

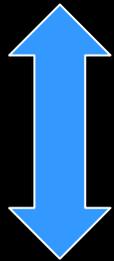
超新星からの重力波

：ゆく年来る年 版

固武 慶
(東大宇宙理論研究室)

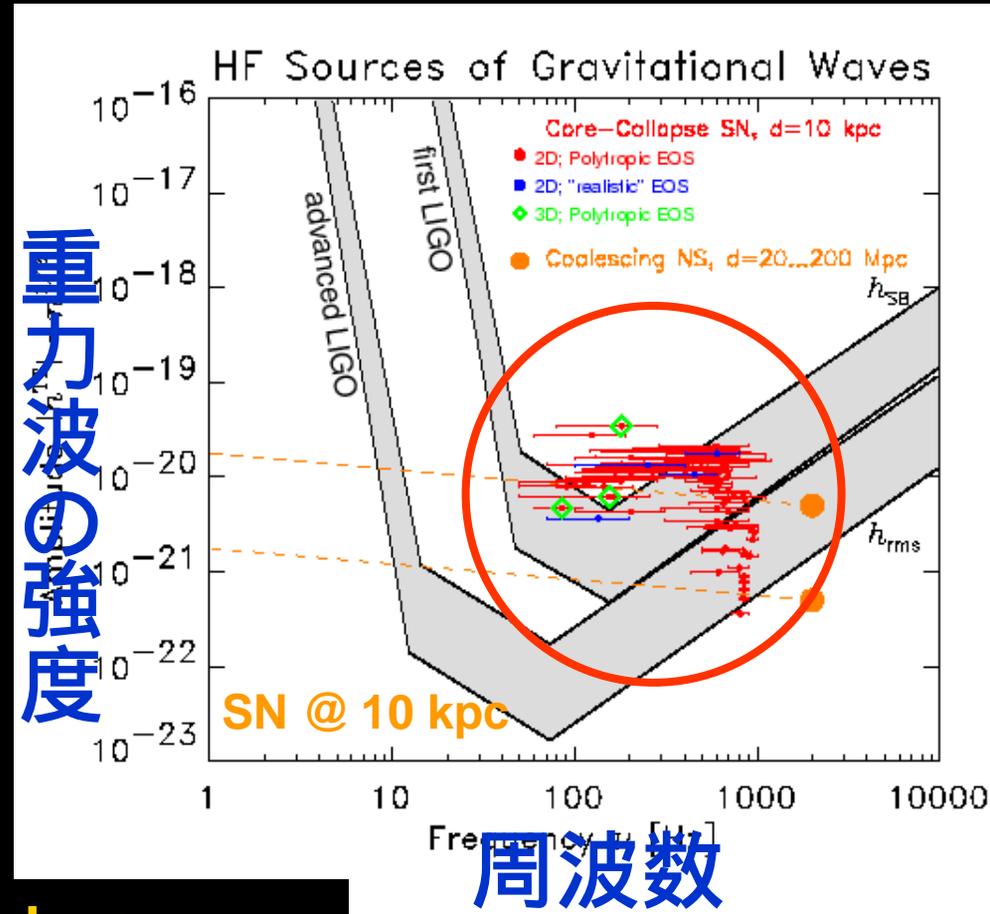
はじめに

重力崩壊型
超新星爆発



重力波の放
出源

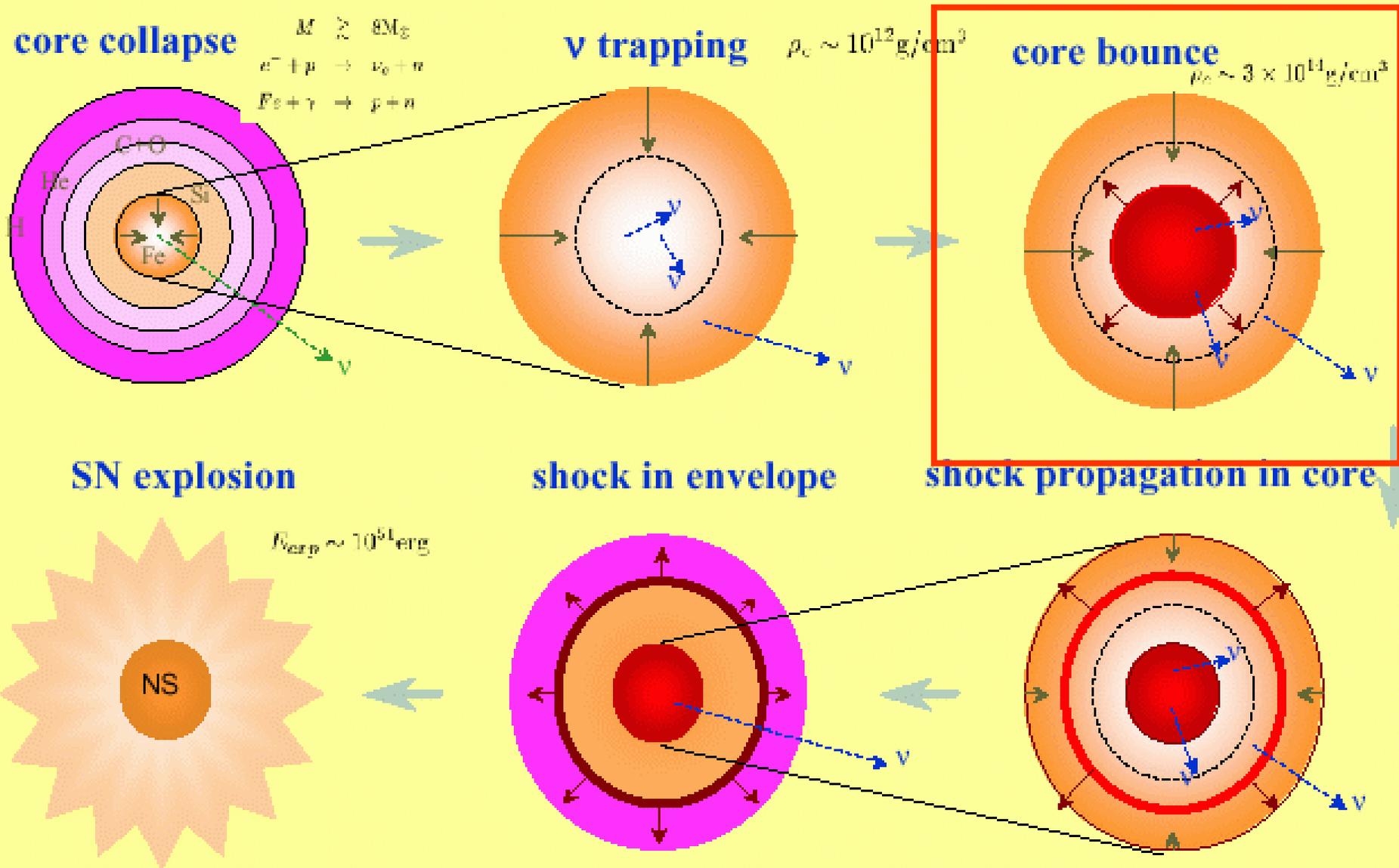
重力波の強度



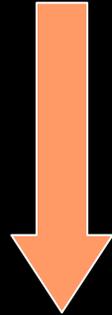
現在稼働中の
重力波検出範囲内

更に、次世代検出器、LCGT(日本)、LIGO II
(アメリカ)などが計画中。

超新星からの重力波の出所 = コアバウンス



現実的なSNの研究には様々な物理的な要素を取り込まなくてはならない。



しかし、2003年度以前の研究の多くは、

マクロ物理

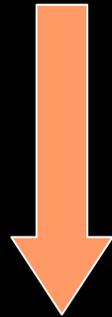
- ・ 自転
- ・ 一般相対論

ミクロ物理

現象論的

状態方程式

現実的なSNの研究には様々な物理的な要素を取り込まなくてはならない。



しかし、2003年度以前の研究の多くは、

マクロ物理

・ 自転

・ 磁場

ミクロ物理

・ 現実的 状態方程式

・ ニュートリノ輸送

2004年度の進展、

より現実的な超新星数値計算で
重力波を調べる研究が報告された。

Newtonian Gravity but with microphysical process



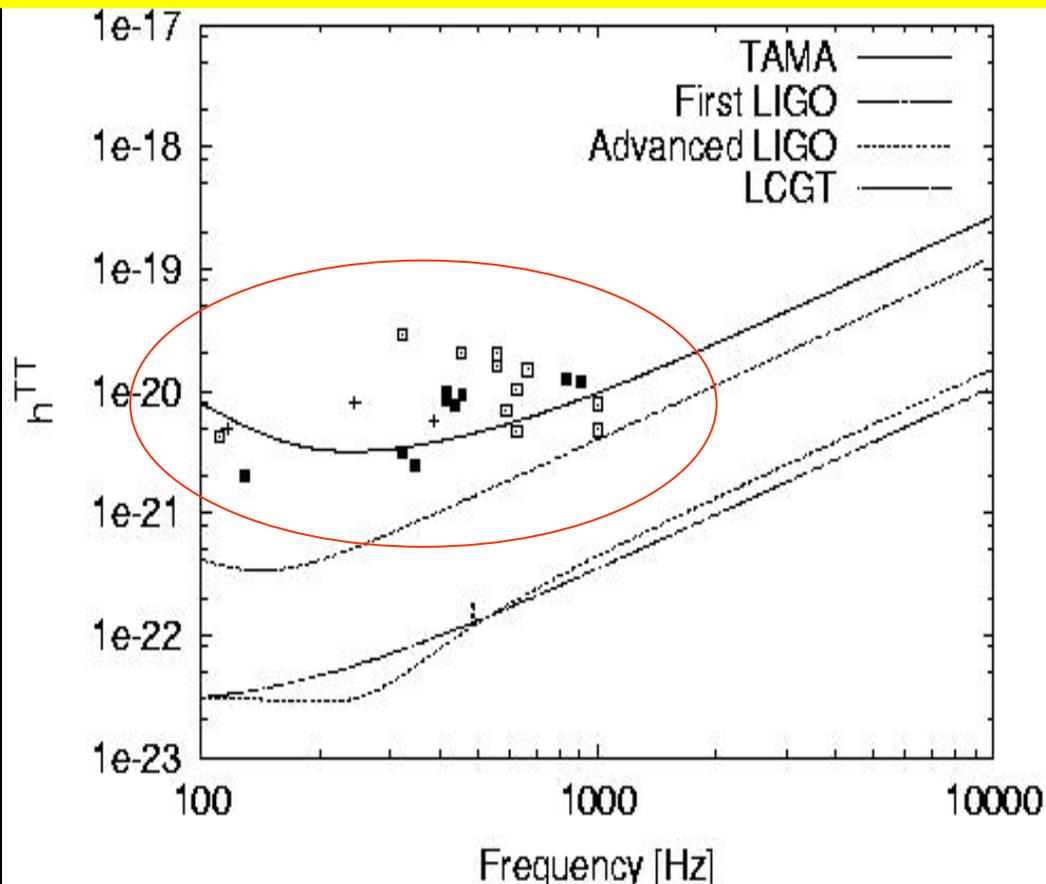
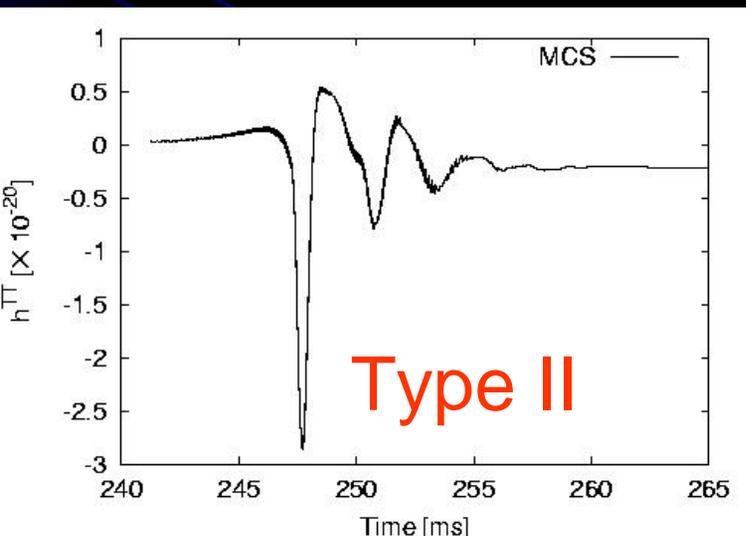
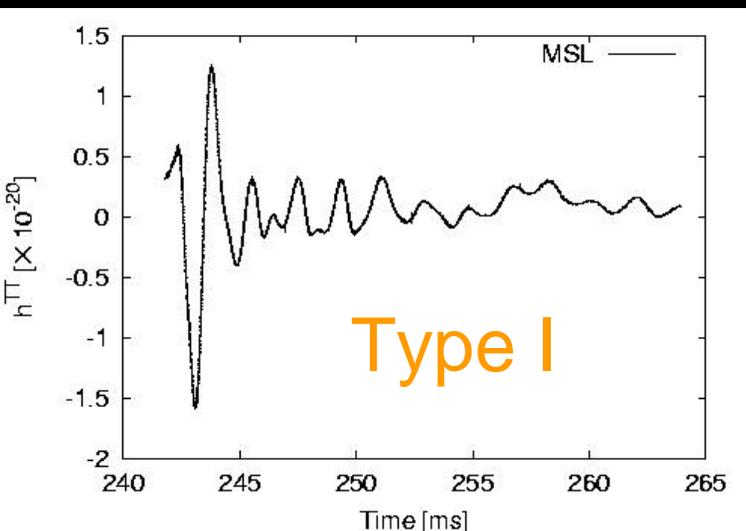
Realistic Equations of State and neutrino transport scheme

(Kotake et al, 2004)

(Ott et al. 2004 adiabatic)

No type III waveform !

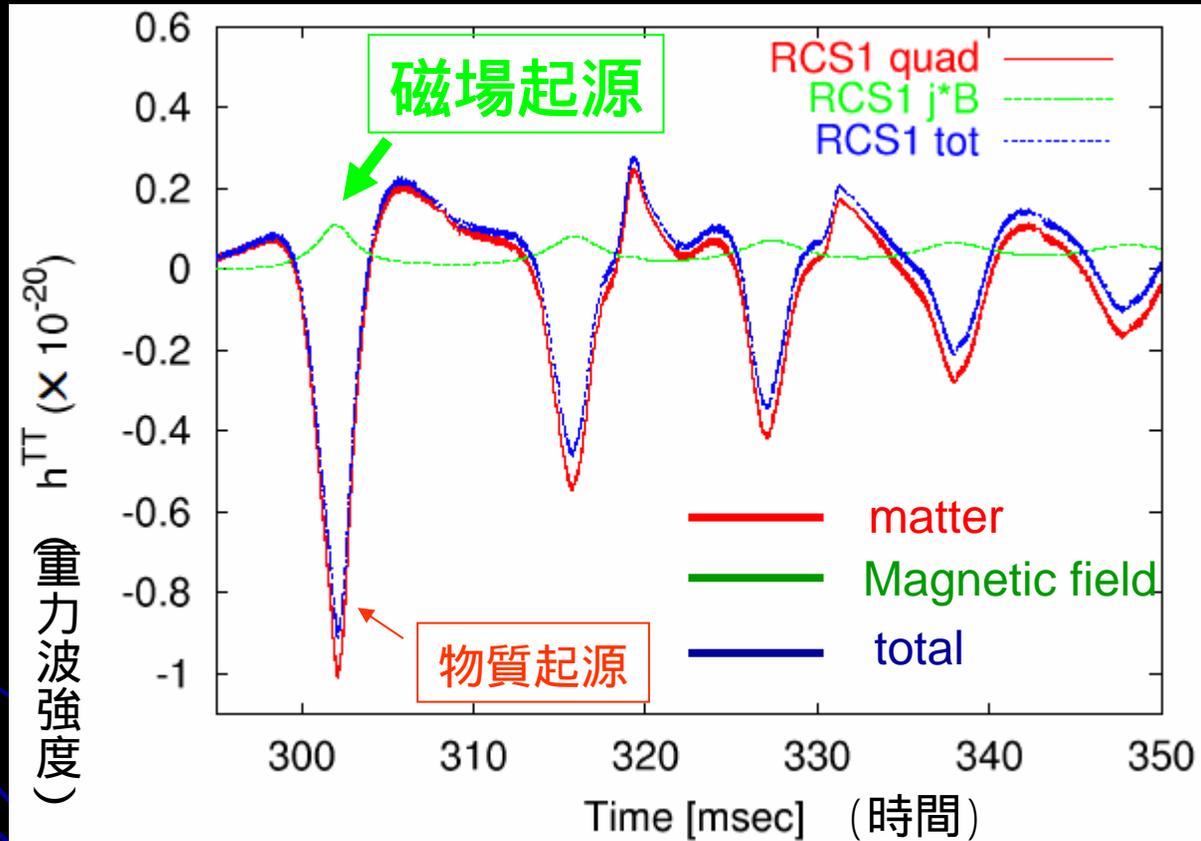
Quantitative features obtained in the polytropic EOS's study are also confirmed by our study.



磁場の重力波波形に及ぼす効果

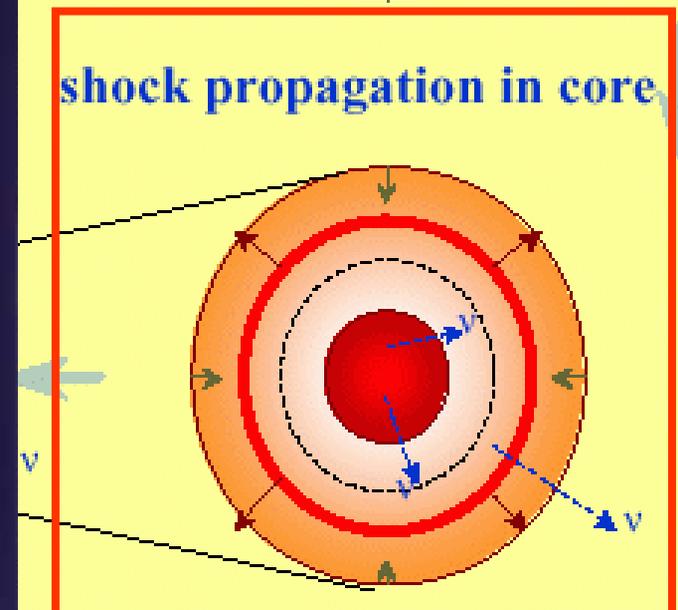
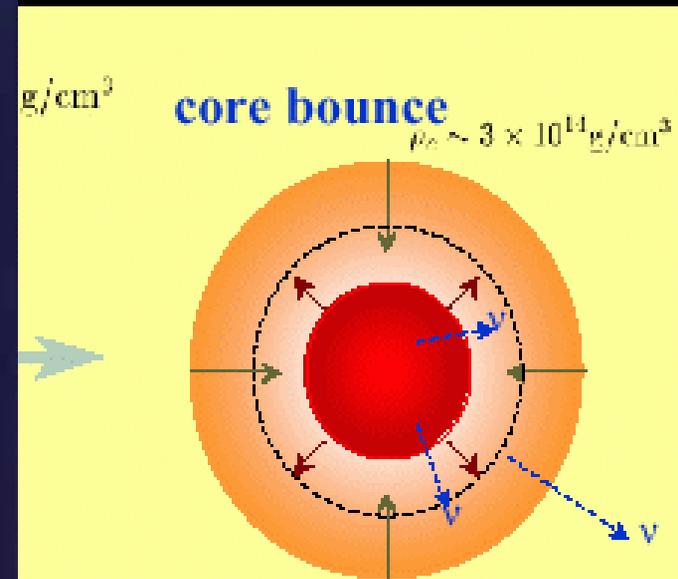
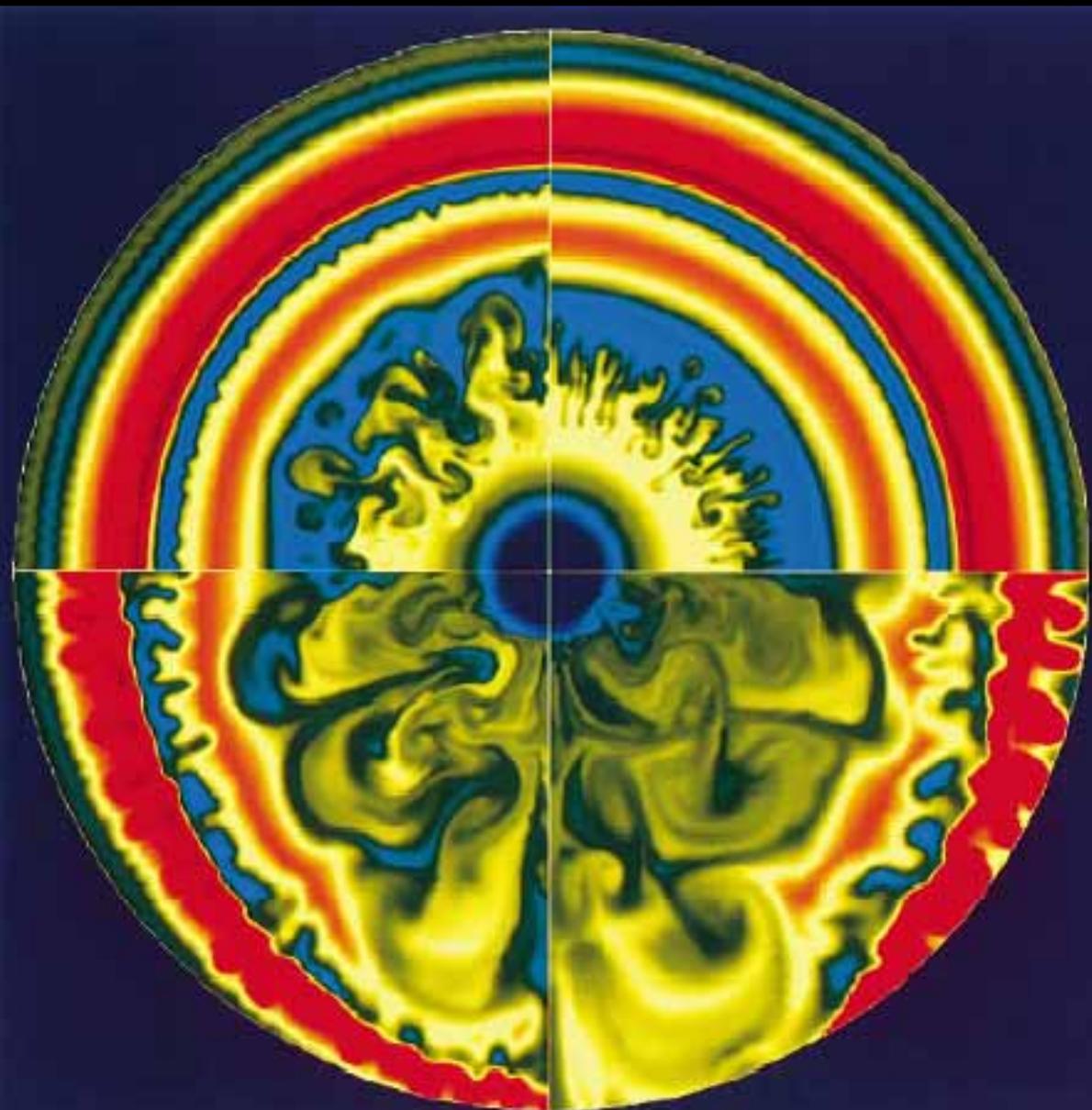
(Kotake et al. 2004)

バウンス時に、 $B \sim 10^{17}$ Gのモデル



マグネター級の強磁場超新星では、10%ぐらい磁場の効果で重力波の振幅が小さくなる。

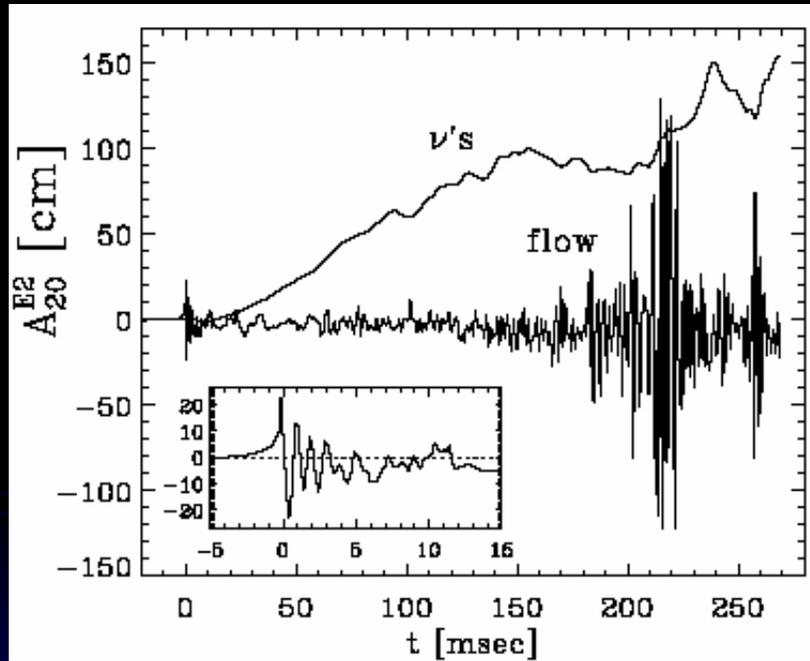
実は、バウンス時以外にも、重力波が放出される。
つまり、対流運動起源と非球対称ニュートリノ放射起源



対流起源の非球対称ニュートリノ重力波

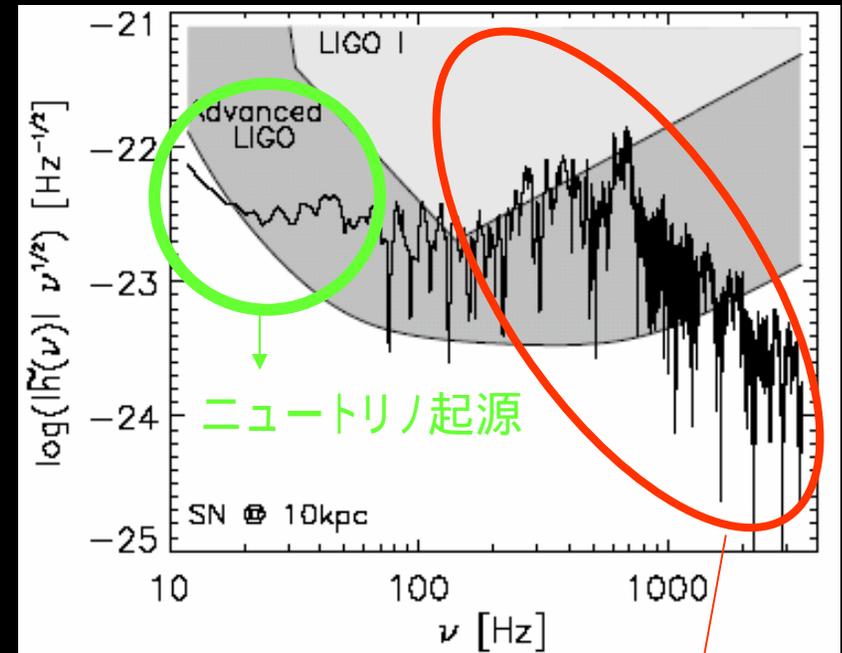
Mueller et al. (2004)

重力波波形



弱回転モデル

Total energy spectrum

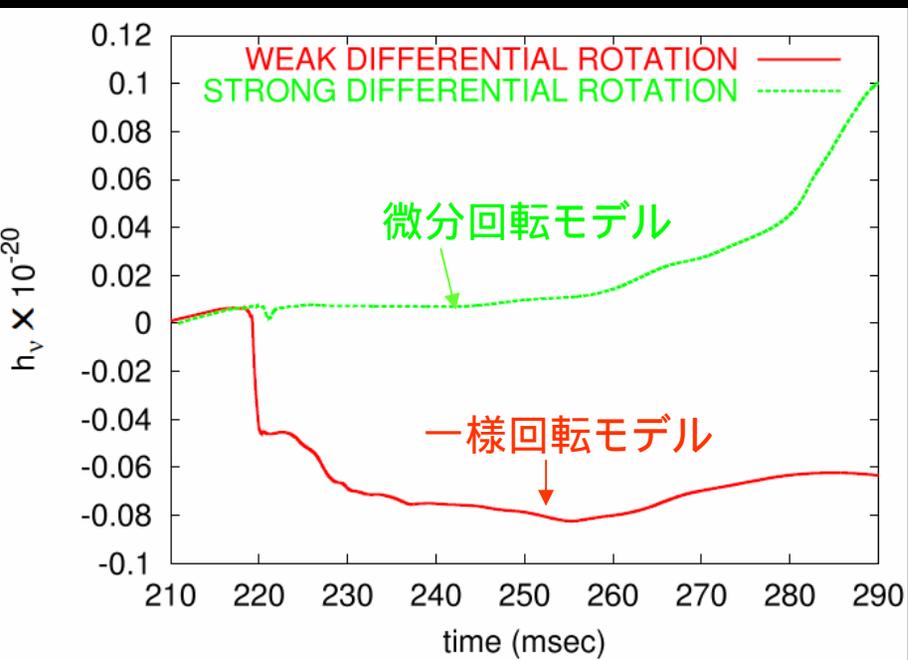


物質起源の重力波

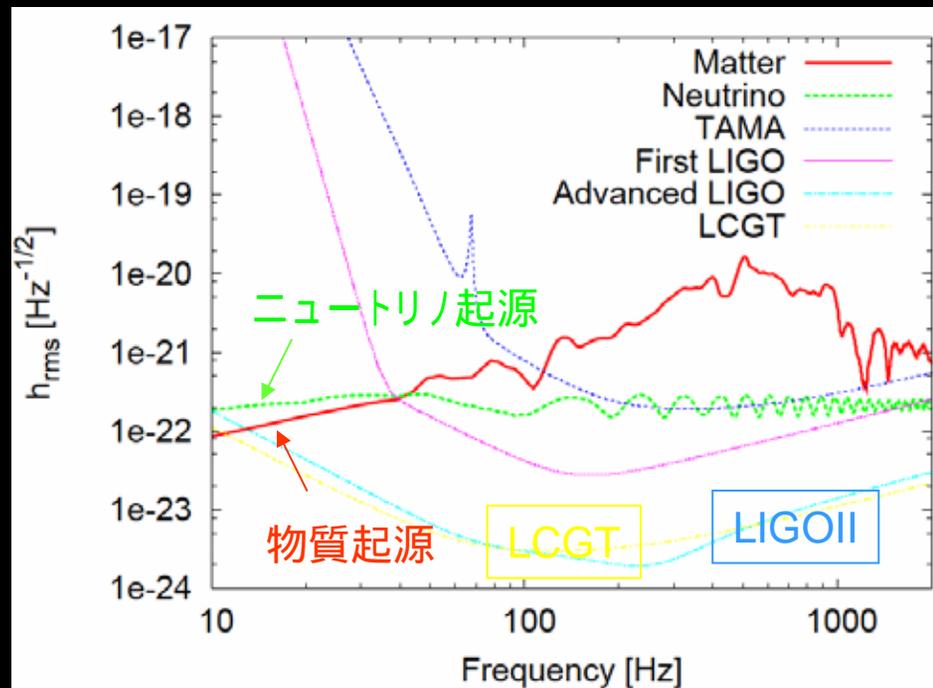
ニュートリノ起源の重力波は、低周波数側でdominate

自転起源の非球対称ニュートリノ重力波 Kotake et al. (2004)

波形



スペクトル



ニュートリノ起源の重力波が物質起源の重力波より卓越するのは、低周波数側 (~ 100 Hz). LCGT, LIGO II O.K!

一般相対論的計算における 2004年度の進展

GR studies but without microphysical processes

2D フルGRの計算, Shibata and Sekiguchi, (2004)
Dimmelmeier et al. (2002) の
2D Conformally flat 計算と比較。

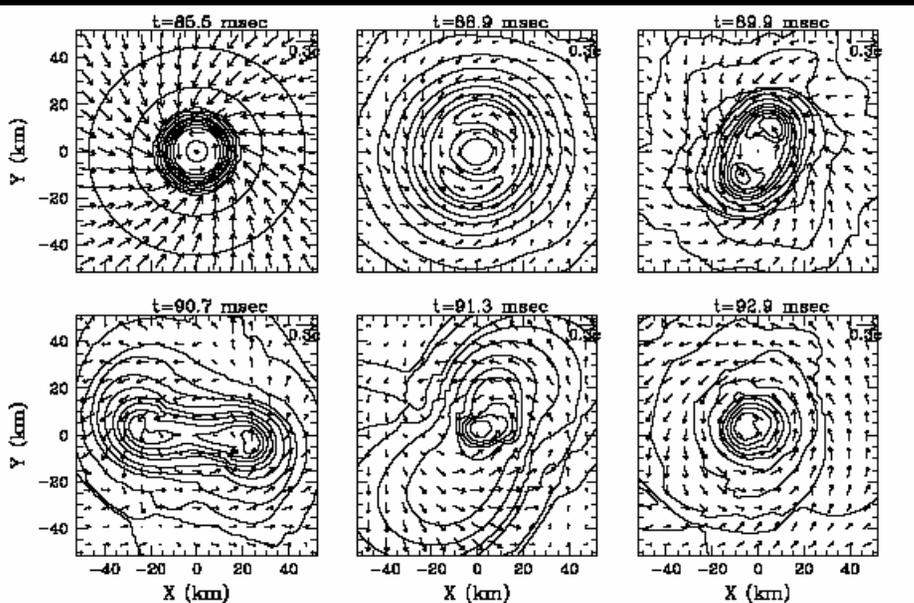
3D CFC計算法 (Dimmelmeier et al. 2004) を報告。
(まだ重力波の計算は報告されていない。)

3D full GR, Shibata & Sekiguchi, PRD in press

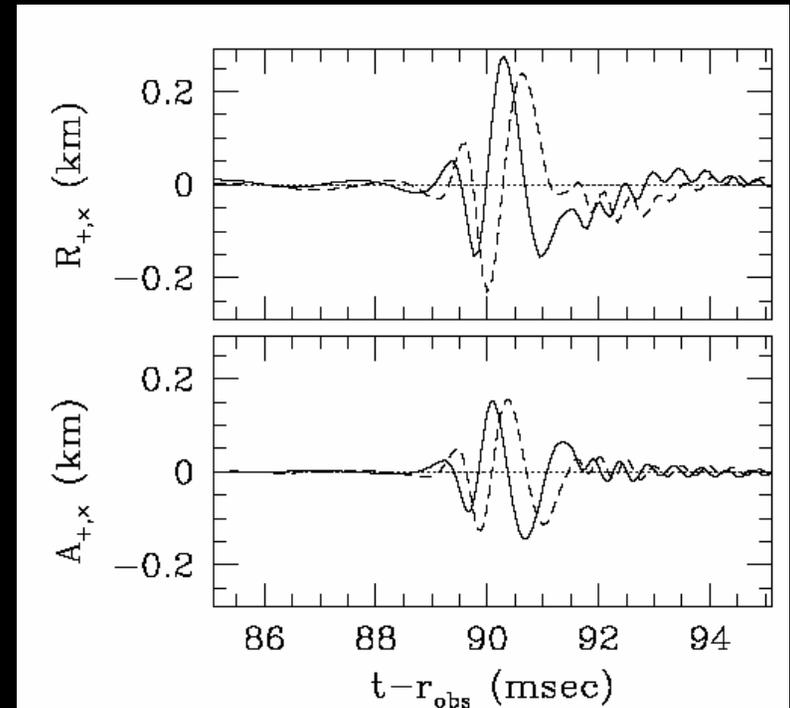
高速自転モデルの重力崩壊

- \rightarrow Rot. energy/|Grav energy| $>$ 14 %
(onset of the bar mode instability)

崩壊の様子(軸上から見た場合)



重力波波形



最大振幅は、標準的なバウンス時の ~ 10 倍以上

超新星からの重力波のまとめ

ゆく年

- ・ 状態方程式依存性がよく調べられた。
- ・ 磁場の重力波に及ぼす効果が調べられた。
- ・ 対流、ニュートリノ起源の重力波の研究に火がついた。
- ・ 3D, full GR の重力崩壊の計算が可能に。

来る年 (全くの主観ですが。)

- ・ 対流、ニュートリノ起源重力波の3D版？
(重力波天文学の一つの方向？)
- ・ 3D, full or CF GR 計算 + realistic EOS ?