

素核宇宙融合レクチャーシリーズ 第13回

“ガンマ線バーストで宇宙を測る？”



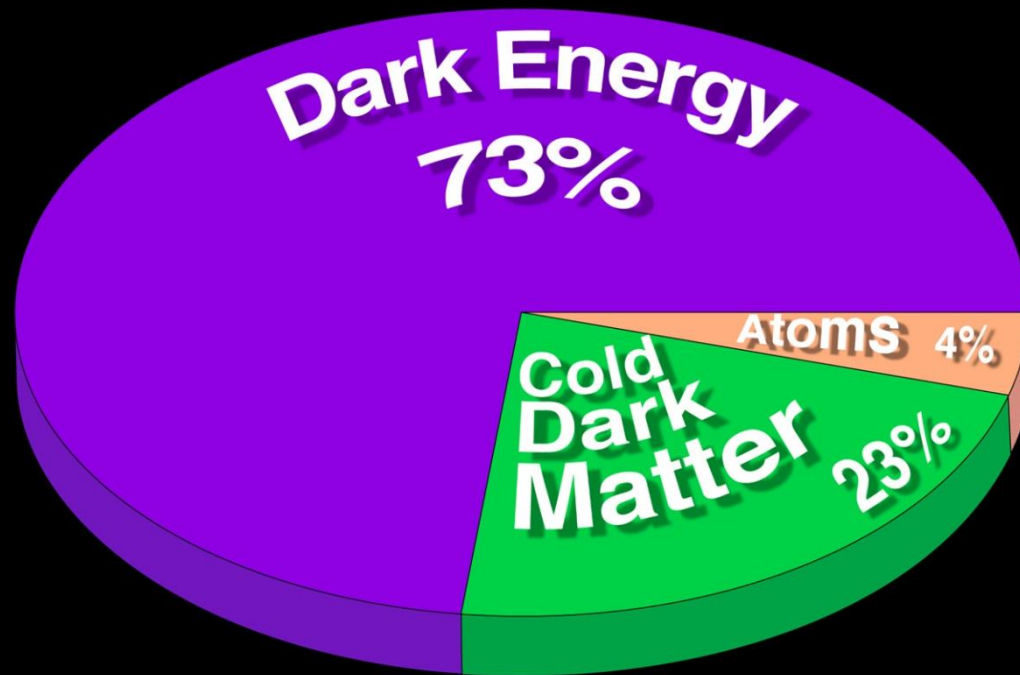
長瀧天体ビッグバン研究室

理化学研究所
准主任研究員

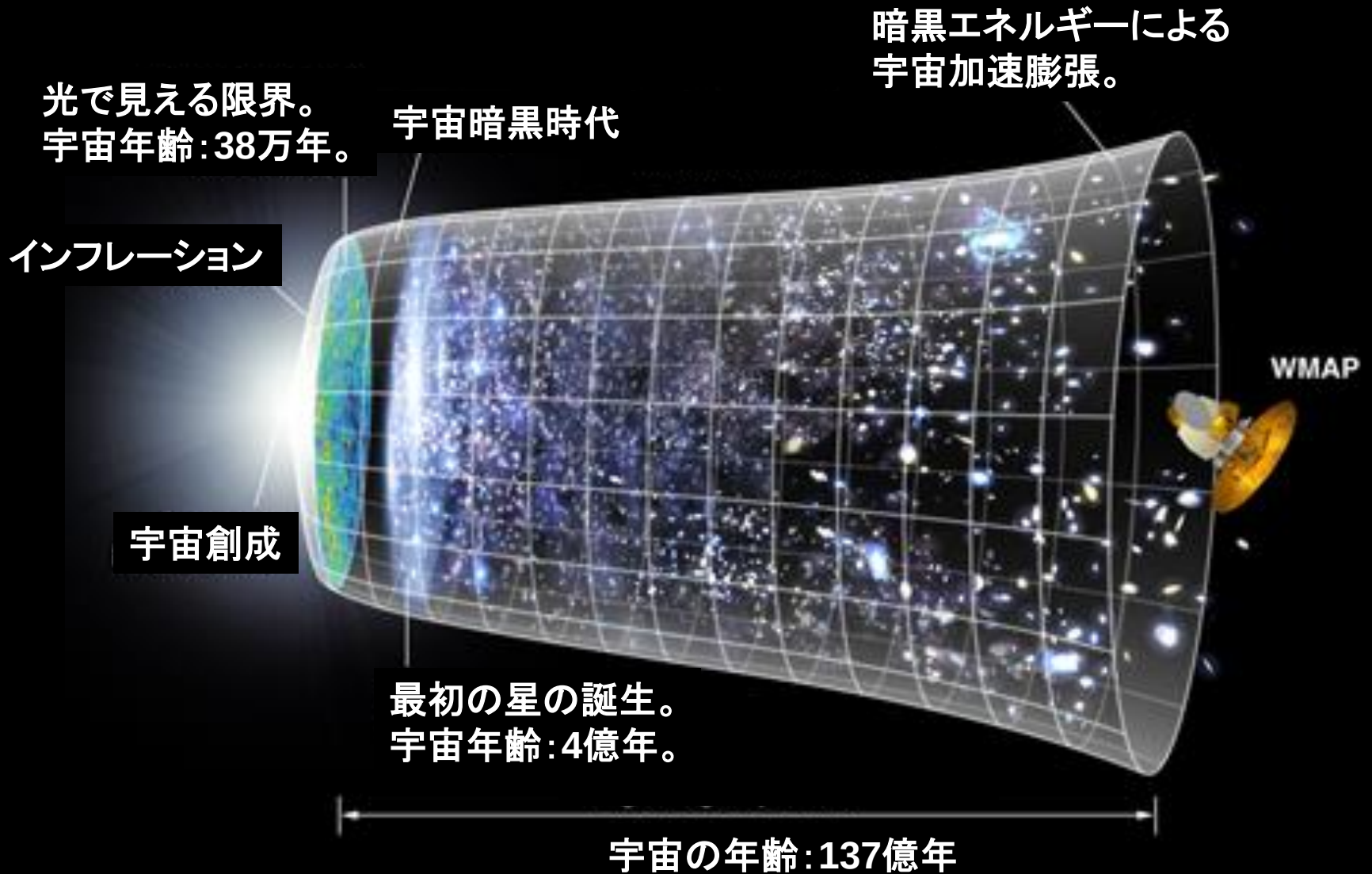
長瀧 重博

主催：計算基礎科学連携拠点 (JICFuS) HPCI戦略プログラム分野5「物質と宇宙の起源と構造」
共催：理化学研究所 iTHESプロジェクト 2014年11月27日-28日、理研和光キャンパス

宇宙の組成

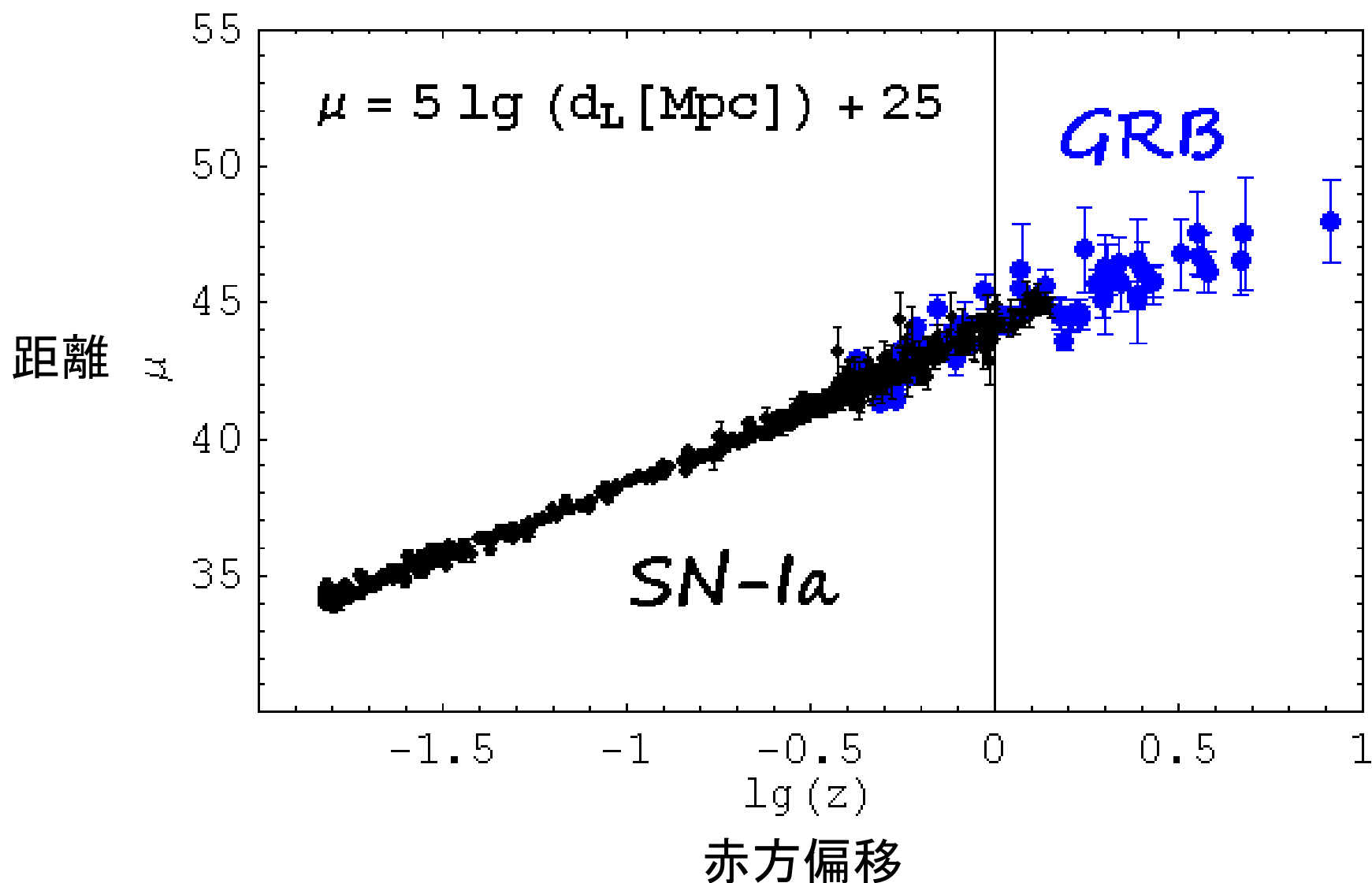


宇宙の歴史



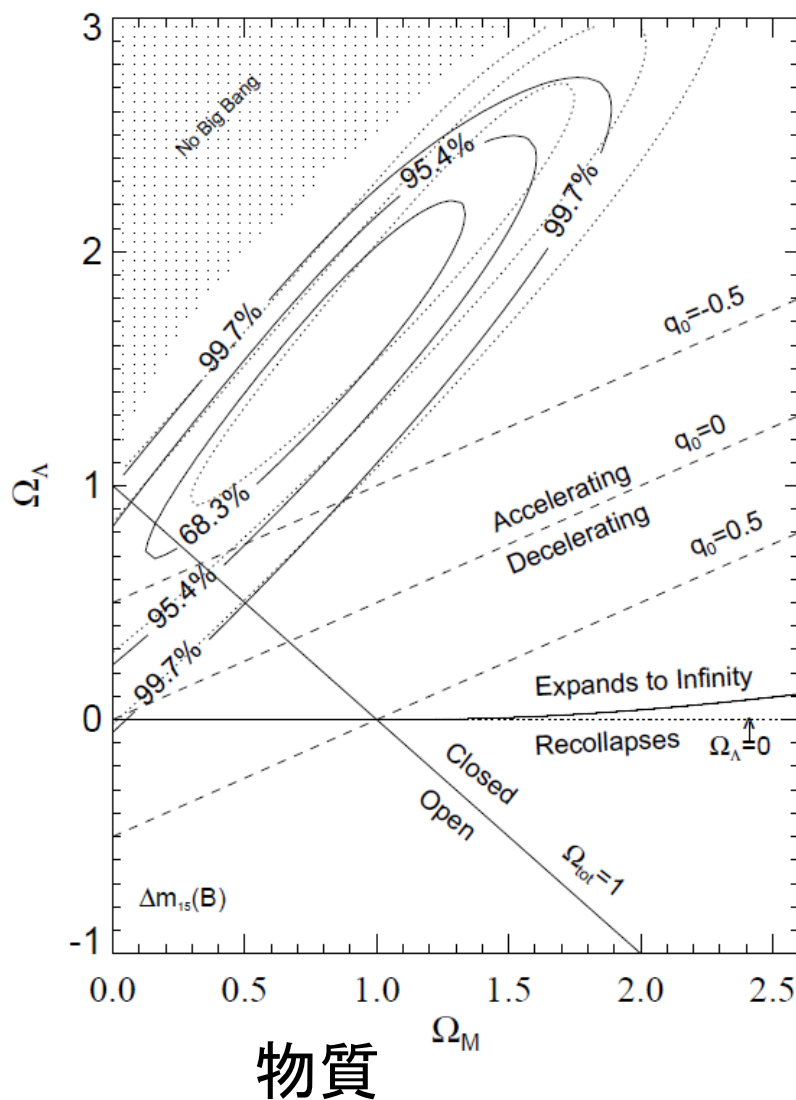
WMAP衛星のホームページより(日本語は加筆・修正)。

距離と赤方偏移から宇宙組成推定



超新星で決まった宇宙論パラメータ

ダーク
エネルギー



Riess et al. 1998

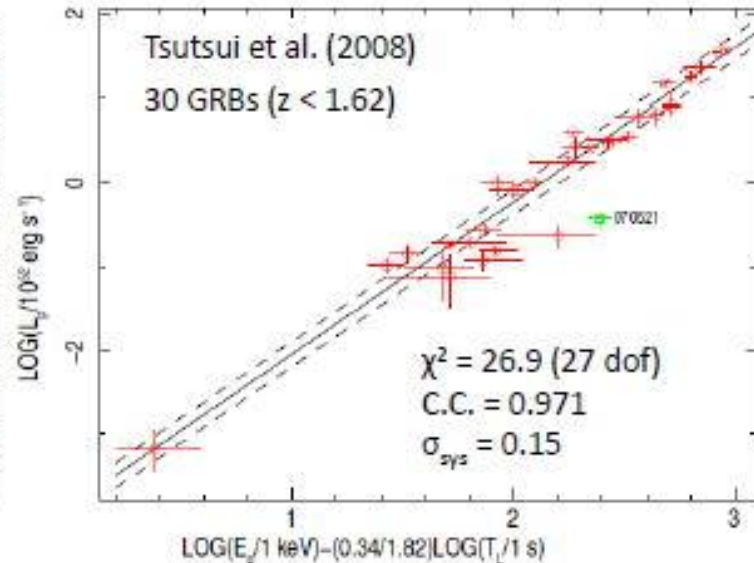
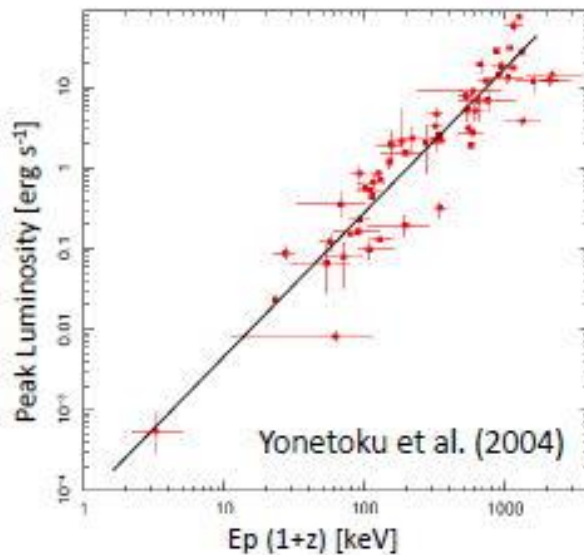


Perlmutter氏、Schmidt氏、Riess氏
2011年ノーベル物理学賞

ガンマ線バースト標準光源化を目指して

GRB 宇宙論

ガンマ線スペクトルの E_{peak} と光度の関係
GRB の距離指標として利用

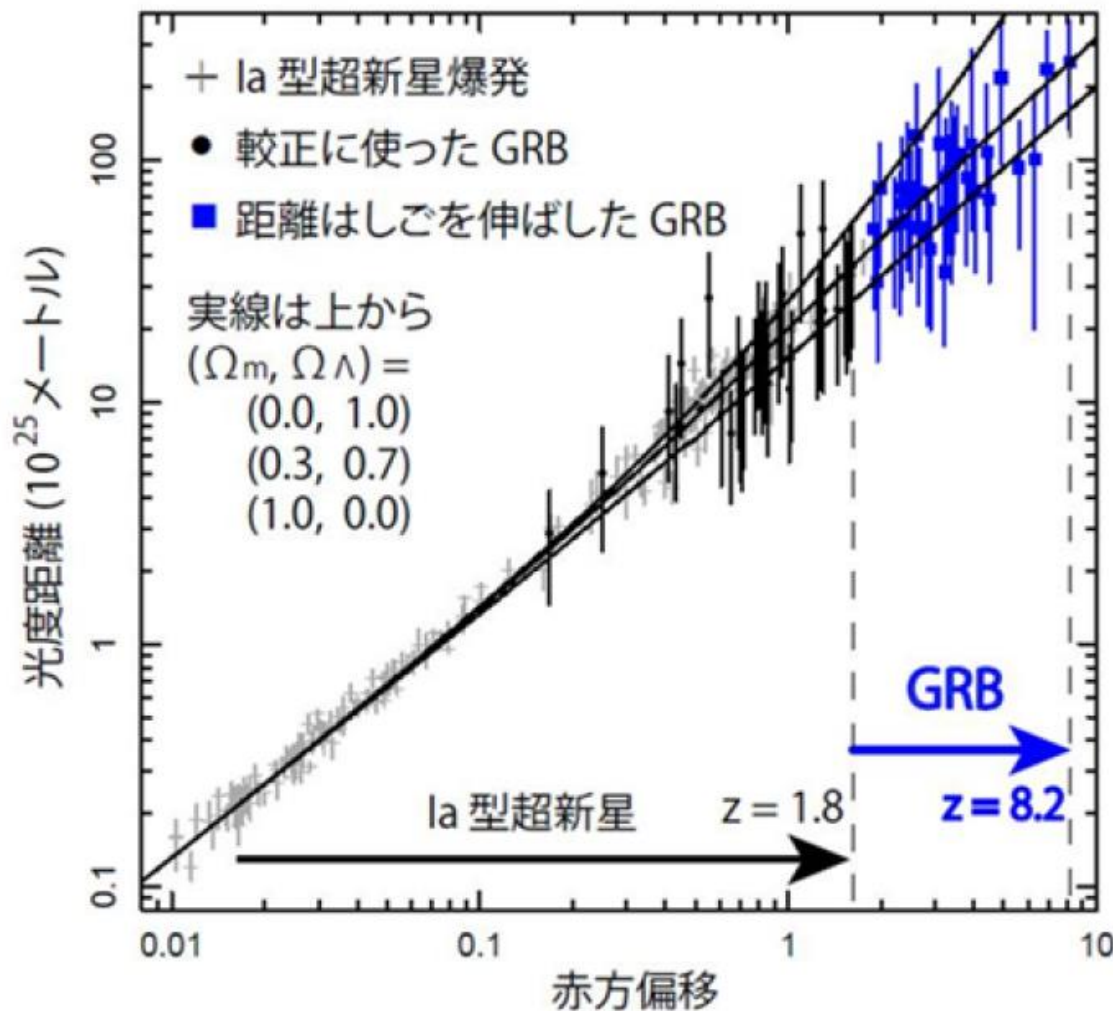


第3のパラメータ luminosity time : $T_L \equiv E_{\text{iso}}/L_p$ の導入

$$\frac{L_p}{10^{52} \text{ erg s}^{-1}} = 10^{-3.87 \pm 0.19} \left(\frac{E_p}{1 \text{ keV}} \right)^{1.82 \pm 0.08} \left(\frac{T_L}{1 \text{ s}} \right)^{-0.34 \pm 0.09}$$

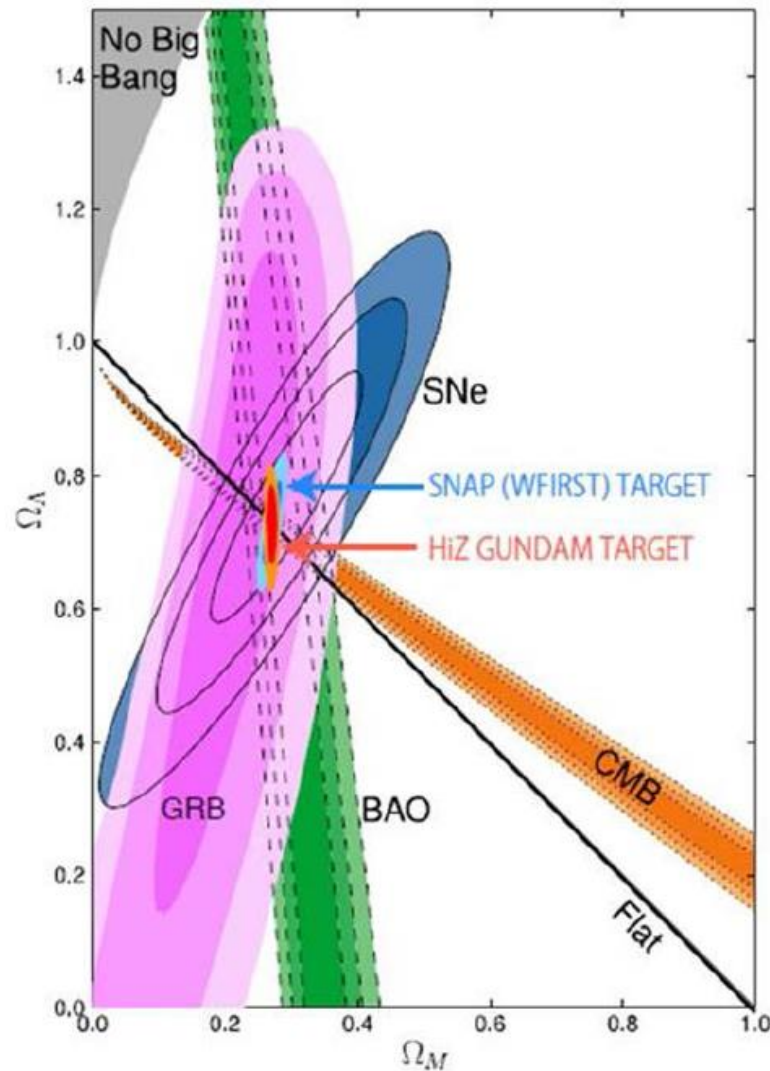
系統誤差が大きく改善。統計誤差のみで記述が可能かもしれない。

ガンマ線バーストの持つポテンシャル



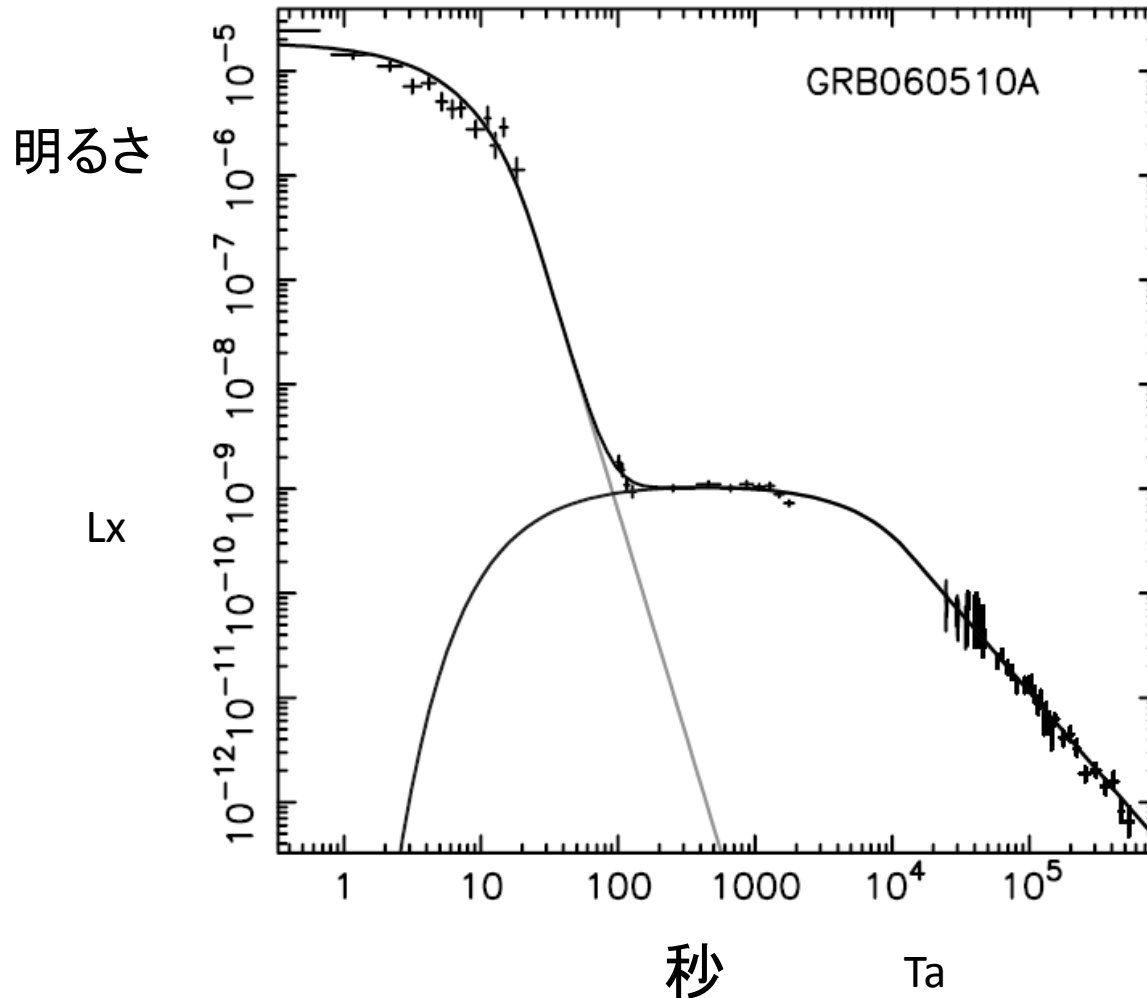
ガンマ線
バーストは
明るい！

将来のガンマ線バースト宇宙論



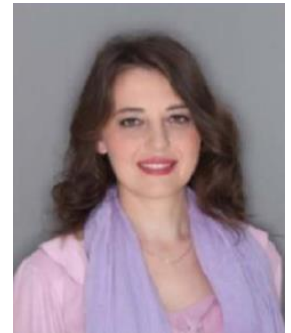
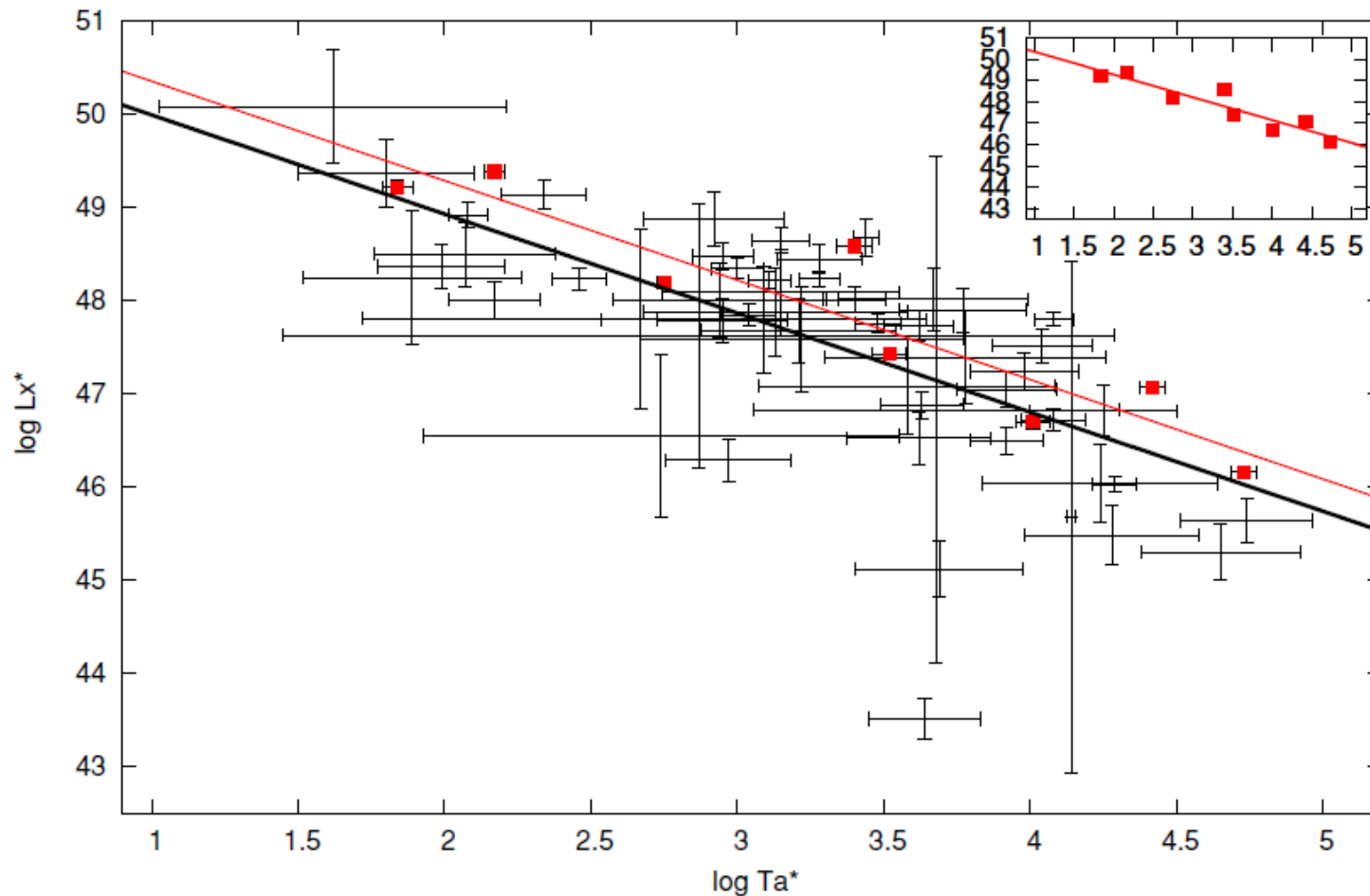
典型的なGRB-Afterglow光度曲線

Willingale et al. 07



The Dainotti's Relation

Dainotti et al. 2010



M. Dainotti
(RIKEN)

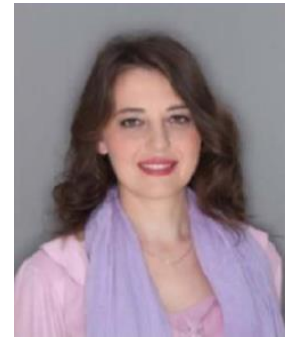
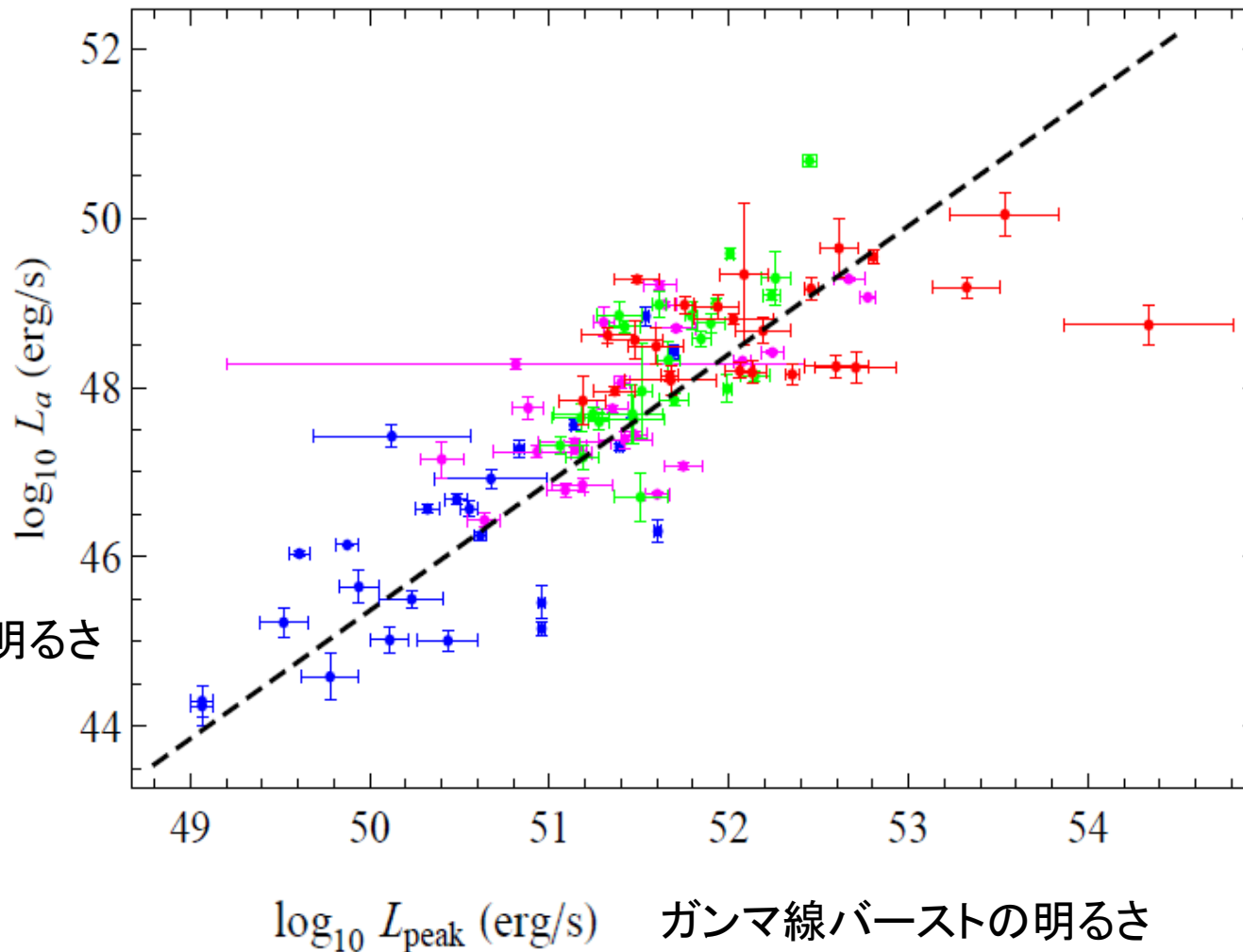
The Dainotti's Relationで イタリア共和国メリット勲章受賞！



2013年国際女性デー(2013年3月8日)

The Neo Dainotti's Relation

Dainotti et al. 2014, submitted.



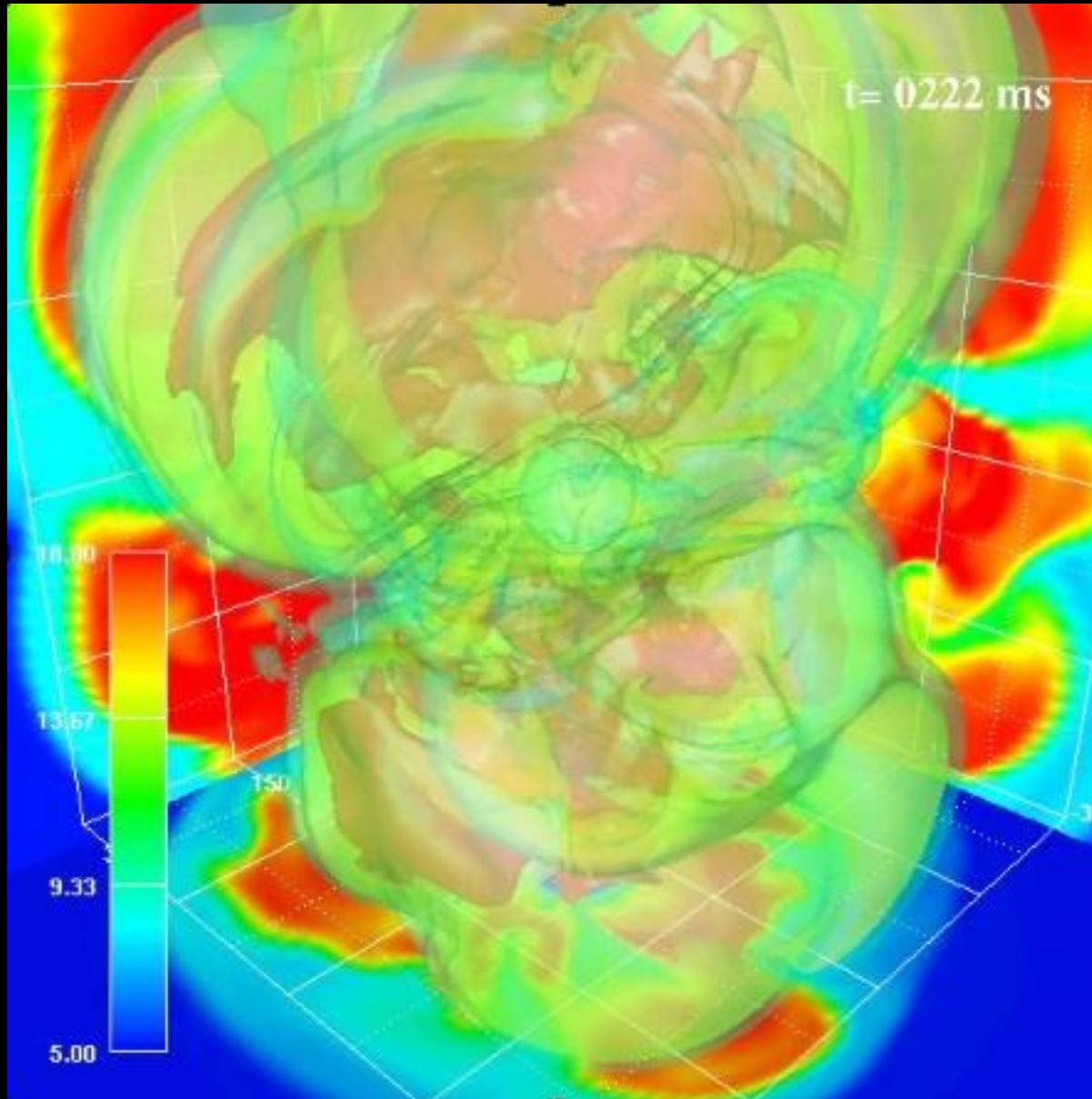
マリアの挑戦は
続く。。

完

終章

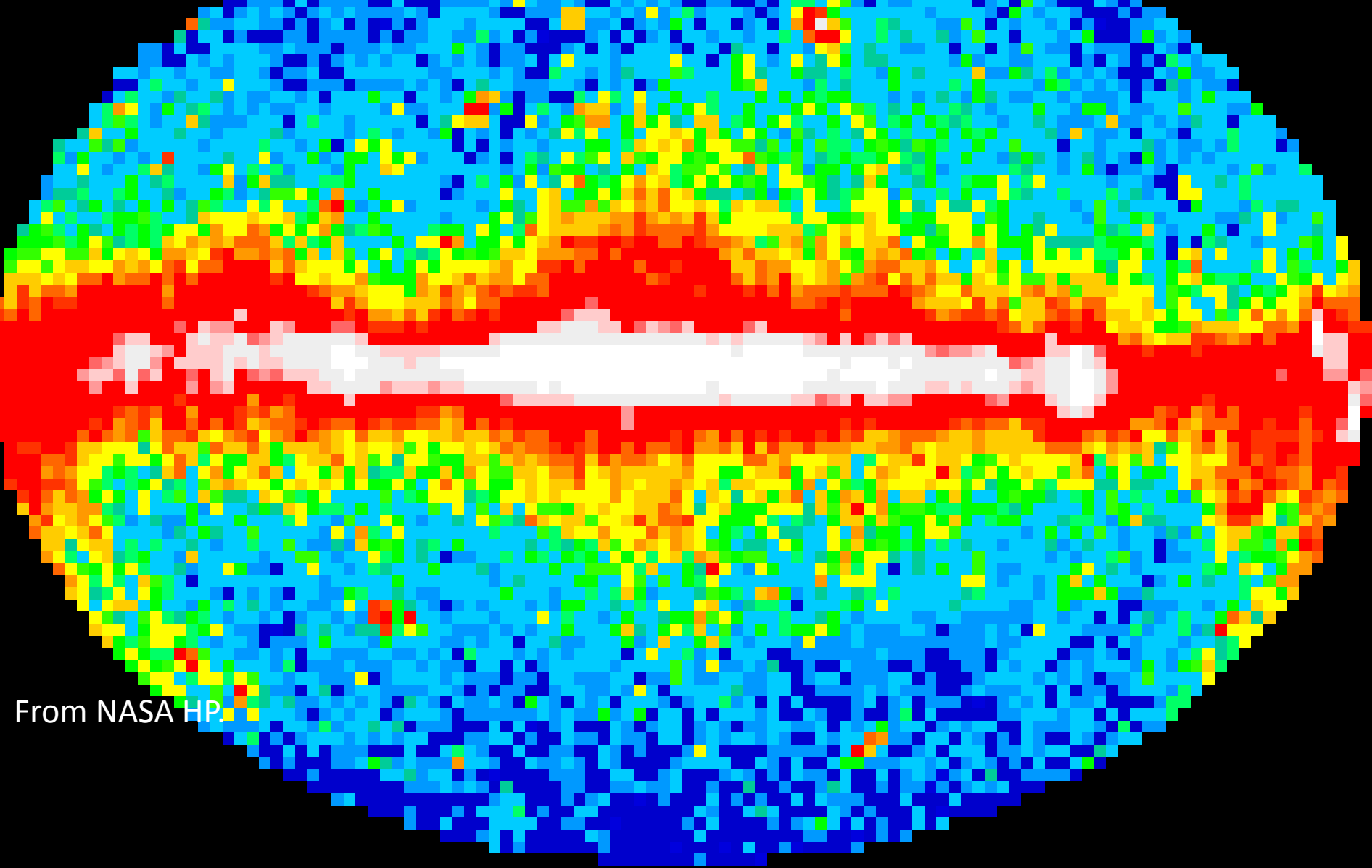
長瀧天体ビッグバン研の挑戦

何故巨大星は爆発するのか？



Simulation by
T. Takiwaki
(RIKEN)

一部の超新星はガンマ線バーストして
爆発する。何故か?



From NASA HP.

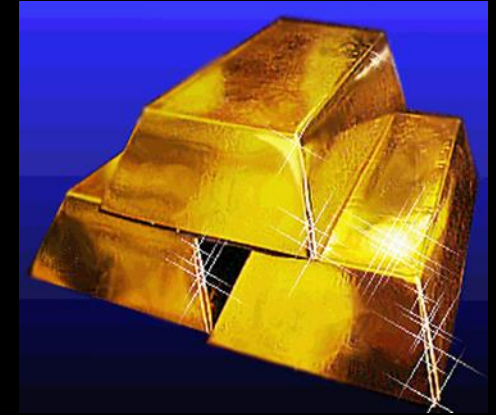
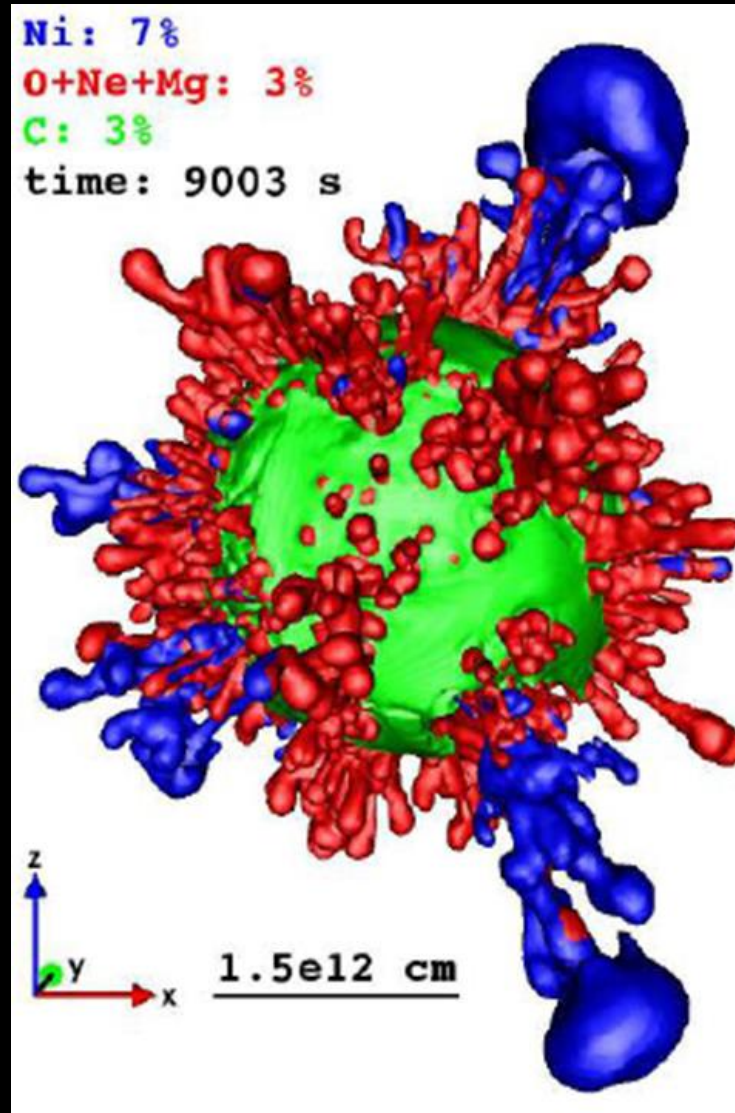
超新星は重元素の起源。 しかしどの元素がどれだけ出来ているのか？



Simulation by
A. Wongwathanarat
(MPA → RIKEN)



S. Wanajo
(RIKEN)



Origin of Gold?



Origin of Uran?

超新星やガンマ線バーストの放射機構は？



A. Tolstov (RIKEN→IPMU)



Y. Teraki(RIKEN)

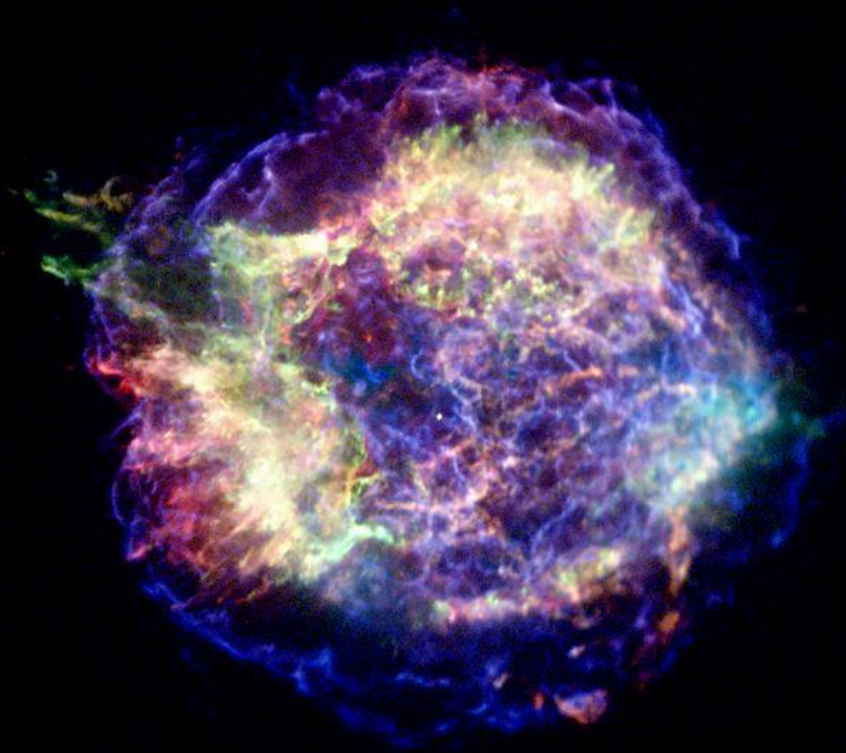


H. Ito (RIKEN)

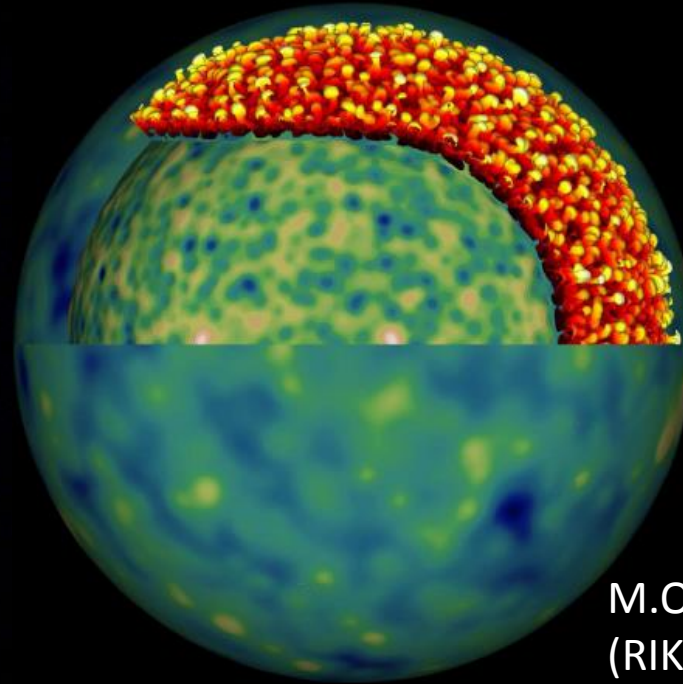


J. Matsumoto (RIKEN)

超新星残骸には謎・物理が一杯！



X-ray Image of Cassiopeia A by
Chandra



Simulation by
D. Warren

Morphology? Composition? Cosmic-Ray Production?



S.H. Lee
(RIKEN→
JAXA)

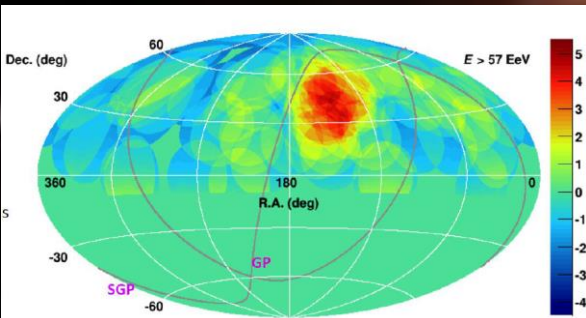


M. Ono
(RIKEN→Kyushu U.)



D. Warren
(NCSU→RIKEN)

ガンマ線バースト・極超新星は 最高エネルギー宇宙線加速器か？

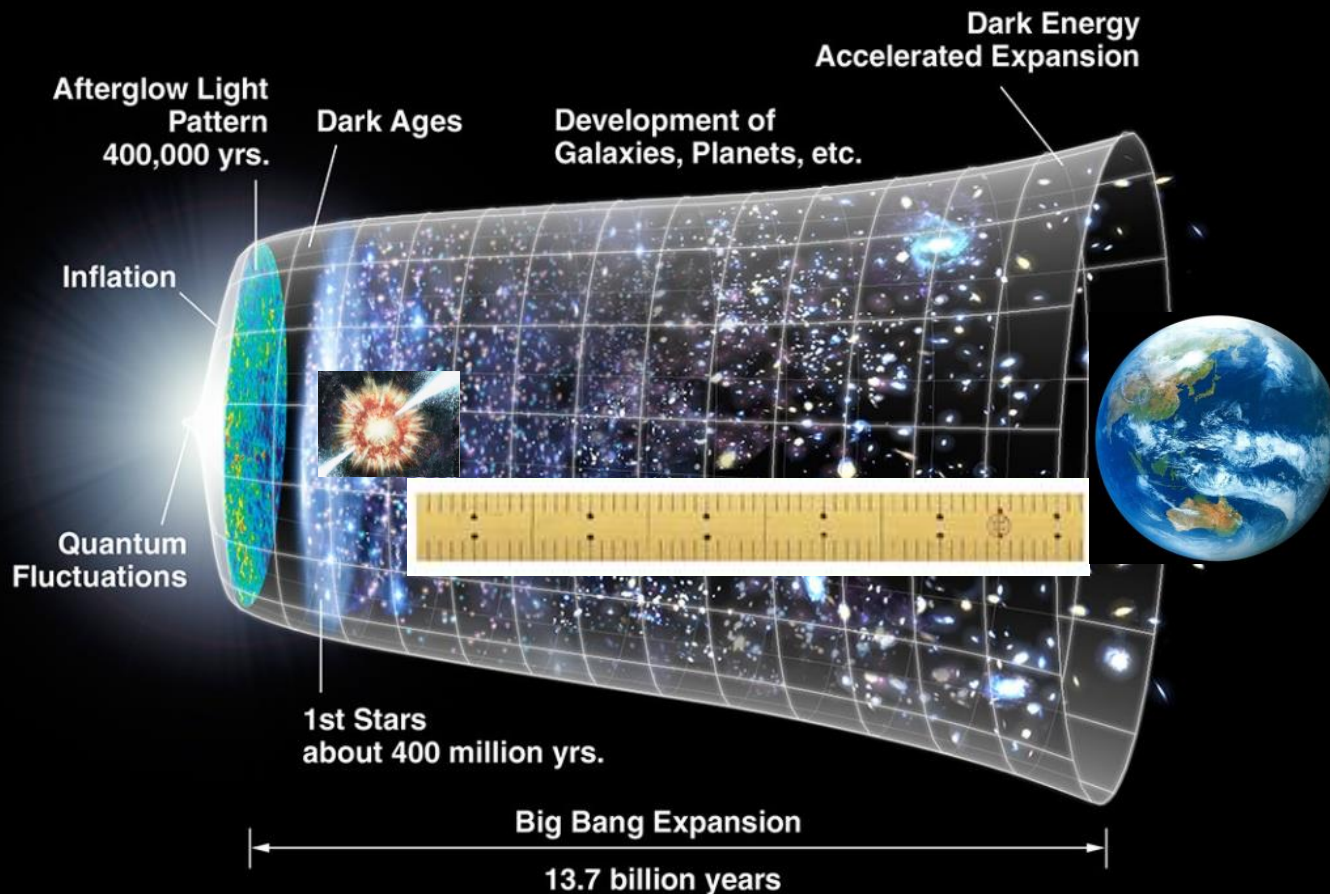


Telescope Array実験(日本-アメリカ)が見つけた最高エネルギー
宇宙線ホットスポット 2014

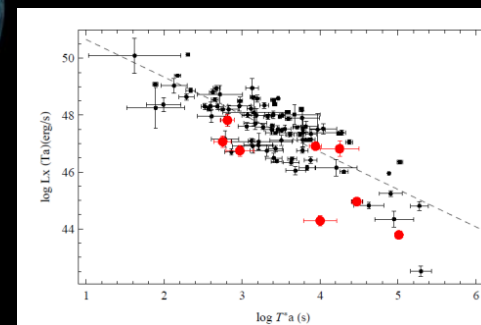
© A. Roquette (ESO)

ガンマ線バーストは宇宙最長のものさしになれるか？

WMAP HPより。一部改編。



M. Dainotti (RIKEN)



The Dainotti's 関係式

Maria Dainotti、2013年、The Dainotti's Relationでイタリア共和国メリット勲章受賞！

長瀧天体ビッグバン研メンバーと共同研究者

Small
Radi

From 1st April 2013

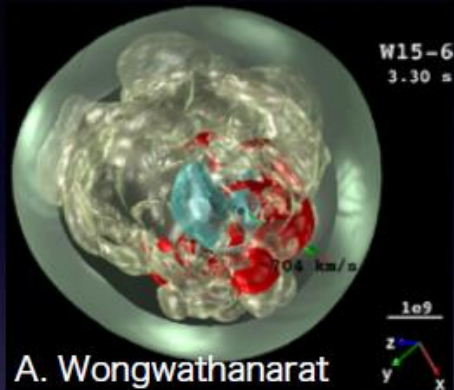
~Toward Full-Understanding of Supernovae and GRBs~

- Central Engine: Nagataki (PI), Takiwaki , Barkov
- Explosive Nucleosynthesis: Wongwathanarat, Wanajo, Mao
- Shock Breakout/Light Curve/Spectrum: Tolstov, Blinnikov (ITEP), Tominaga (Konan), Tanaka (NAOJ), Maeda(Kyoto)
- Propagation of Relativistic Jet: Matsumoto, Mizuta
- Prompt Emission: Ito, Teraki, Pe'er (UCC)
- Afterglow: Warren, Ellison (NCSU), MacFadyen(NYU).
- Remnants: Lee, Ono, Warren, Slane (CfA), Patnaude (CfA)
- UHECRs, VHE-neutrinos/gamma-rays: Allard (APC), Kusenko (UCLA), He (PAO)
- GRB Cosmology: Dainotti

... and More!

Large
Radi

Roadmap



Towards true picture of SNe

Progenitor star properties

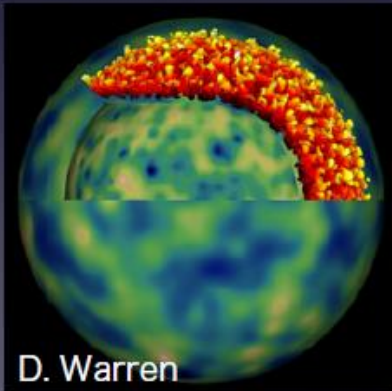
Explosion mechanism

Nucleosynthesis, matter mixing

Shock breakout to early SNR phase

T. Takiwaki, A. Wongwathanarat, M. Ono, T. Tolstov

K. Maeda (Type Ia's), and more friends



Deeper understanding of SNRs and collisionless shocks

Diffusive shock acceleration (DSA) of CR e⁻ and ions

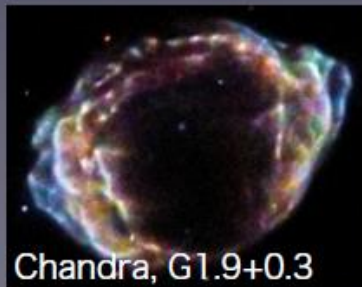
CR-driven magnetic turbulence

Hydro/MHD instabilities

Ejecta and CSM structure

H. Lee, M. Ono, M. Barkov

D. Ellison, P. Slane, D. Patnaude, C. Badenes, D. Warren, A. Bykov, ...



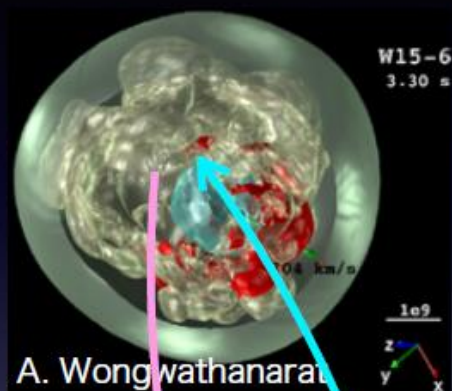
Confront multi- λ data with state-of-the-art model

Future and current observations of SNe and SNRs young to old

Astro-H, NuStar, Suzaku, Chandra, LAT, IACTs, VLA, Nanten-II, etc

In close future: CTA, SKA, and more ALIGO/AVIRGO/KAGRA/SK

Roadmap



Towards true picture of SNe

Progenitor star properties

Explosion mechanism

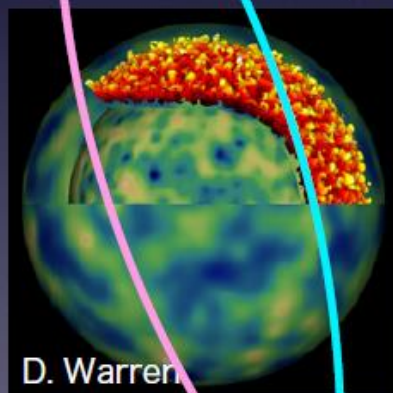
Nucleosynthesis, matter mixing

Shock breakout to early SNR phase

T. Takiwaki, A. Wongwathanarat, M. Ono, T. Tolstov

K. Maeda (Type Ia's), and more friends

A. Wongwathanarat



Deeper understanding of SNRs and collisionless shocks

Diffusive shock acceleration (DSA) of CR e^- and ions

CR-driven magnetic turbulence

Hydro/MHD instabilities

Ejecta and CSM structure

H. Lee, M. Ono, M. Barkov

D. Ellison, P. Slane, D. Patnaude, C. Badenes, D. Warren, A. Bykov, ...

D. Warren



Confront multi- λ data with state-of-the-art model

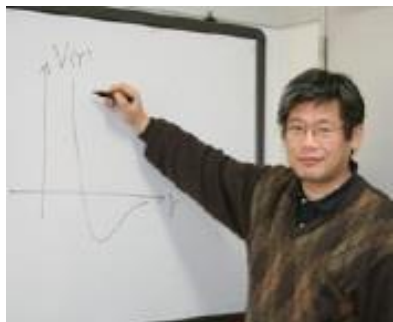
Future and current observations of SNe and SNRs young to old

Astro-H, NuStar, Suzaku, Chandra, LAT, IACTs, VLA, Nanten-II, etc

In close future: CTA, SKA, and more

ALIGO/AVIRGO/KAGRA/SK

理研の原子核理論グループとの連携



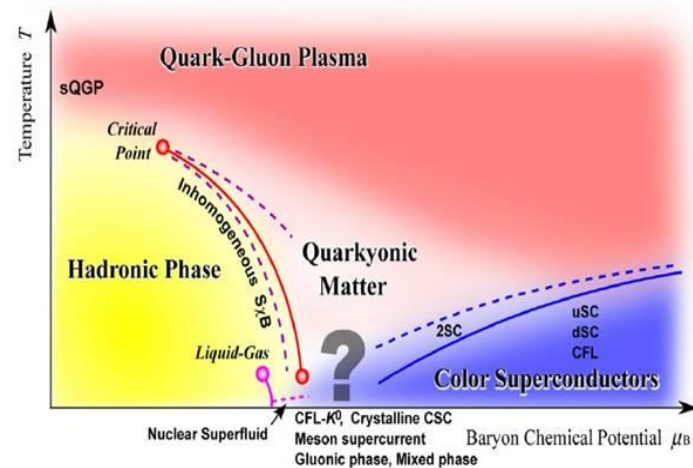
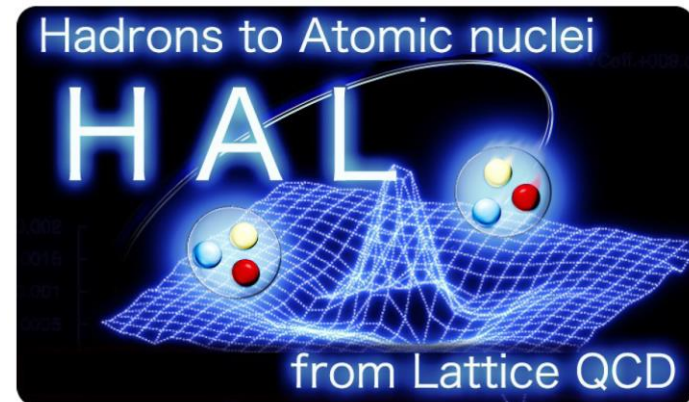
Dr. T. Hatsuda



Dr. E. Hiyama



Dr. T. Nakatsukasa

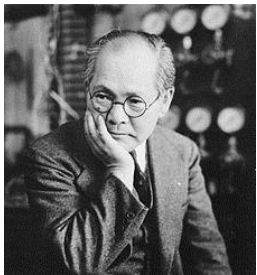


中性子星はどれ位固いの？
→ 超新星爆発にとって(最)重要。

RIBF (Radioactive Isotope Beam Factory) in RIKEN



**New Nuclei: $Z=113$ & $A=278$ has been found by RIBF.
The State-of-the-Art Nuclear Reaction Data can be Provided.**



Y. Nishina



H. Yukawa



S. Tomonaga



H. Sakurai



T. Uesaka



H. Ueno



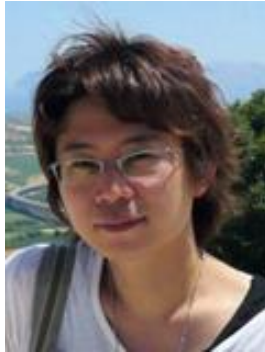
K. Morita

理論科学連携研究推進グループ (iTHES)

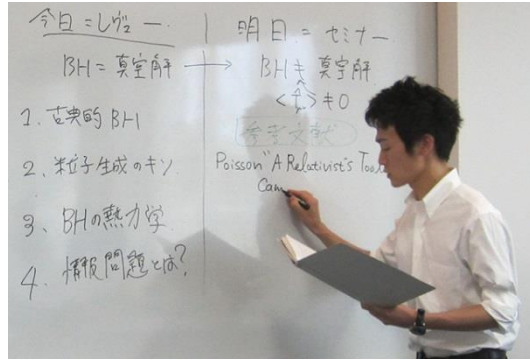
(FY2013-FY2018)



Tetsuo Hatsuda
Group Director



S. Nagataki
A Team Leader



Y. Yokokura & A. Tanaka
New iTHES Postdocs
(FY2015-)



iTHES-Kavli IPMU 04/Dec/2013



6th Nov. 2014 iTHES-IPMU-Osaka Joint Meeting @ Kavli IPMU or RIKEN



京 & ポスト京プロジェクト HPCI & ポストHPCI

京(KEI) = 10 Peta=10¹⁶.

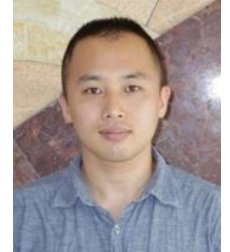


©RIKEN

K-Computer's Speed is 10 Peta Flops (Fastest in the World in Jun. –Nov. 2011. Now 4th ranked).
The Post-K-Project (Exa-Flops, 2020-) has already started in RIKEN.

長瀧天体ビッグバン研究室

- 研究室主催者: 長瀧
- 現在の研究員: 伊藤, 松本, Dainotti, Barkov, 寺木, Wongwathanarat, 滝脇
- 以前の研究員: 小野 (九大), Lee(JAXA), Tolstov(IPMU), Mao(九大)
- 2015年度着任予定の研究員: Warren, 横倉, 田中, and More!



完

ありがとうございました。