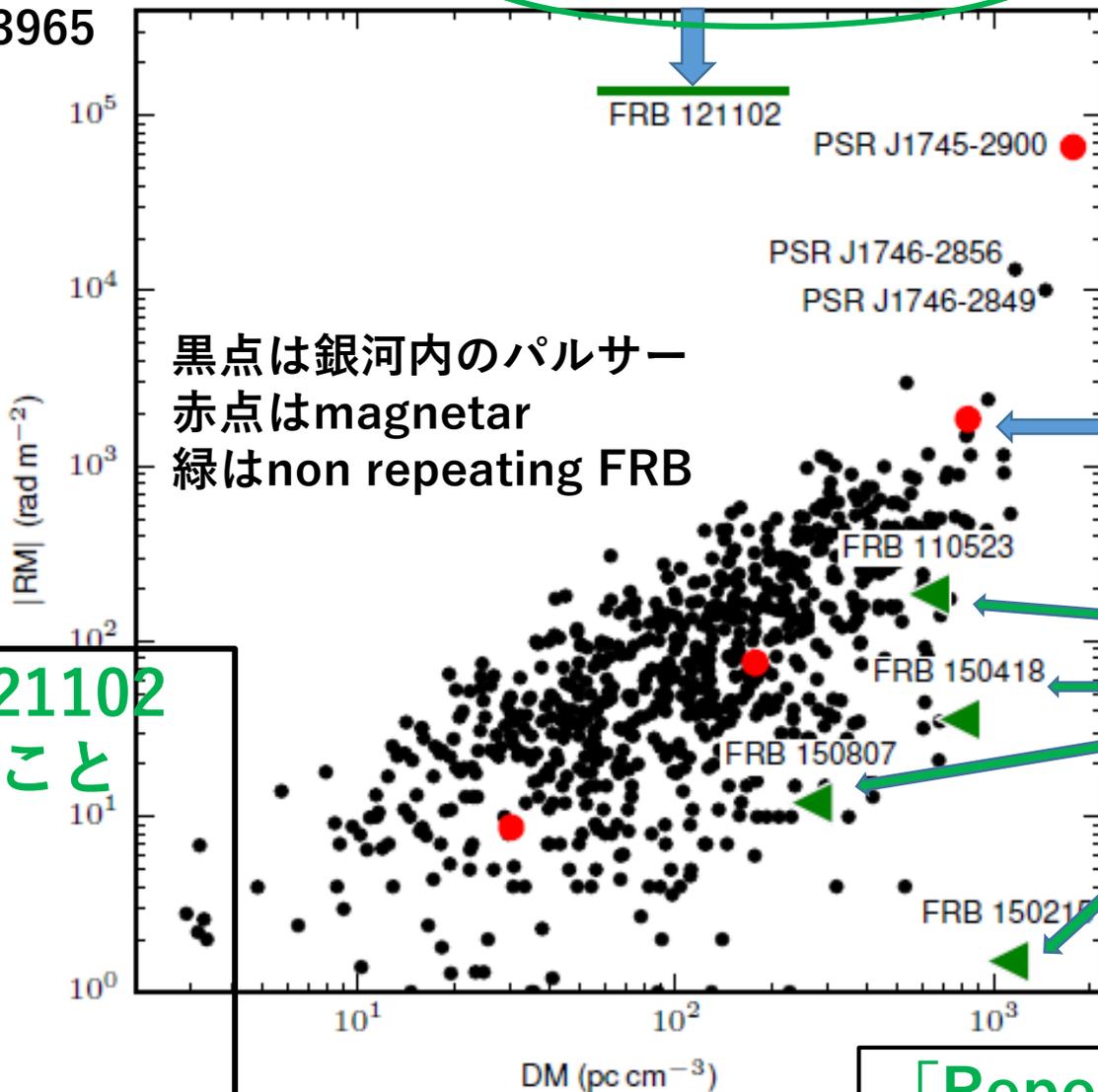
Mitilli, et al.
arXiv:1801.03965

rotation
measure

$$\int_{source}^{earth} n_e e B_L dx$$

Repeating FRB121102
が銀河中心にあること
を示唆

100% 線偏光!
(双極子放射)



dispersion measure

銀河中心付近のパルサー

銀河中心付近のパルサー

magnetar

Non-repeating FRBs
通常のパルサーに近い

「Repeating FRB」と「non-repeating FRB」は環境が異なる

マグネッター？

銀河中心？

Two models

L. Spitler FRBmeating (2018)

The burst source is a young magnetar in an energetic nebula



Credit: NASA/Hubble

The bursting source (neutron star?) is in the vicinity of an intermediate massive black hole



Credit: NASA/Goddard Space Flight Center Conceptual Image Lab

結論

高速電波バーストの起源

暗黒物質アクシオン星と磁気流体との衝突

non repeating FRB ← 中性子星との衝突

repeating FRB ← 銀河中心の膠着円盤との衝突

FRBが有限幅 $\delta\nu = 200\text{MHz} \sim 1\text{GHz}$ を持つこと } 熱揺らぎ

$\delta\nu(\text{non repeating}) > \delta\nu(\text{repeating}) \approx 200\text{MHz}$

$\text{Flux}(\text{non repeating}) > \text{Flux}(\text{repeating})$

$B_{\text{non rep}} > B_{\text{rep}}$

Repeating FRBが様々な中心振動数 $1.4\text{GHz} < \nu_c < 8\text{GHz}$ } Doppler effect

$w(\nu_c = 1.4\text{GHz}) > w(\nu_c = 3\text{GHz}) > w(\nu_c = 4.5\text{GHz})$

Repeating FRBは、矮小銀河中心

特徴

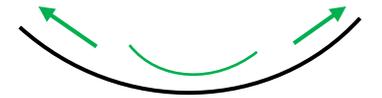
axion starの生成

初期宇宙で1GeVあたりで、インスタントン効果で、アクシオン $\theta \equiv a / f_{PQ}$ は質量を獲得

axion potential, $\propto \cos(\theta)$

$$\theta = a(t) / f_{PQ} \propto \cos(m_a t)$$

因果的に結びついてない領域では、それぞれの θ は、ばらばらな振動（位相は揃っていない）



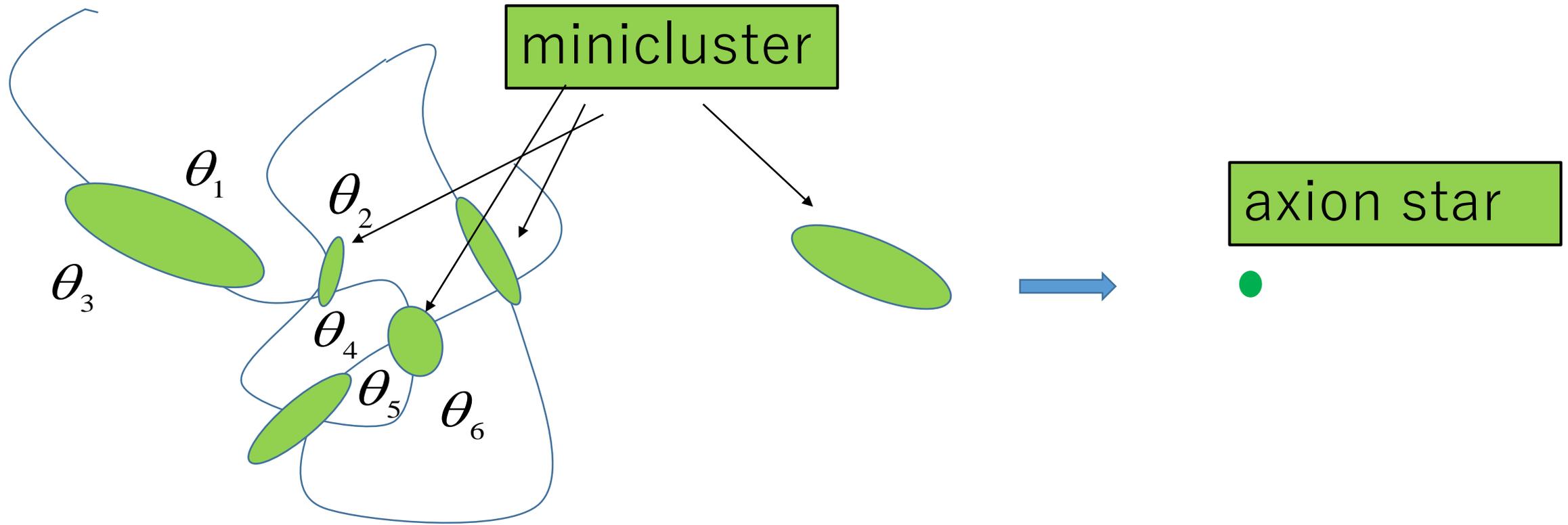
時間が経ち、それぞれの領域が因果的に結びついてくると密度揺らぎが発生

密度揺らぎが成長してミニクラスターを作る

Kolb, Tkachev 1993, 1996

$$M_a \approx 10^{-12} M_{sun}$$

Gravitational cooling でミニクラスターはさらには凝縮
→ axion star



時間が経ち、異なる θ 領域が、因果的に結びついてくると密度揺らぎが発生。それが成長し、miniclusterを作る

miniclusterは、余分な運動エネルギーを放出して、さらに収縮し、axion starに成長する。

Home | News | Physics | Space



New scientist の記事

DAILY NEWS 1 August 2017

Fast radio bursts may be dark matter 'stars' hitting black holes



POPULAR

Mind over matter: You really can think yourself healthier and happier

Prehistoric girl had parents belonging to different human species

One bad night's sleep can make you put on fat and lose muscle mass

Advertisement

More ideas...
 More discoveries...
 More value

➔ [Aiichi Iwazaki](#) at Nishogakusha University in Tokyo says that because the early universe was smaller and offered more chances for axions to attract each other, they would have clumped together to form axion “stars”. Their tendency would be to cluster near the centre of galaxies, making them more likely to pass near the supermassive black holes that sit there and run into the accretion discs of gas that surround them.

“If there are many axion stars in the centres, we expect that some of them collide with the black hole accretion disc,” says Iwazaki. The magnetic field of the disc would cause some axions to decay into individual photons that are then seen on Earth as a fast radio burst (FRB), reaching us at the lower energies of radio wavelengths. There would be enough photons that the signal would still be bright.

This mechanism may also explain [why some FRBs repeat at irregular intervals](#). So far, only one repeating burst has been found: FRB 121102, located in a galaxy some 2.5 billion light years away.

According to Iwazaki, such an effect could result from an axion star passing through a black hole’s accretion disc over and over. It would do so at irregular intervals until the disc’s magnetic field converted enough axions to photons that the axions could no longer form a compact clump.

In 2015, Iwazaki theorised that FRBs were the product of axion stars hitting the magnetic fields of neutron stars, the corpses of stars several times the sun’s mass. That wouldn’t explain the repetition seen from FRB 121102, because neutron stars don’t have accretion discs that would simply pull material off the axions rather than destroying them.

Axion reaction

[Leslie Rosenberg](#) at the University of Washington in Seattle says Iwazaki’s idea could be supported by mainstream physics, and that suggesting exotic sources for unexplained phenomena can be useful in any case.

One issue with Iwazaki’s model is that he assumes axions interact more strongly with magnetic fields than is

suggested by many other theories, says Rosenberg.

New Scientist uses [cookies](#) to provide you with a great user experience. By using this website, you agree to the [use of cookies](#) on your device.

Accept

More ideas...
More discoveries...
More value

FREE
BOOK



Subscribe today ▶