

# ガンマ線バーストで 銀河間磁場を探る

高橋慶太郎

京都大学基礎物理学研究所

2008年9月11日@天文学会

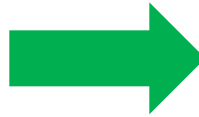
村瀬孔大・市來浄興・井上進・長滝重博

arXiv:0806.2825, accepted in ApJL

# 宇宙磁場の生成と観測

## 宇宙論的磁場の生成

- ・再イオン化
- ・構造形成
- ・第1世代星
- ・原始ゆらぎ
- ・相転移
- ・インフレーション



- ・痕跡を磁場として残す
- ・ボイドではそのまま保存されている
- ・磁場を通して探る
- ・弱い ( $10^{-20}$  G)

## 宇宙論的磁場の観測

- ・ファラデー回転
- ・宇宙背景放射のゆらぎ



$10^{-9}$  G程度の感度  
→ 全然足りない！

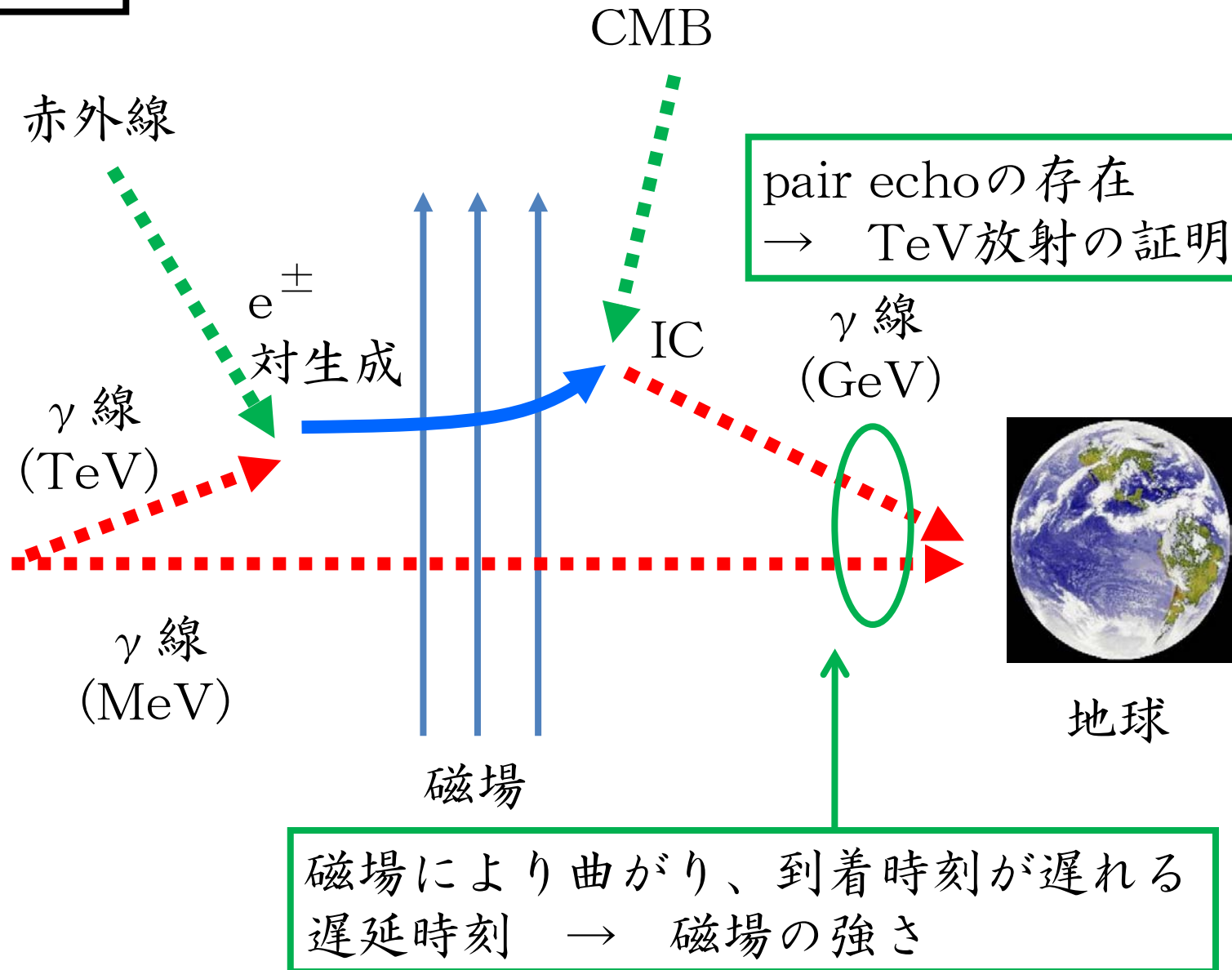
GRBなどの高エネルギー天体からのpair echoを用いた新しい方法でボイドの微弱磁場を観測する

# pair echo

Plaga (1995)



GRB, AGN



# スケール感覚

赤外線

$$E_{\text{IR}} = 0.1 \text{eV} \left( \frac{E_\gamma}{1 \text{TeV}} \right)^{-1}$$

CMB

$$E_{\text{echo}} = 0.6 \text{GeV} \left( \frac{E_\gamma}{1 \text{TeV}} \right)^2$$

$$E_\gamma = 1 \text{TeV}$$

$$\lambda_{\gamma\gamma} = 2 \text{Mpc} \left( \frac{n_{\text{IR}}}{1 \text{cm}^{-3}} \right)^{-1}$$

$$\lambda_{\text{IC}} = 0.4 \text{Mpc} \left( \frac{E_\gamma}{1 \text{TeV}} \right)^{-1}$$

$$\Delta t_B = 0.5 \text{ day} \left( \frac{E_{\text{delay}}}{1 \text{GeV}} \right)^{-2} \left( \frac{B}{10^{-20} \text{G}} \right)^2$$



ターゲット

GRB・ブレイザー

~ 10Mpc

地球



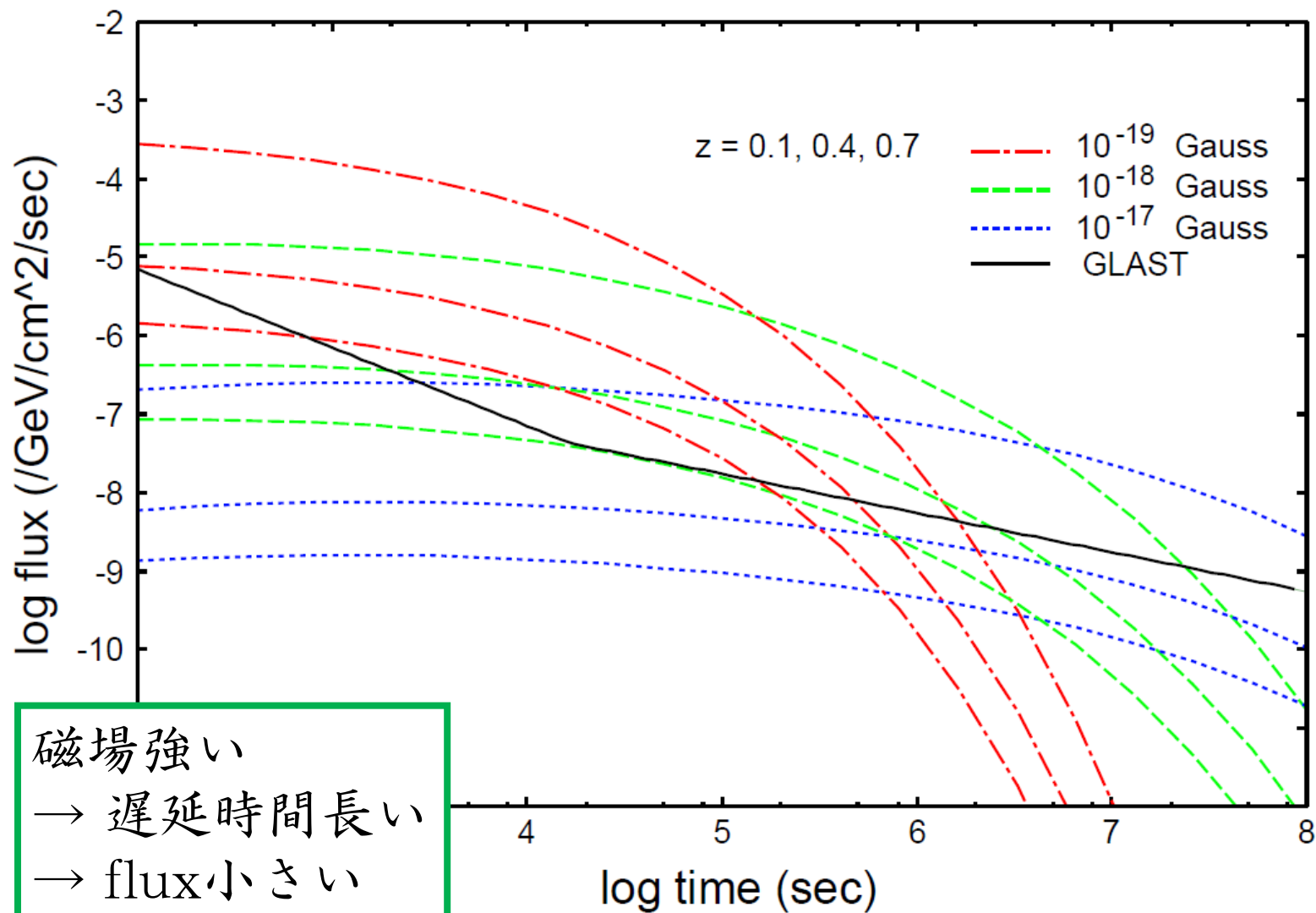
天体と周りの配位に  
寄るが、だいたい  
ボイド磁場を検出

# lightcurve (1GeV)

prompt: 50 sec

$$E_{\gamma,[0.1,10]}^{\text{iso}} = 3 \times 10^{53} \text{ erg}$$

$$dN_{\gamma}/dE_{\gamma} \propto E_{\gamma}^{-2.2}$$

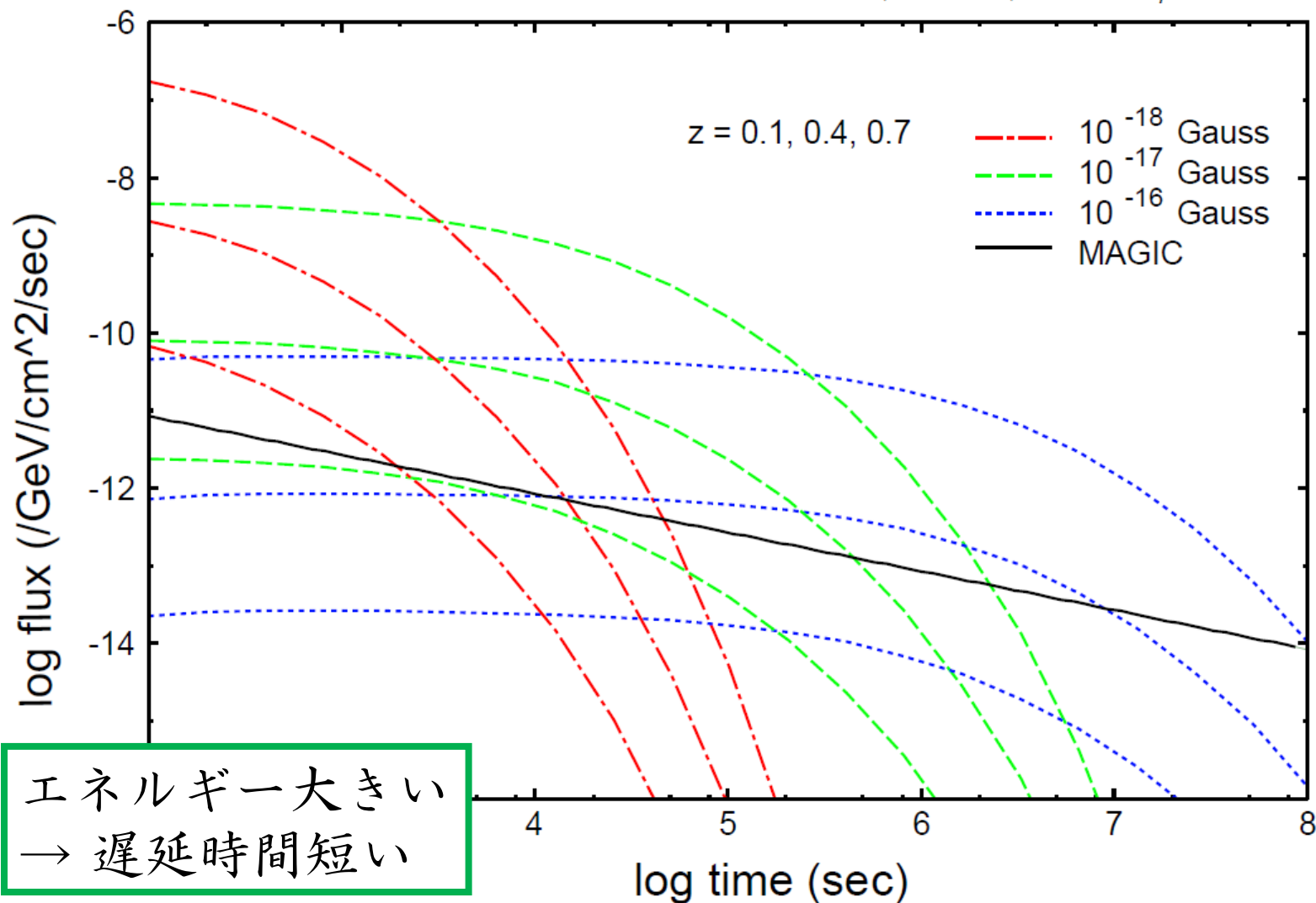


# lightcurve (100GeV)

prompt: 50 sec

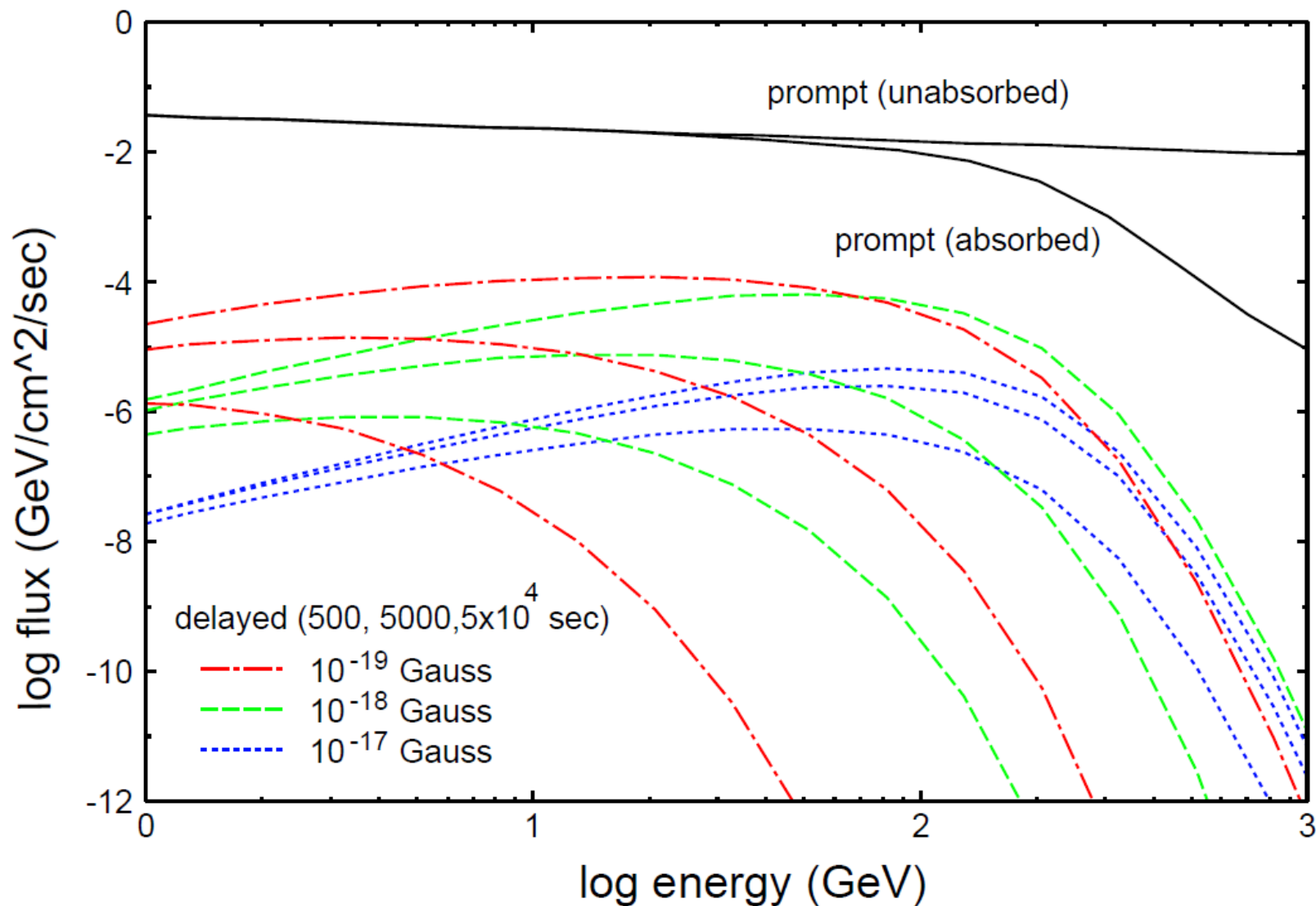
$$E_{\gamma,[0.1,10]}^{\text{iso}} = 3 \times 10^{53} \text{ erg}$$

$$dN_{\gamma}/dE_{\gamma} \propto E_{\gamma}^{-2.2}$$



# pair echo スペクトル

磁場強い・エネルギー小さい  
→ 遅延時間短い

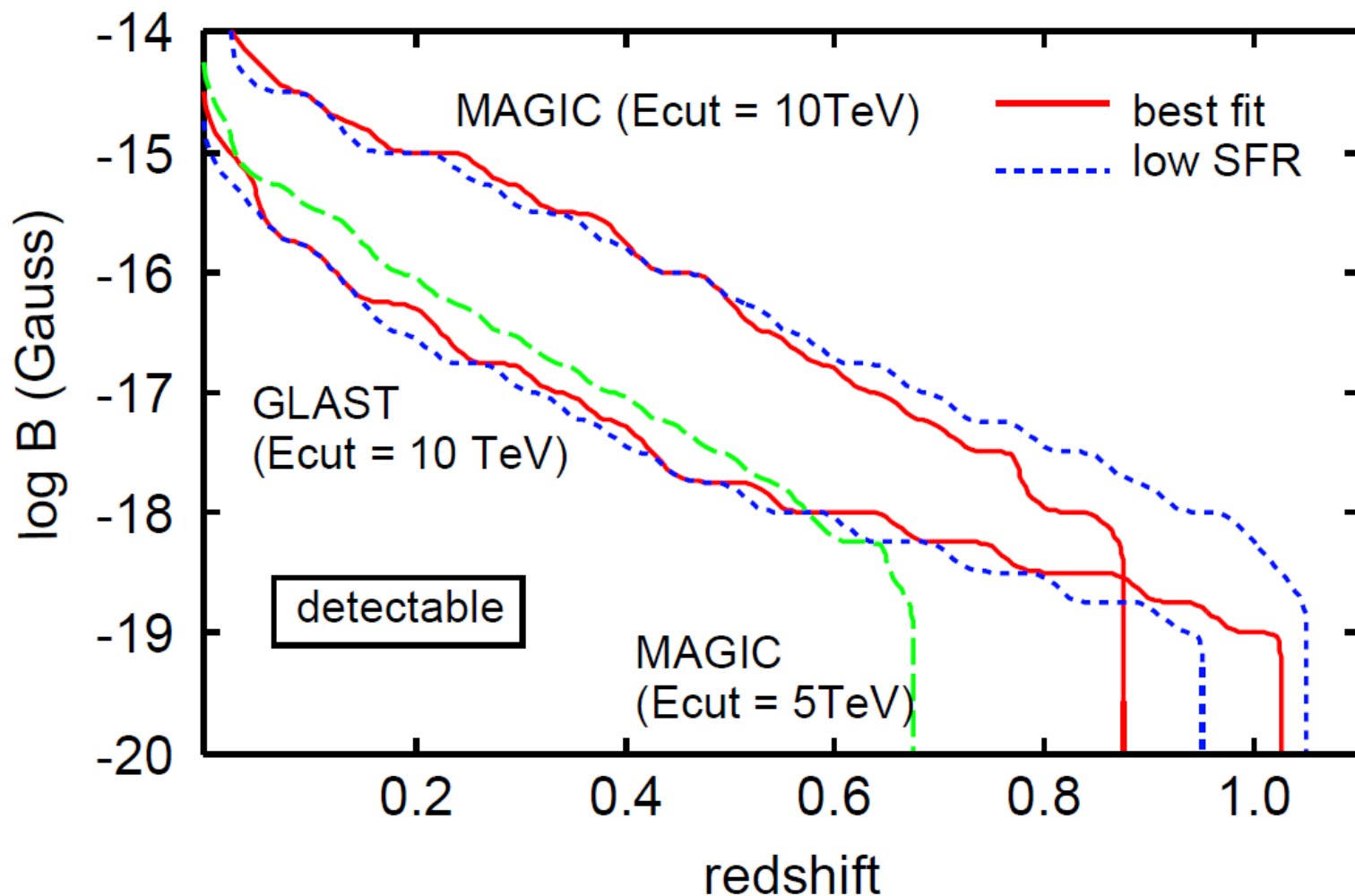




# pair echoの観測可能性

観測できる条件

- ・ 近い
- ・ 磁場が弱い



# GRB pair echo まとめ

- ・ pair echoの観測 → TeV放射の証明・磁場測定

- ・ 磁場が弱くてGRBが近いと観測可能

$$B < 10^{-16} \text{ Gauss}, \quad z < 1$$

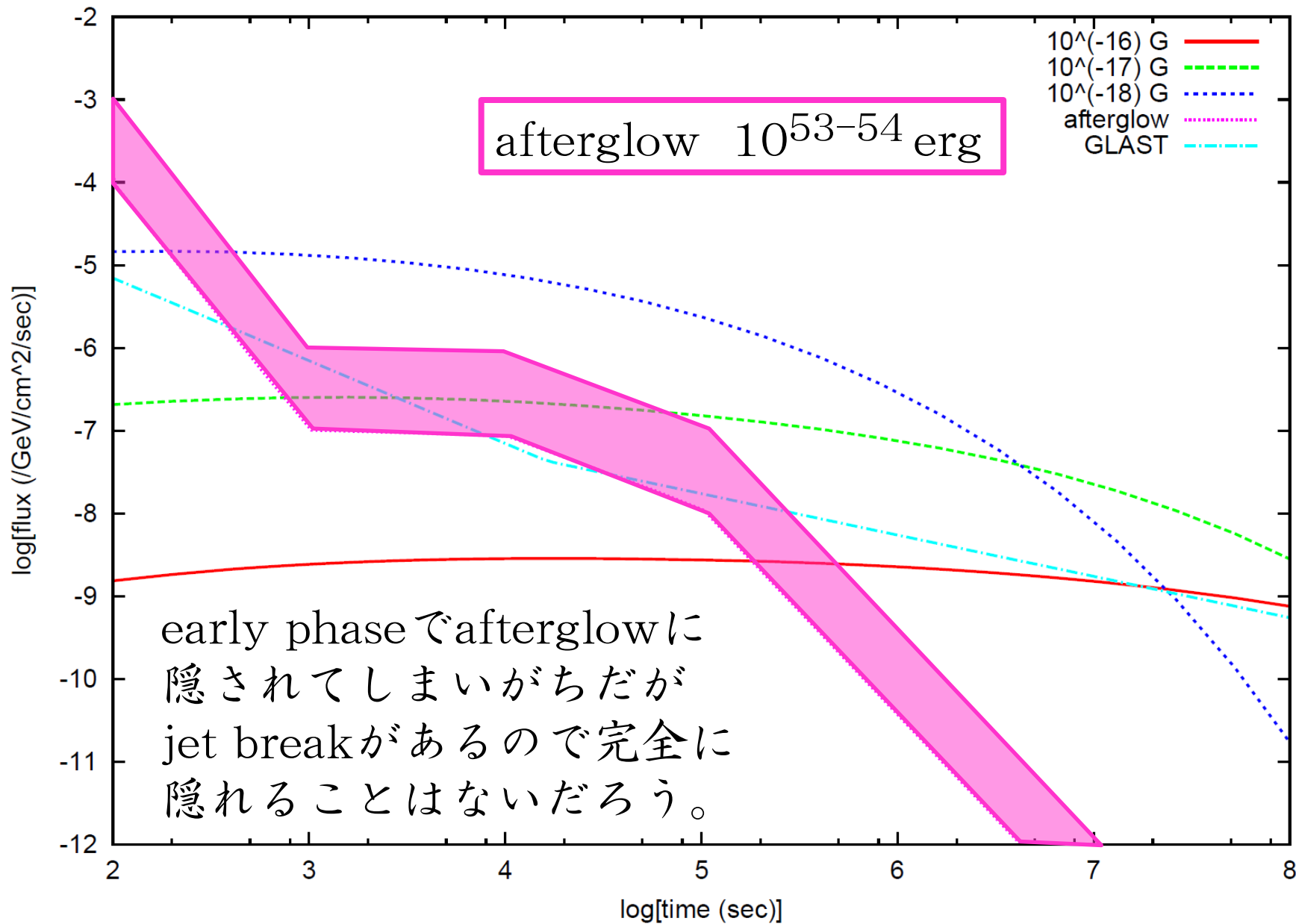
$z < 1$ のGRBは1～2割？

- ・ afterglowには（たぶん）あまり隠されない

- ・ ブレーザーでも同様のことが可能

- ・ GLASTに期待！

# afterglow との比較



cutoff energy, EBL依存性

$$E_{\text{echo}} = 0.6 \text{ GeV} \left( \frac{E_{\gamma}}{1 \text{ TeV}} \right)^2$$

