

各重力波探索について

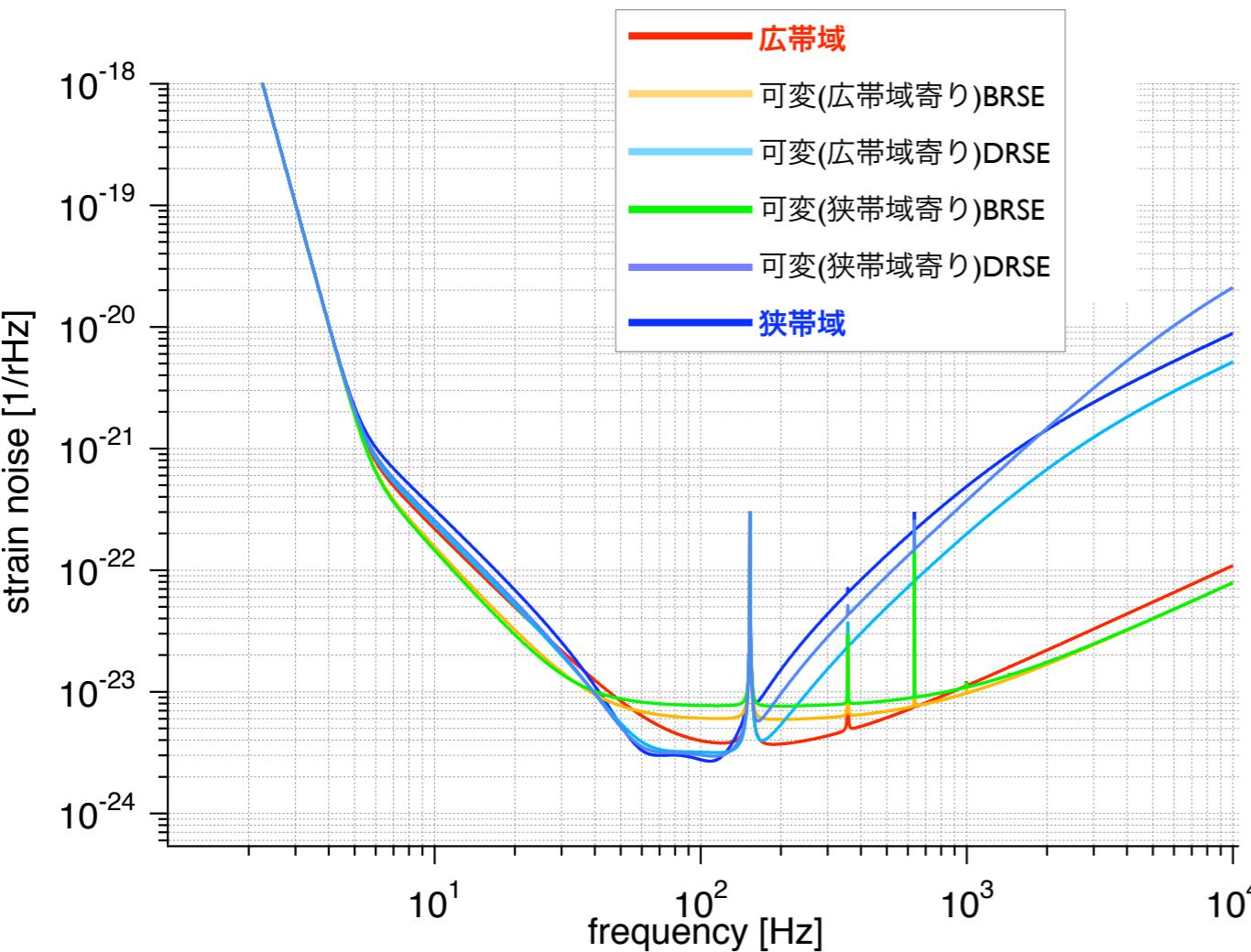
神田展行

2009/8/6

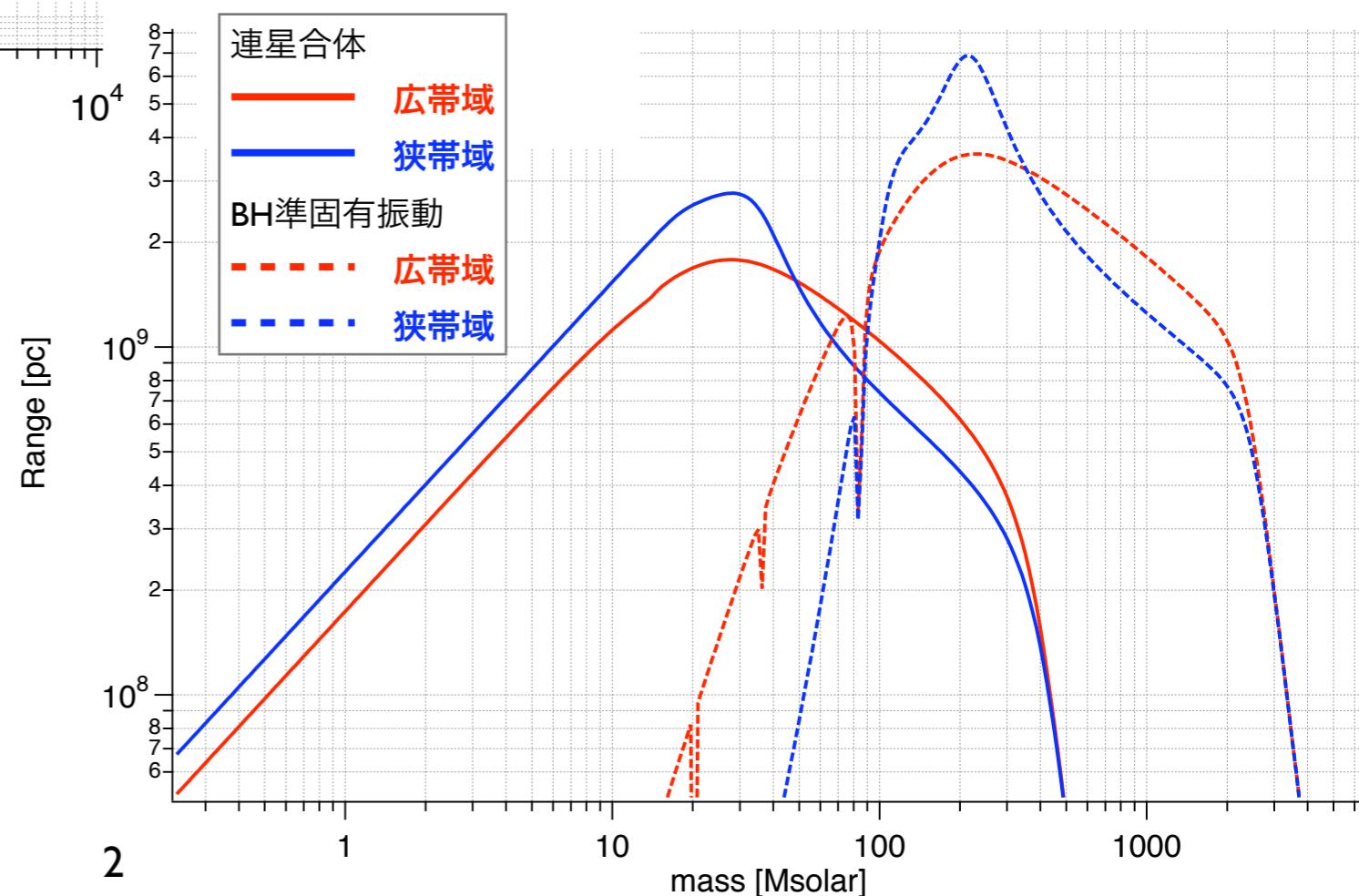
(8/5 解析ミーティング版から変更、補足)

+
解析グループメンバー

デザイン感度曲線(宗宮氏の計算から)



シンボル		宗宮氏のデータファイル名
	広帯域	BRSE_opt_BRSE
	可変(広帯域寄り) BRSE	rho94_T06_BRSE
	可変(広帯域寄り) DRSE	rho94_T06_OptPhi
	可変(狭帯域寄り) BRSE	rho94_T08_BRSE
	可変(狭帯域寄り) DRSE	rho94_T08_OptPhi
	狭帯域	DRSE_opt_DRSE



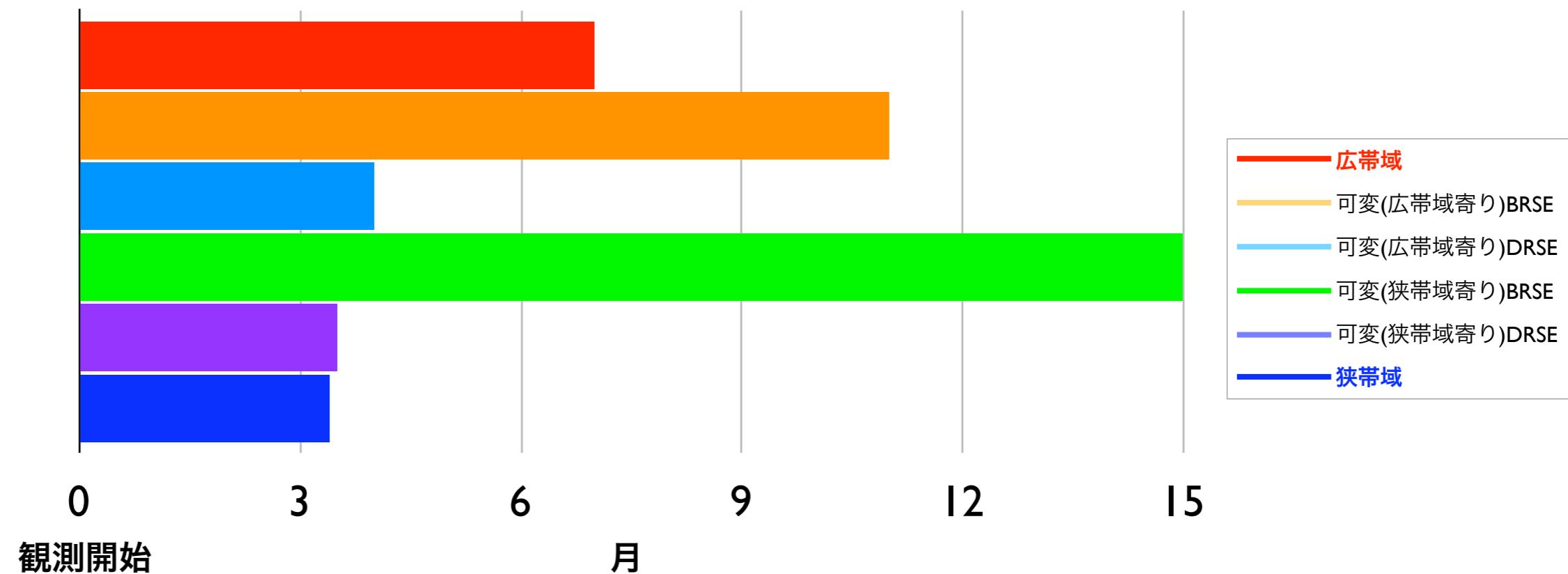
NS-NS

重力波源	項目	干渉計方式			
		広帯域	可変(広帯域寄り) 上段 : BRSE 下段 : DRSE	可変(狭帯域寄り) 上段 : BRSE 下段 : DRSE	狭帯域
NS-NS	成功確率 (1年間で1イベント以上検出する確率)	97.9%	92.5 % 99.92%	83.8% 99.95%	99.97%
	1イベント観測に必要な観測時間の期待値	7ヶ月	11ヶ月 4ヶ月	15ヶ月 3.5ヶ月	3.4 ヶ月
	レンジ	230 Mpc	200 Mpc 286 Mpc	177 Mpc 294 Mpc	299 Mpc
	年間観測数期待値 (C.I.95%)	3.9 +9.7 -3.1	2.6 +6.5 -2.1 7.2 +18.1 -5.7	1.8 +4.6 -1.5 7.8 +19.6 -6.2	8.1 +20.5 -6.5
	パラメーター決定制度	○			△
	偽イベント除去 (chi^2チェック)				

1年間観測での成功確率は、どれも悪くない

1イベント見つけるまで必要な期間は？

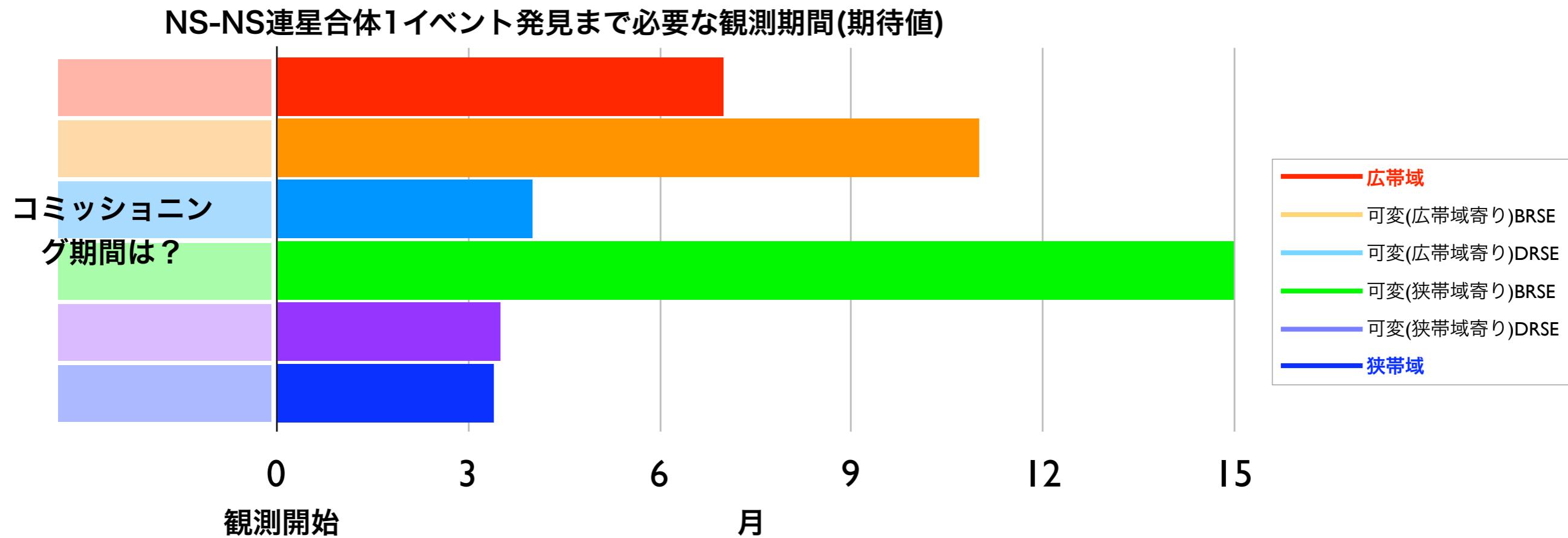
NS-NS連星合体1イベント発見まで必要な観測期間(期待値)



パラメーター推定にはBRSEが有利

1年間観測での成功確率は、どれも悪くない

1イベント見つけるまで必要な期間は？



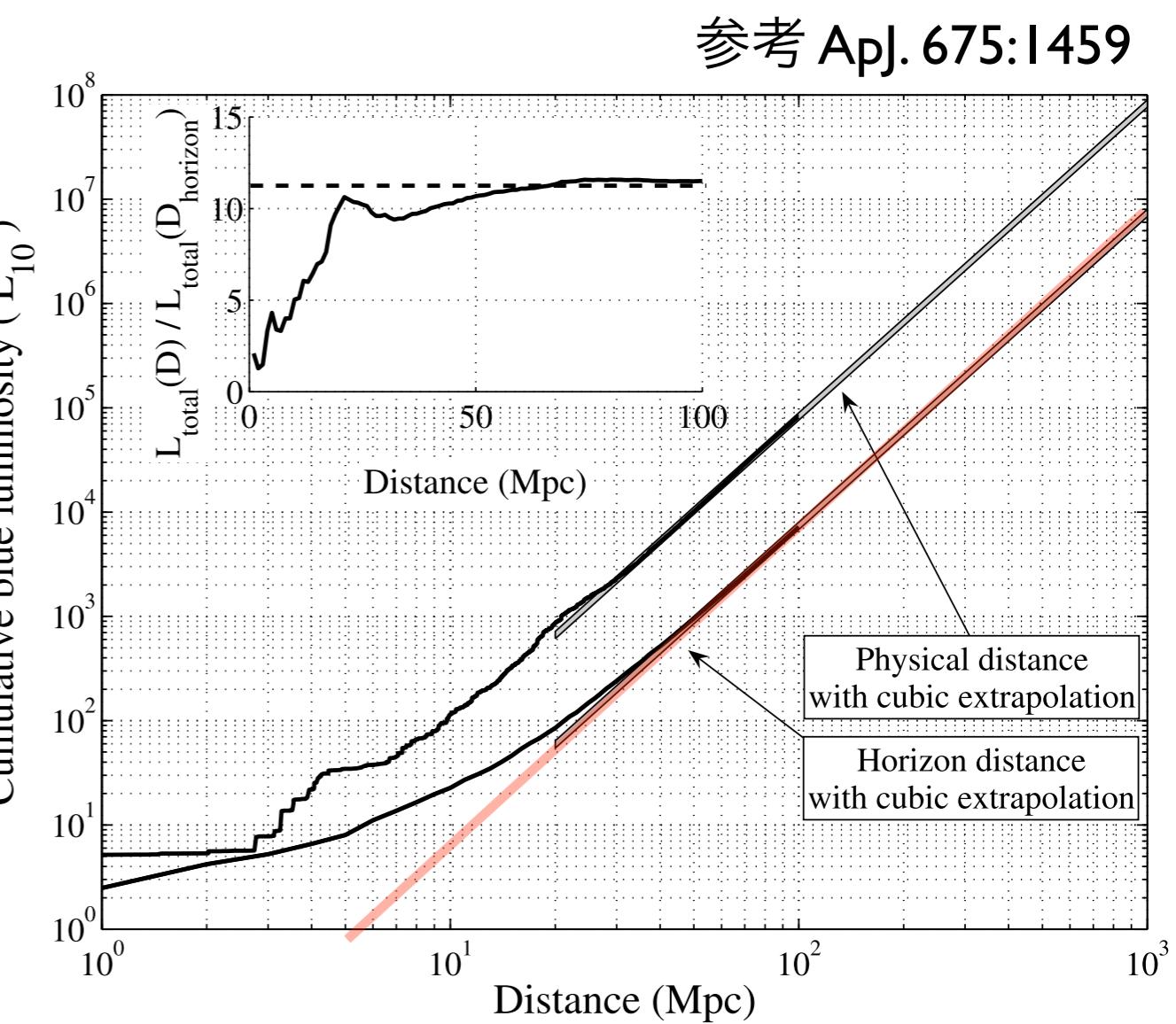
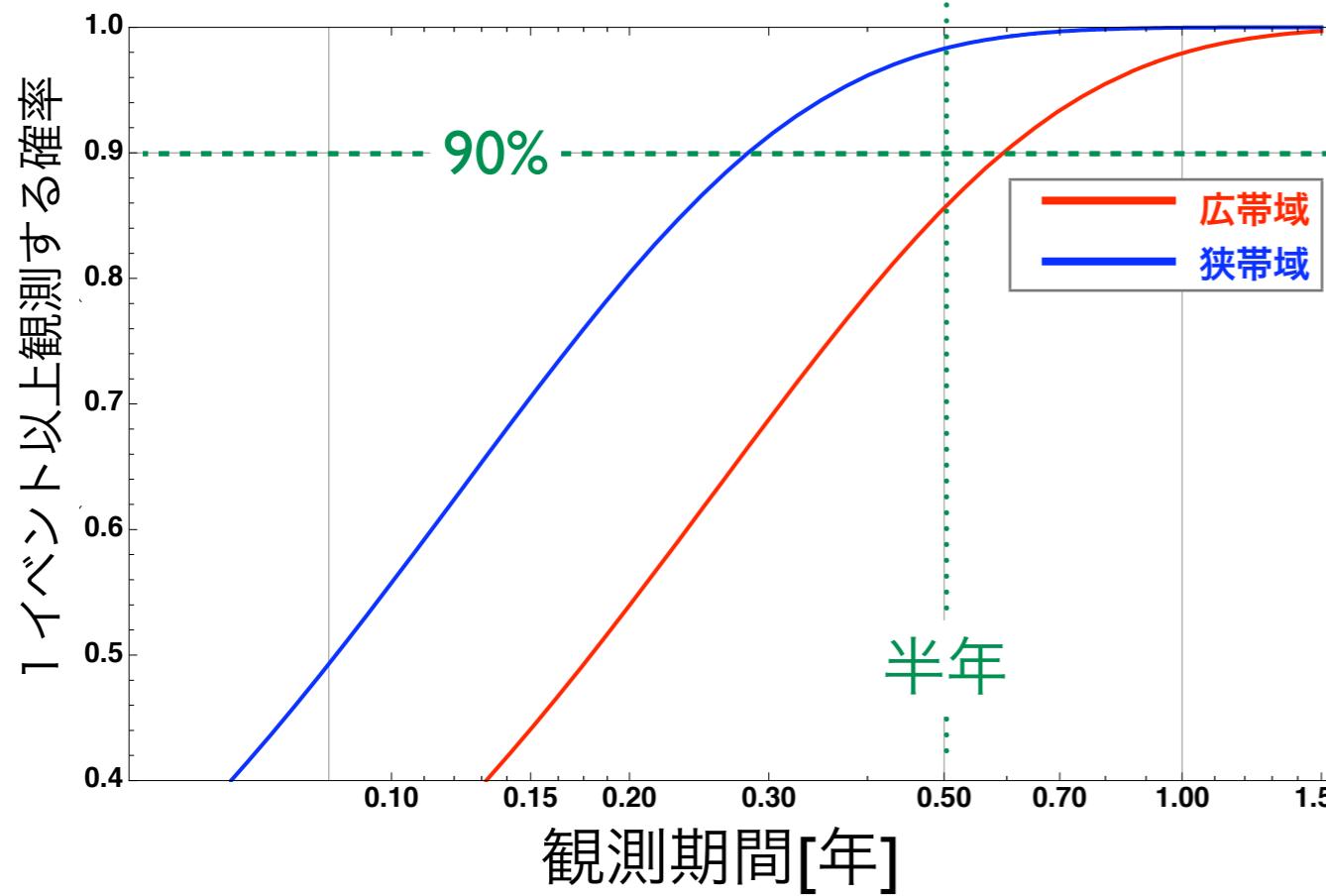
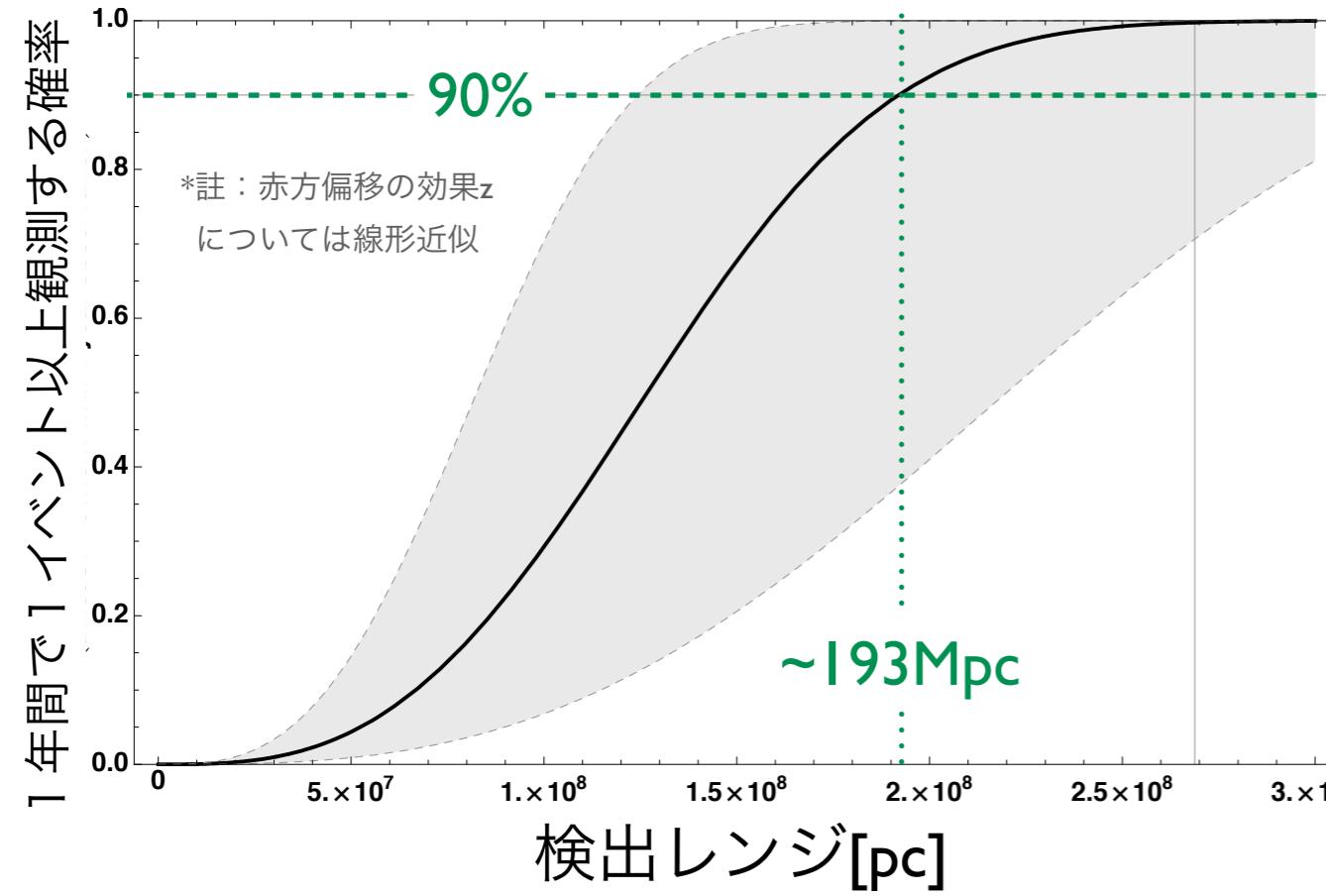
パラメーター推定にはBRSEが有利

連星合体パラメータ推定誤差

1.4Msolar - 1.4Msolar cases

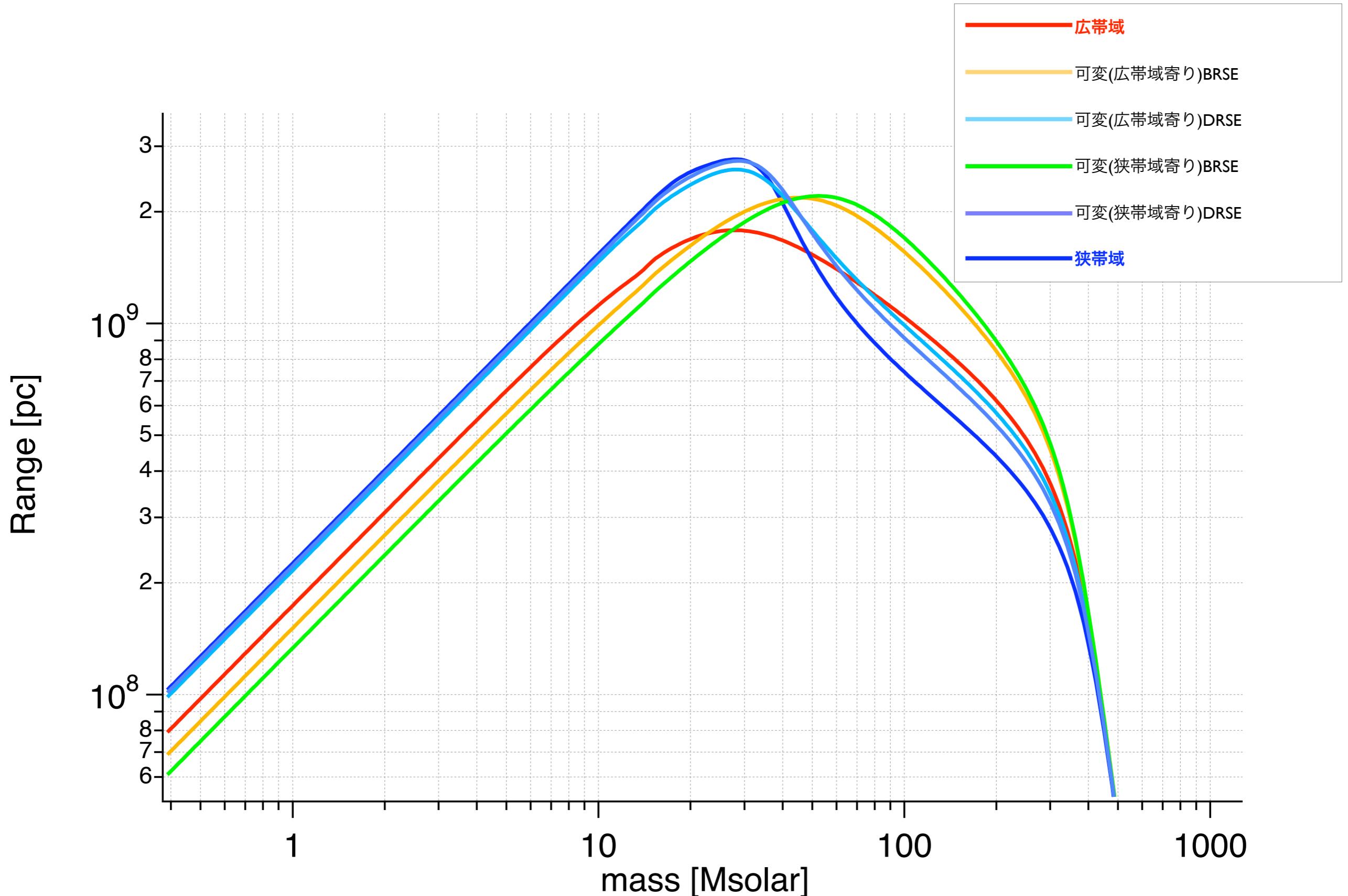
model	SNR @200Mpc	δt_c [msec]	$\delta M_c/M_c$	$\delta \eta/\eta$
(1)BRSE($T=0.004, rs=0.88$)	9.21	0.238	3.84×10^{-5}	0.0056
(2)DRSE($T=0.004, rs=0.88$)	9.46	0.196	3.50×10^{-5}	0.0046
(3)BRSE($T=0.009, rs=0.96$)	5.91	0.410	4.37×10^{-5}	0.0096
(4)DRSE($T=0.009, rs=0.96$)	12.0	1.42	6.91×10^{-5}	0.0142
(5)BRSE($T=0.006, rs=0.94$)	8.00	0.226	3.10×10^{-5}	0.0052
(6)DRSE($T=0.006, rs=0.94$)	11.4	0.784	4.93×10^{-5}	0.0094
(7)BRSE($T=0.008, rs=0.94$)	7.14	0.181	2.54×10^{-5}	0.0041
(8)DRSE($T=0.008, rs=0.94$)	11.8	1.09	5.62×10^{-5}	0.0114
(9) $\Phi=1.40\text{rad}$ $(T=0.008, rs=0.94)$	11.0	0.726	4.48×10^{-5}	0.0088
(10) $\Phi=1.45\text{rad}$ $(T=0.008, rs=0.94)$	10.1	0.522	3.74×10^{-5}	0.0072
(11) $\Phi=1.50\text{rad}$ $(T=0.008, rs=0.94)$	8.77	0.372	3.22×10^{-5}	0.0061
(12) $\Phi=1.53\text{rad}$ $(T=0.008, rs=0.94)$	8.10	0.175	2.37×10^{-5}	0.0037

spectrum & range



我々の計算は赤い線：
銀河($L10$)の数密度 $\rho = 1.2 \times 10^{-2} / \text{Mpc}^3$

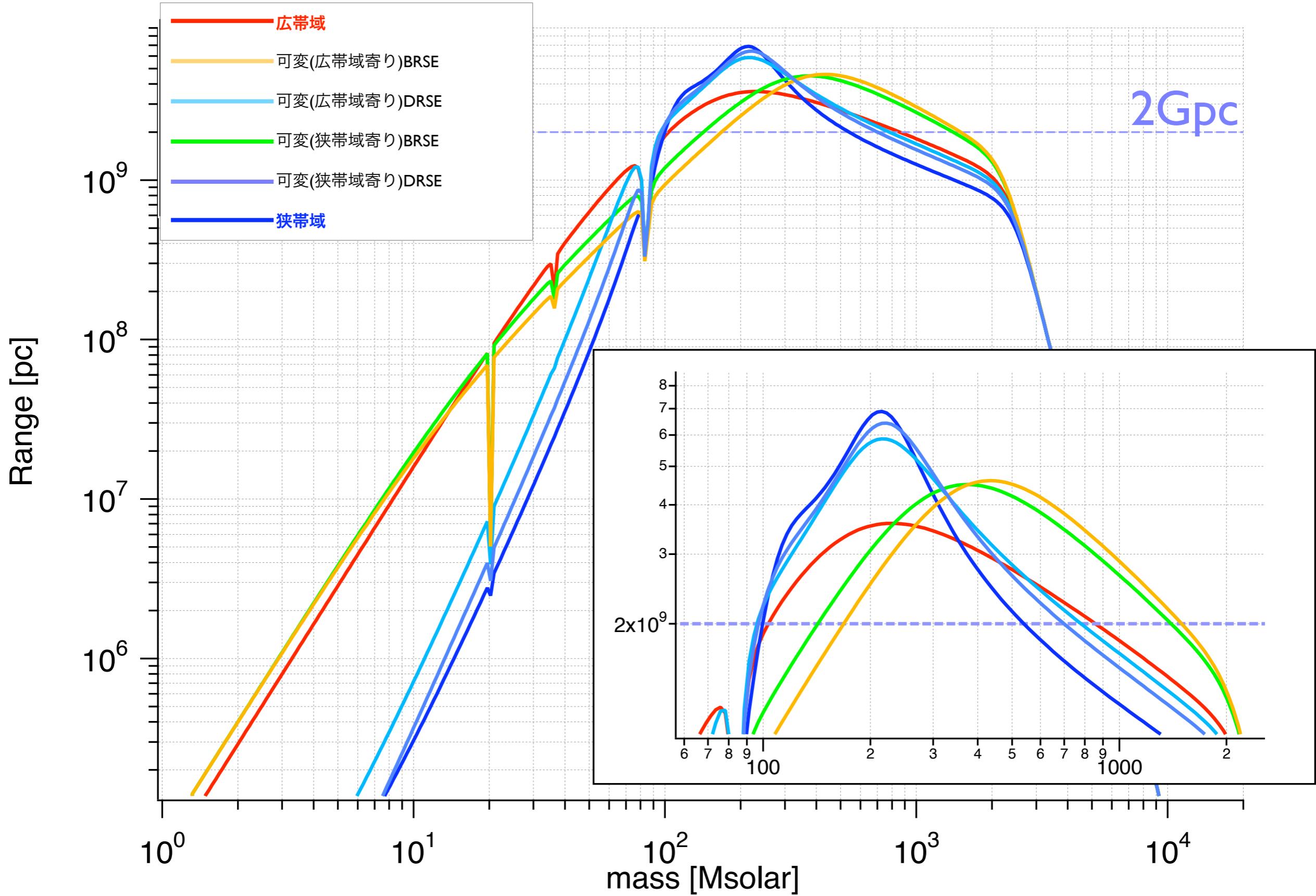
binary detection range



BH (binary & QNM)

重力波源	項目	干渉計方式			
		広帯域	可変(広帯域寄り) 上段：BRSE 下段：DRSE	可変(狭帯域寄り) 上段：BRSE 下段：DRSE	狭帯域
BH-BH (10-10Msolar)	レンジ	1119 Mpc	988 Mpc 1465 Mpc	879 Mpc 1511 Mpc	1538 Mpc
	パラメーター決定制度	—	—	—	—
BH準固有振動	レンジ (@mass [Msolar])	3.5 Gpc (220)	4.6Gpc (430) 6.4Gpc (220)	4.5Gpc (36) 5.9Gpc (220)	6.9 Gpc (220)
	探索質量範囲 [Msolar] (<2Gpc)	100-860	140-1500 95-780	170-1400 95-700	100-550
	年間観測数期待値	—	—	—	—

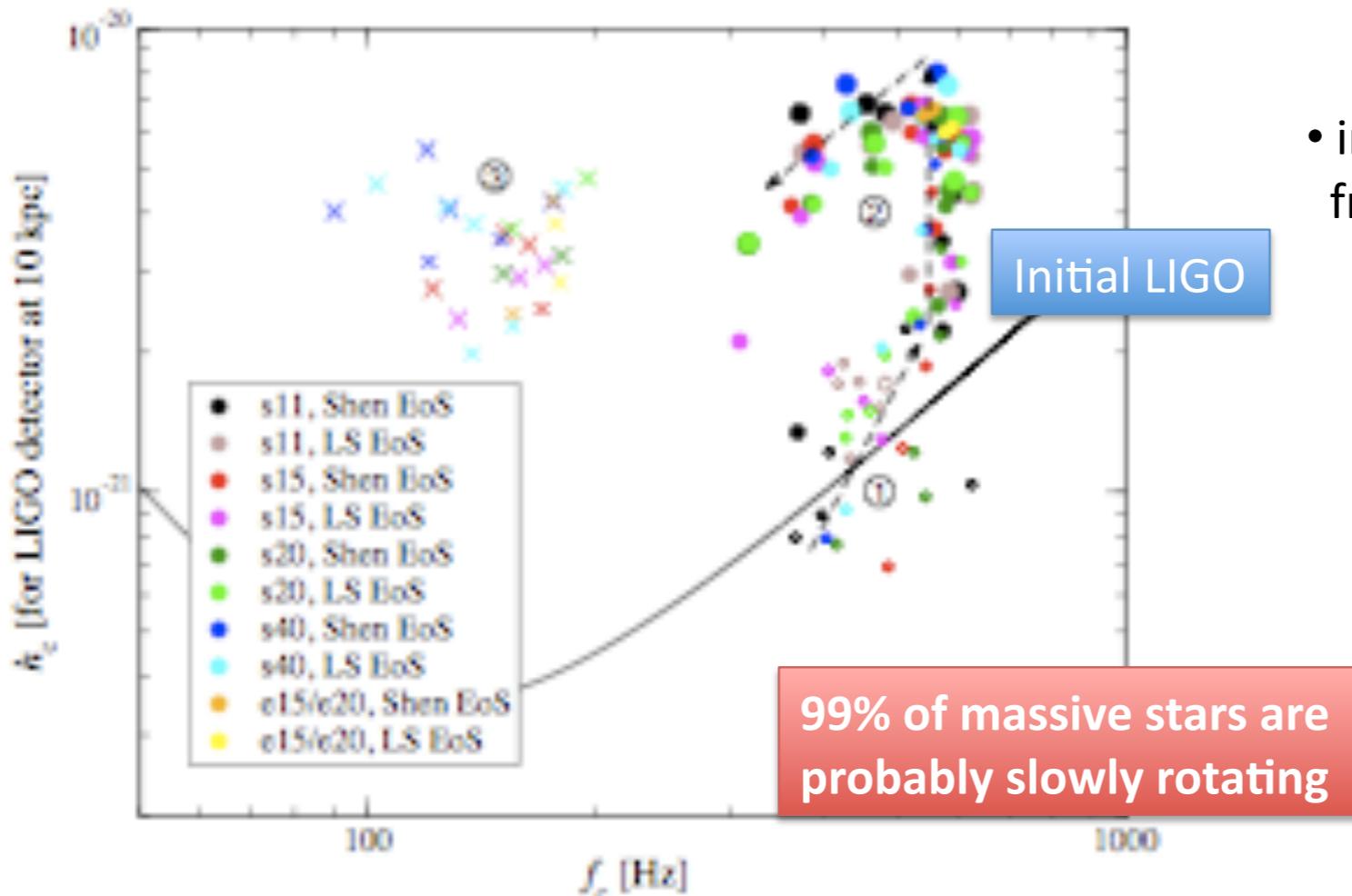
qnm detection range



SN, Pulsar, LMXB

重力波源	項目	干渉計方式			
		広帯域	可変(広帯域寄り) 上段: BRSE 下段: DRSE	可変(狭帯域寄り) 上段: BRSE 下段: DRSE	狭帯域
超新星爆発	観測可能振幅		800±200Hz付近での感度が必要		
	レンジ		2~3Mpcまであると2年に1イベントくらい		
	年間観測数期待値				
パルサー	観測可能個数 (既知パルサーで理論上 減に感度が届く個数)		既知パルサーで理論上限に達するものは、 広帯域だと3割増		
	Clab/Vela				
	グリッジ起源のGW観測				
	E@Home				
LMXB	観測可能性		~kHzが必要なので、広帯域でなければ困難		

Dimmelmeier, Ott, Marek, and Janka, PRD 78, 064056 (2008).



- integrated characteristic signal frequency and amplitude :

$$f_c = \left(\int_0^\infty \frac{\langle \hat{h}^2 \rangle}{S_h} f df \right) \left(\int_0^\infty \frac{\langle \hat{h}^2 \rangle}{S_h} df \right)^{-1}$$

$$\hat{h} = \int_{-\infty}^{\infty} e^{2\pi ift} h dt.$$

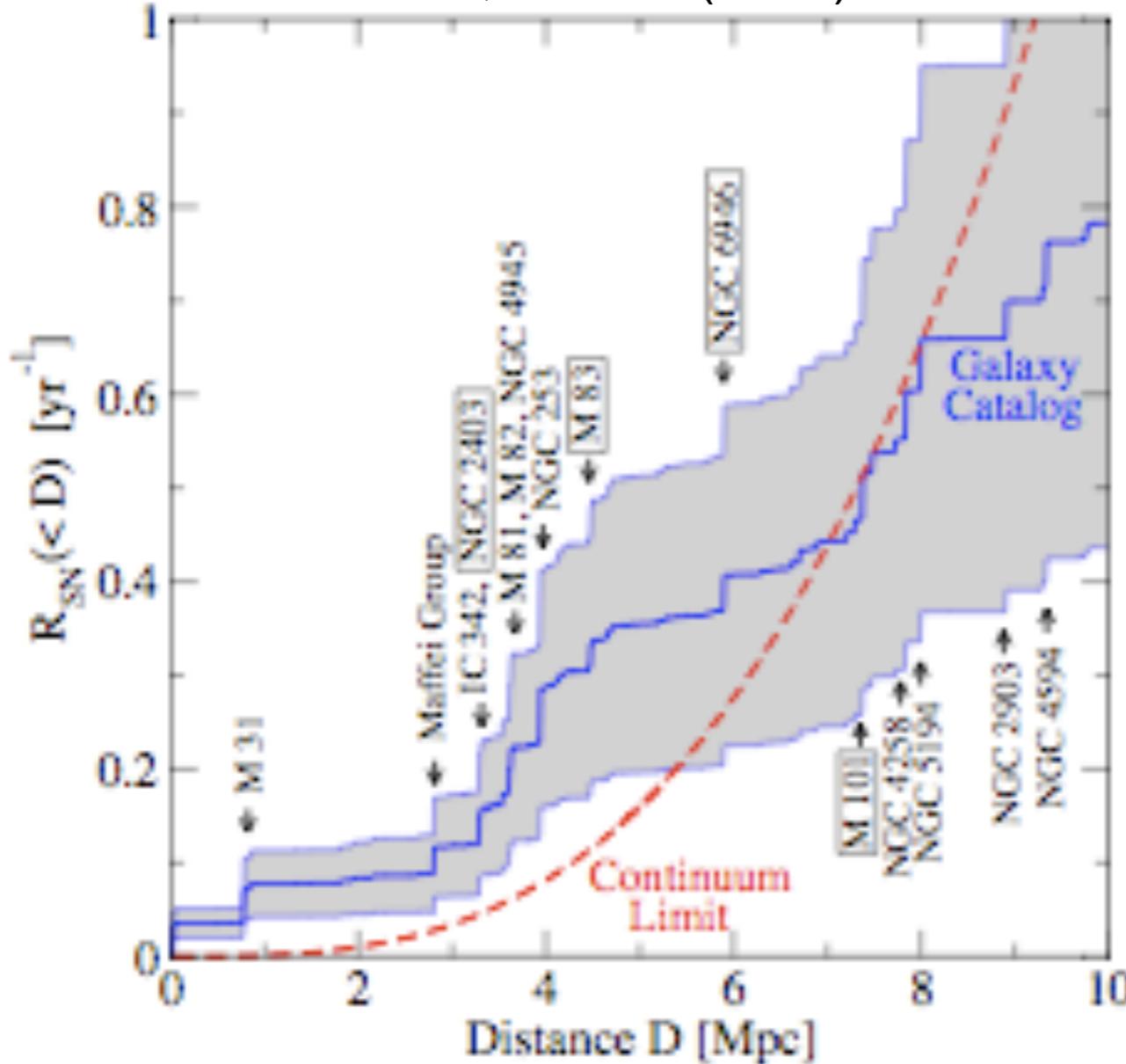
$$h_c = \left(3 \int_0^\infty \frac{S_{hc}}{S_h} \langle \hat{h}^2 \rangle f df \right)^{1/2},$$

Group	$\Omega_{c,i}$ (rad s ⁻¹)	$ h_{\max} $ (10 ⁻²¹ at 10 kpc)	E_{GW} (10 ⁻⁸ $M_\odot c^2$)	f_{peak} (Hz)	Δf_{50} (Hz)
1	$\lesssim 1\text{--}1.5$	$\lesssim 0.5$	$\lesssim 0.1$	$\sim 700\text{--}800$	~ 400
2	1–2 to 6–13	0.5 to 10	0.1 to 5	$\sim 400\text{--}800$ most models: 700–800	100 to 400
3	$\gtrsim 6\text{--}13$	3.5 to 7.5	0.07 to 0.5	70 to 200	80 to 250

$\Omega_{c,i}$: precollapse central angular velocity

Nearby core-collapse supernova rate

S. Ando et al. PRL 95, 171101 (2005)



Galactic SN rate ~ 1 in 40 years.
Local group ~ 2 in 40 years.

Need to go out to 3-5 Mpc
where rate jumps to 1 in 2 years.

理論的評価

LCGTドキュメントの記述は少し古い論文に基づくので、より新しい値にする。

- Belczynski et al. ApJ. 662, 504 (2007)
field starについての値、モデル間の不定性も考慮すると、
BH-BH合体率 $10^{-8} - 10^{-5}$ yr $^{-1}$ (銀河系での値)

しかし、BH-BHは球状星団中でより沢山出来る。

Belczynski et al. (08)によると、球状星団の寄与を入れると

	O'Leary et at. (06, 07), AdvLIGO (3.2Gpcとした時)	Belczynski et al. (08)
	8 yr $^{-1}$	25-300 yr $^{-1}$

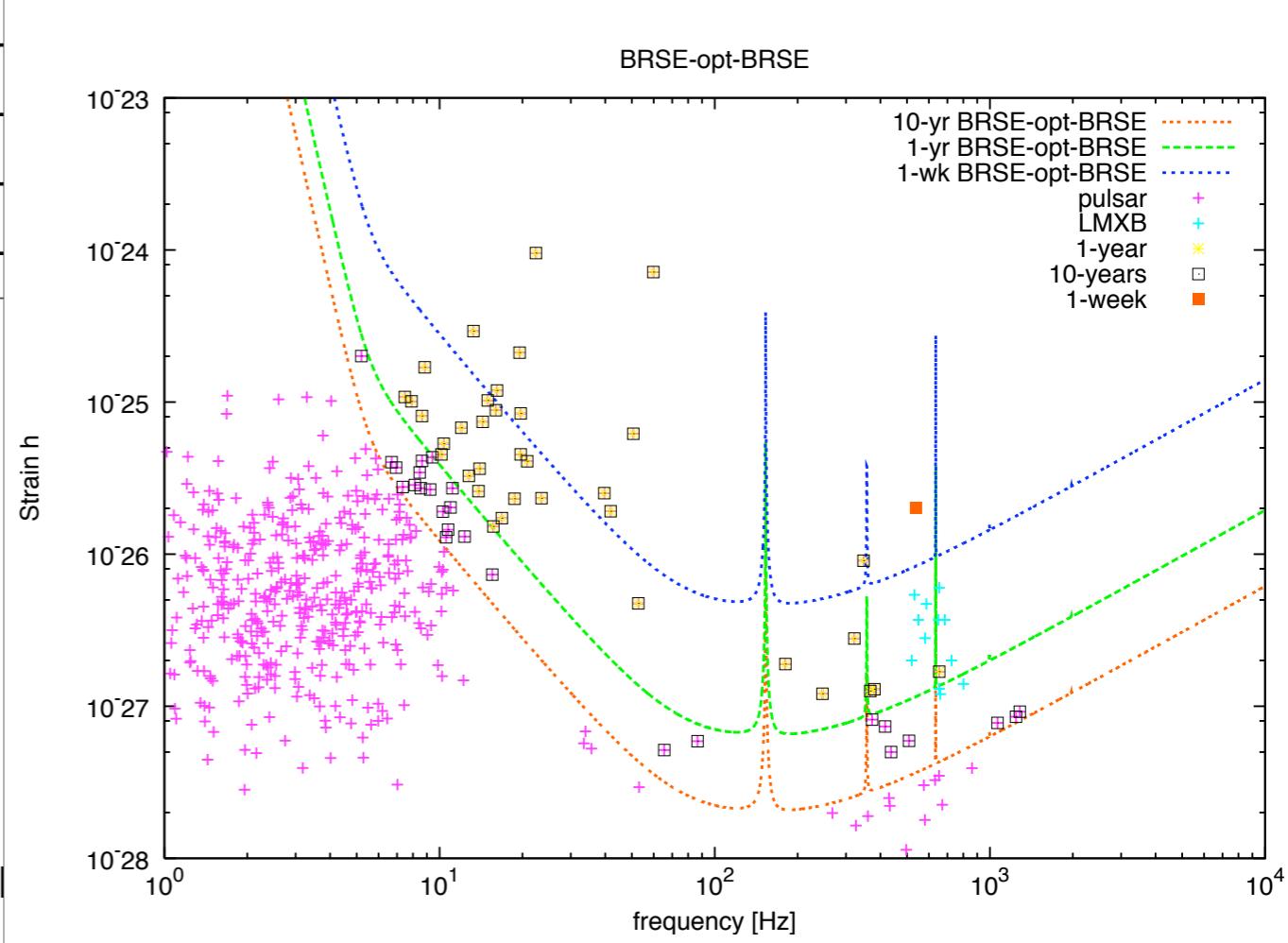
LCGTでは、		
BRSE(900Mpc)	0.17 yr $^{-1}$	0.55-6.6 yr $^{-1}$
DRSE(1.5Gpc)	0.8 yr $^{-1}$	2.5-30 yr $^{-1}$

pulsarとLMXBの探索可能性 (積分観測時間にて分類)

	pulsar		LMXB
	1-Year	10-Years	(1-Week)
BRSE-opt_BRSE	37	63	1
BRSE-opt_OptPhi	36	60	1
DRSE-opt_BRSE	37	71	1
DRSE-opt_OptPhi	26	47	0
rho94_T06_BRSE	40	70	1
rho94_T06_OptPhi	32	54	0
rho94_T08_BRSE	37	73	1
rho94_T08_OptPhi	32	53	0
rho94_T08_phi14	33	55	
rho94_T08_phi145	39	69	
rho94_T08_phi15	36	62	
rho94_T08_phi153	38	71	

2009年8月5日水曜日

by 宮本さん



2009年8月6日木曜日

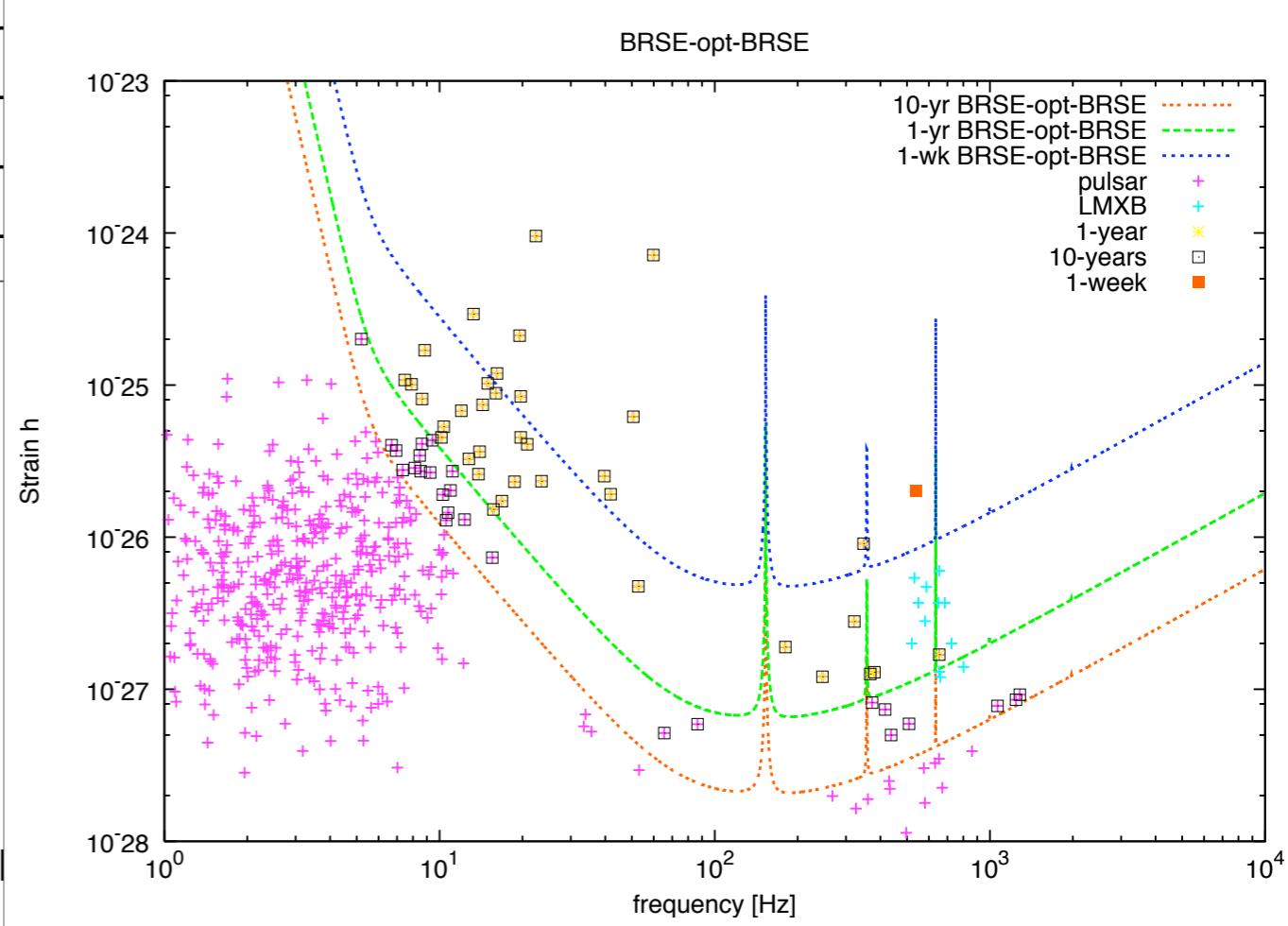
pulsarとLMXBの探索可能性

(積分観測時間にて分類)

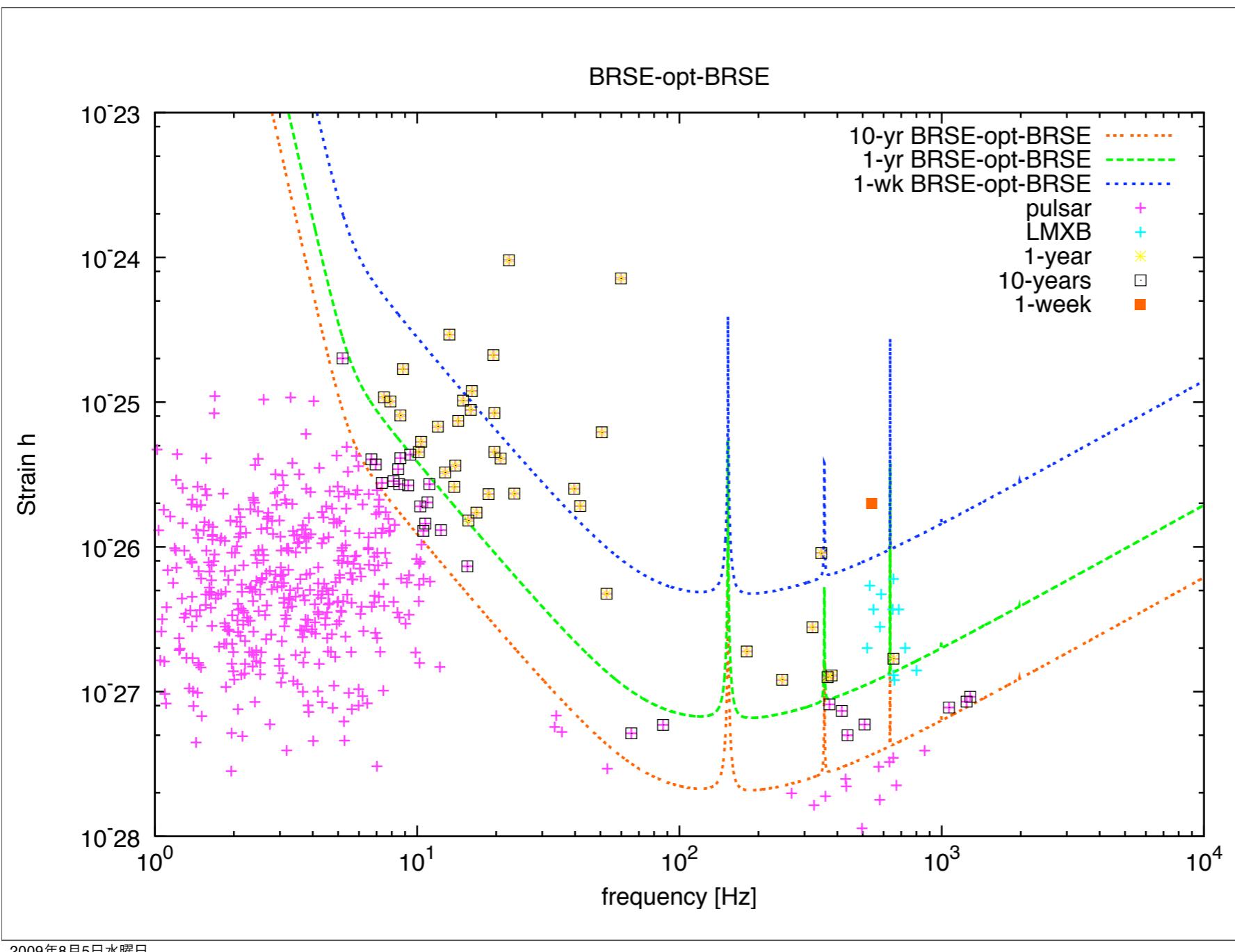
	pulsar		LMXB
	1-Year	10-Years	(1-Week)
BRSE-opt_BRSE	37	63	1
BRSE-opt_OptPhi	56	60	1
DRSE-opt_BRSE	37	71	1
DRSE-opt_OptPhi	26	47	0
rho94_T06_BRSE	40	70	1
rho94_T06_OptPhi	32	54	0
rho94_T08_BRSE	37	73	1
rho94_T08_OptPhi	32	53	0
rho94_T08_phi14	33	55	
rho94_T08_phi145	39	69	
rho94_T08_phi15	36	62	
rho94_T08_phi153	38	71	

2009年8月5日水曜日

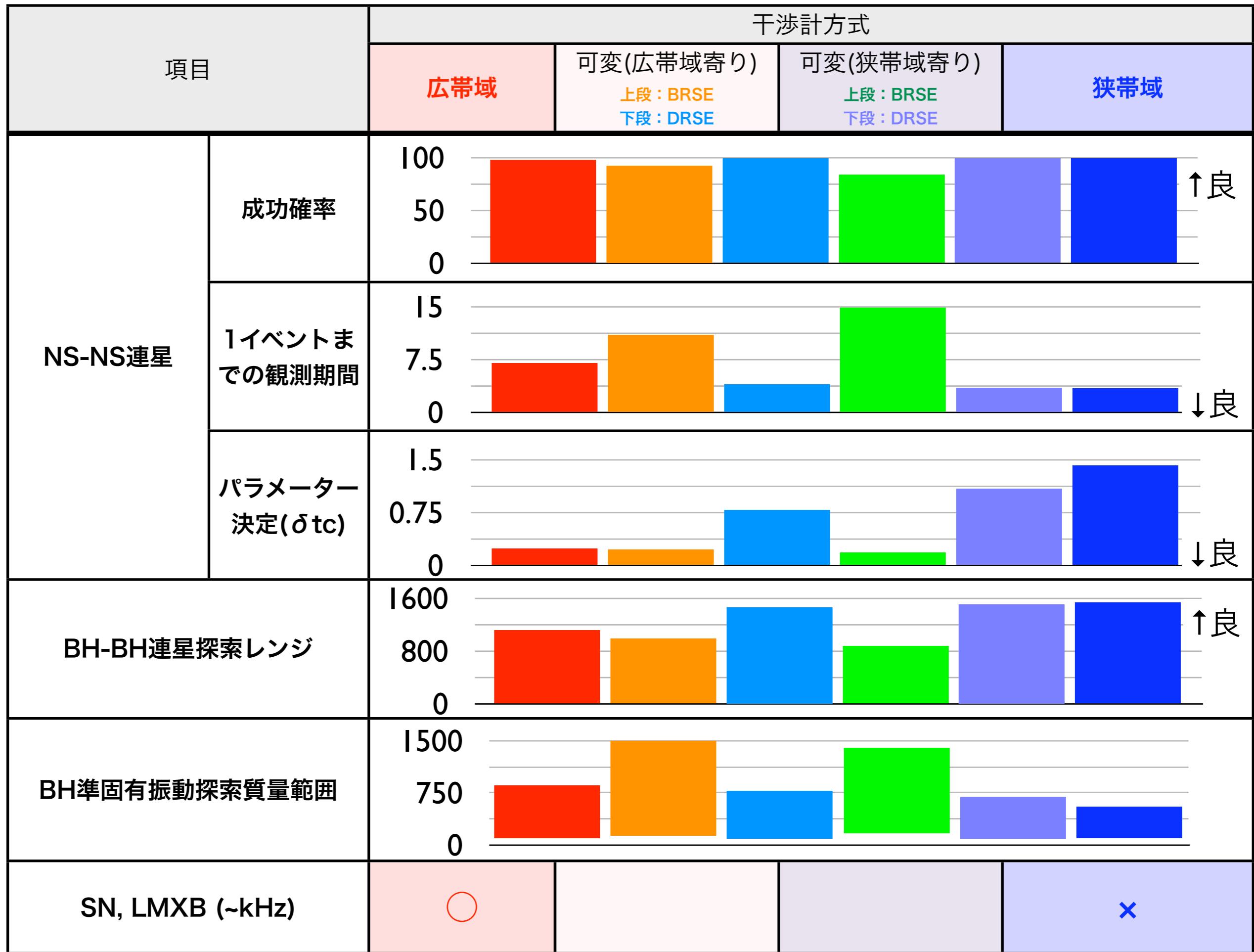
by 宮本さん



2009年8月6日木曜日



2009年8月5日水曜日



要点

NS-NS連星合体については

- 観測（探索）にはDRSEが有利

1イベントまでの観測時間は、（確率的に）半分で済む（7ヶ月--> 4ヶ月）

逆に言えば、観測開始が3~4ヶ月遅れてしまうなら、メリットは消える

- パラメーター推定ではBRSEが有利

BH-BHやBH準固有振動でもNS-NSの場合と同様の傾向

SN, LMXBなどを考えると、kHz帯域での観測は必須