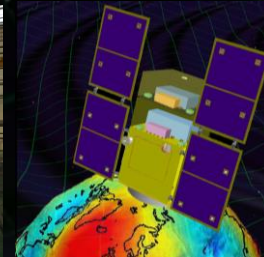
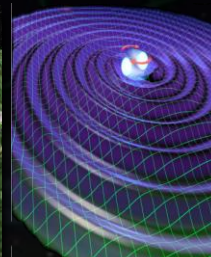
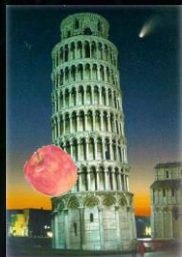


重力波観測で探る宇宙の姿

安東 正樹

(東京大学 理学系研究科)



イントロダクション

‘宇宙の謎’を解き明かしたいという欲求

➡ **物理学・宇宙物理学**

- **宇宙の誕生と成り立ちを知る.**
- **究極の物理法則を知る.**
- **地球・生命の誕生と歴史を知る.**

どうやって宇宙を調べる？

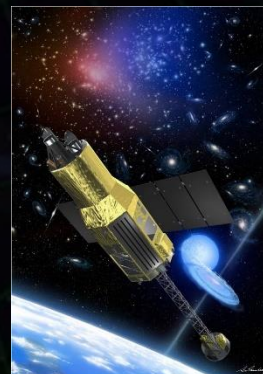
- ・理論研究, 計算機シミュレーション → A5サブコース
- ・宇宙からやって来るものを調べる → A8サブコース
電磁波, 宇宙線, ニュートリノ, 重力波, 隕石
- ・宇宙に行って調べる. 地上のものを調べる.



光赤外望遠鏡
すばる



電波望遠鏡
アルマ



X線望遠鏡
ASTRO-H



重力波望遠鏡
かぐら (KAGRA)

宇宙の誕生と成り立ち 生命の誕生.

一般物理理論

- 素粒子の宇宙論 : 川崎 (宇宙線研究所)
- 宇宙物理学・太陽系外惑星 : 須藤 (物理学教室)
- 観測的宇宙論 : 高田 (数物連携宇宙研究機構)
- 流体物理学 : 半場 (生産技術研究所)
- 初期宇宙論・重力波物理学 : 横山 (ビッグバン宇宙国際研究センター)
- 数値宇宙論 : 吉田 (物理学教室)

宇宙の誕生と成り立ち 生命の誕生.

物理学教室

- **電波観測** : 山本
星間ガス, 星形成.
- **X線観測** : 中澤
ブラックホール・中性子星, 銀河・銀河団.
- **重力波観測** : 安東
ブラックホール・中性子星, 初期宇宙.

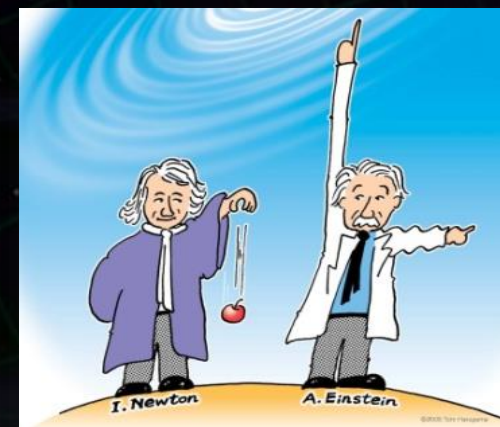


宇宙研・宇宙線研

- **光赤外観測** : 大内, 中川.
- **X線観測** : 高橋, 満田, 山崎.
- **重力波観測** :
梶田, 川村, 大橋, 三代木.
- **高エネルギー宇宙線観測** :
佐川, 福島, 瀧田, 手嶋, 吉越.
- **ニュートリノ** : 奥村, 岸本, 塩澤,
中畑, 早戸, 森山.

重力波観測で探る宇宙の姿

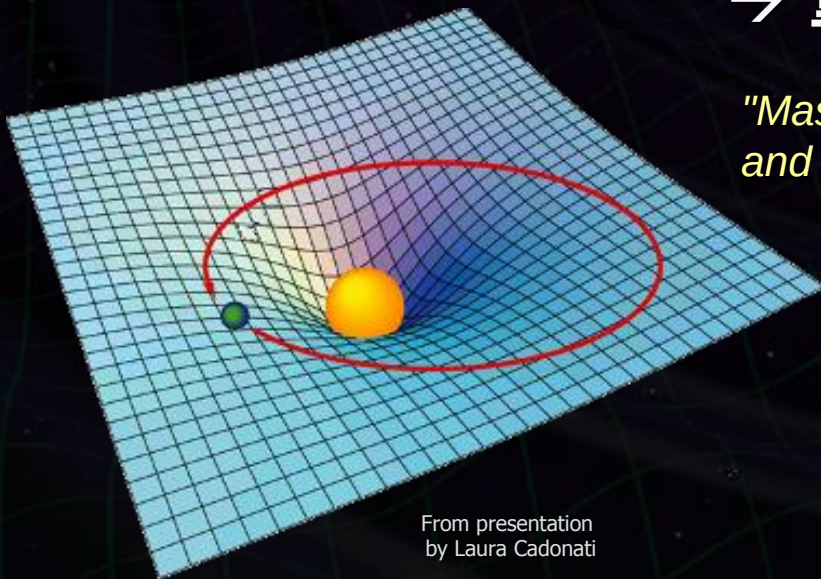
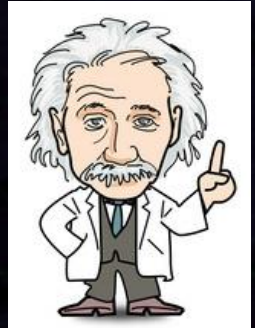
イラスト Tom Haruyama



一般相対性理論

→ 重力を時空の性質と解釈

*"Mass tells space-time how to curve,
and space-time tells mass how to move."*



From presentation
by Laura Cadonati

物質の変動, 形状の変化

→ 重力場の変動

→ '時空のさざなみ'として伝播



重力波

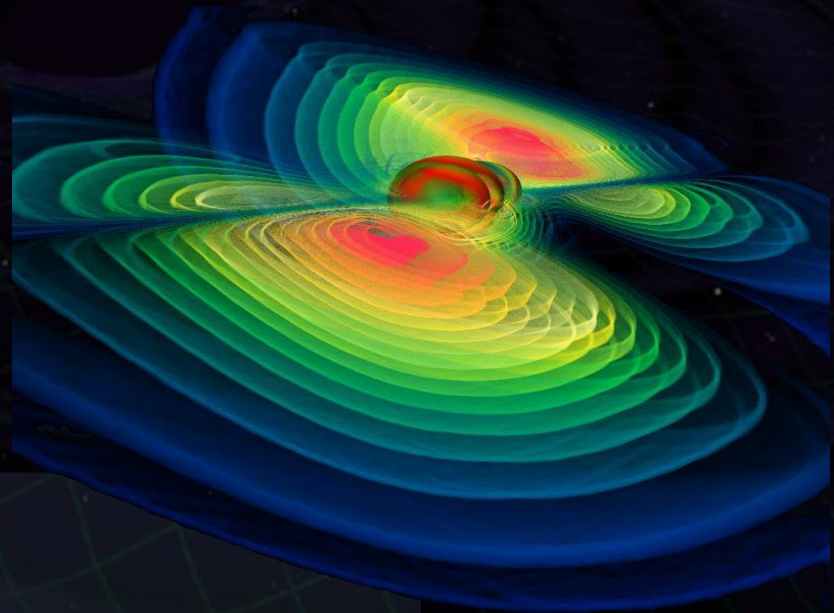
重力波の特徴

- ・質量の加速度運動から放射
- ・物質に対して 強い透過力



宇宙を観測する新しい手段

- ・電磁波と相補的な観測
- ・電磁波などでは見ることの出来ない現象
(初期宇宙, 高エネルギー天体現象の内部)

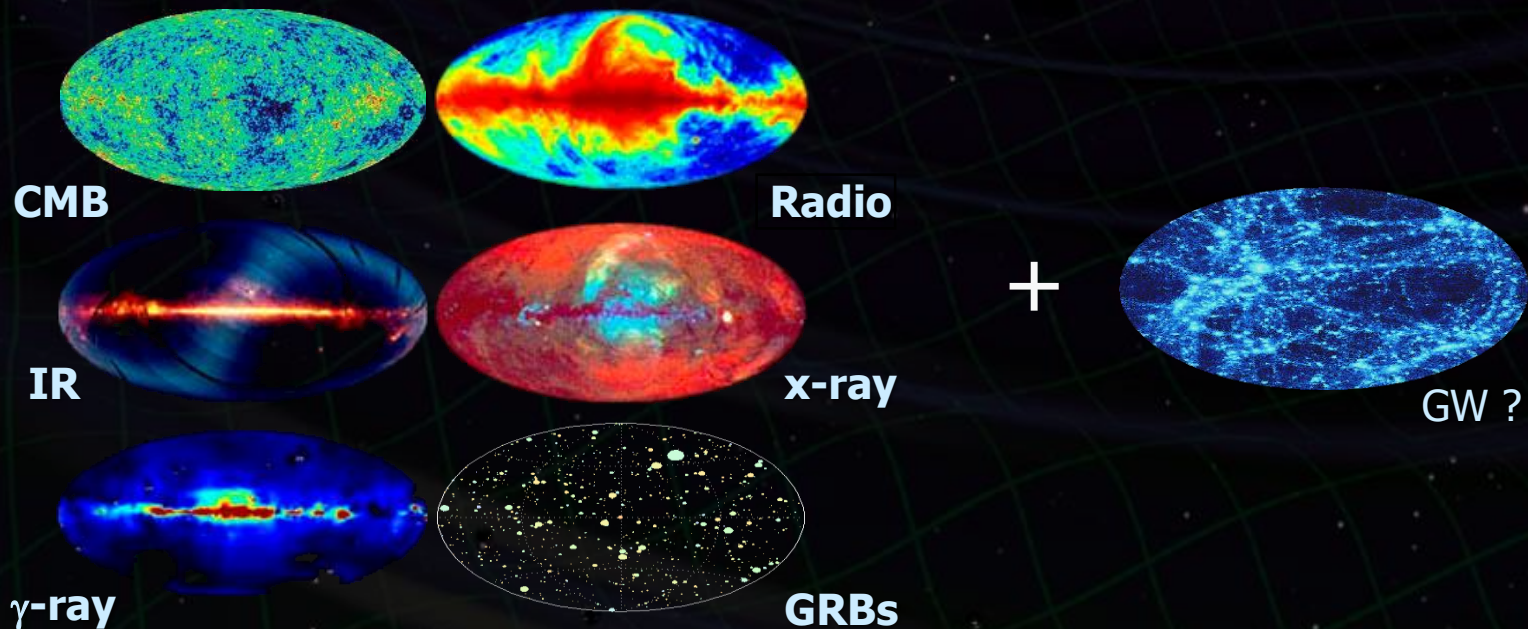


重力波で宇宙を探る



背景画: NASA/WMAP Science Team

宇宙を観測する新しい手段 → 新しい発見!!!



… しかし、重力波はまだ捕まっていない！

⇒ 物理学の新たなフロンティア

- ・天文学：宇宙を調べる新しい手段.
- ・宇宙論：初期宇宙の直接観測 → 宇宙の誕生と進化.
- ・物理学：極限状態の物理 → 究極の物理法則.

大型低温重力波望遠鏡



大型低温重力波望遠鏡

かぐら (KAGRA)

岐阜県・神岡で建設中の
次世代重力波検出器
(本格観測 2017年-)



重力波天文学の創成

主な重力波源

CG/KAGAYA

従来の重力波望遠鏡より 約1桁感度を向上した 第2世代の地上重力波望遠鏡

高感度化→より多くの銀河をカバー



感度が10倍向上
→ イベントレートは 10^3 倍

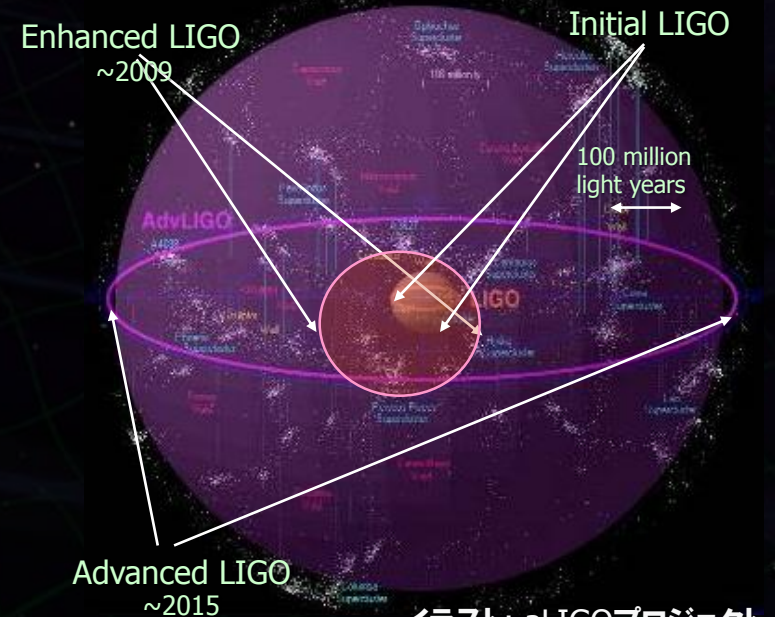


イラスト: aLIGOプロジェクト

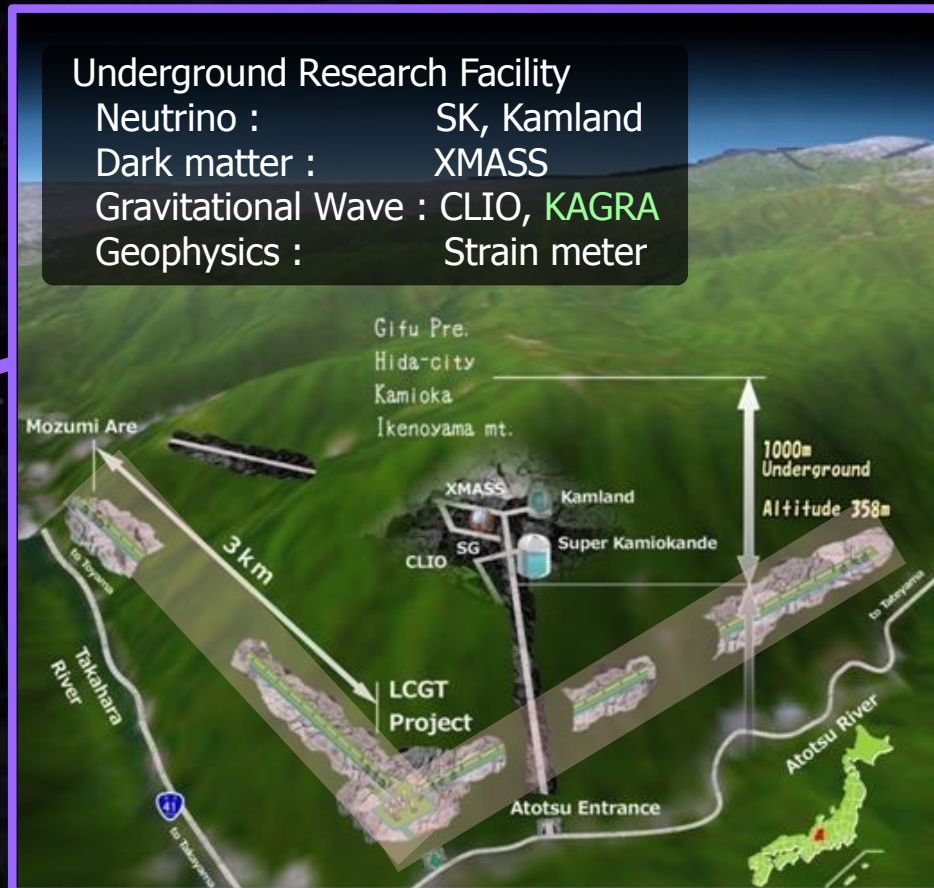
KAGRAでは、**検出頻度 > 数 event/year**

岐阜県・神岡町 の地下サイトに建設

Facility of the Institute of Cosmic-Ray Research (ICRR), Univ. of Tokyo.



Map by Google



トンネル内現状 (2015年3月10日)



From presentation file by S.Kawamura (March 2015)

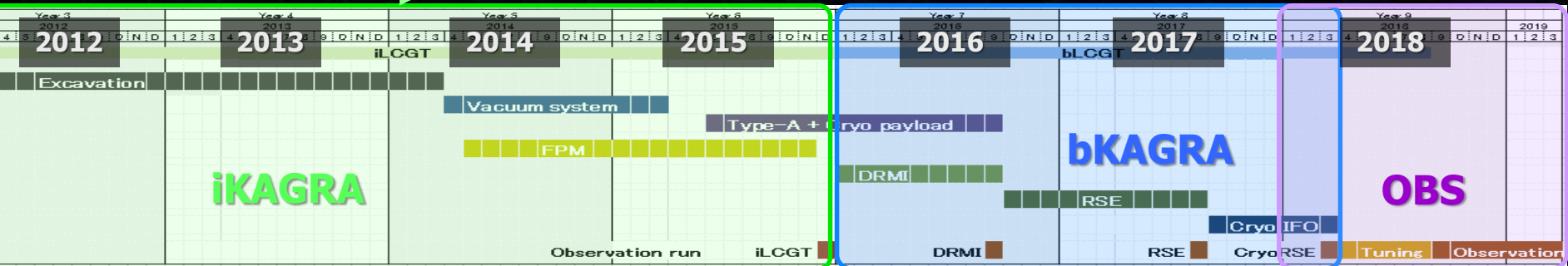
KAGRAスケジュール



• **iKAGRA** (2010.10 – 2015.12)

Michelson interferometer

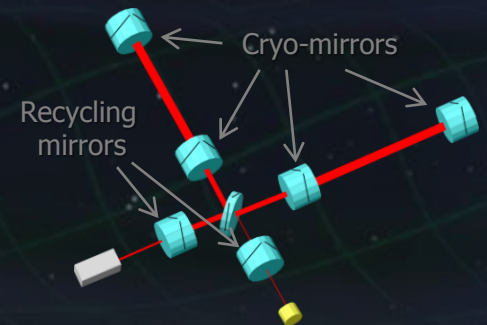
- Baseline 3km room temp.
- Operation of total system with simplified IFO and VIS.



• **bKAGRA** (2016.1 – 2018.3)

Operation with full config.

- Final IFO+VIS configuration
- Cryogenic operation.



第2世代 重力波望遠鏡

国際観測ネットワークが形成される (現在から 約5年後)

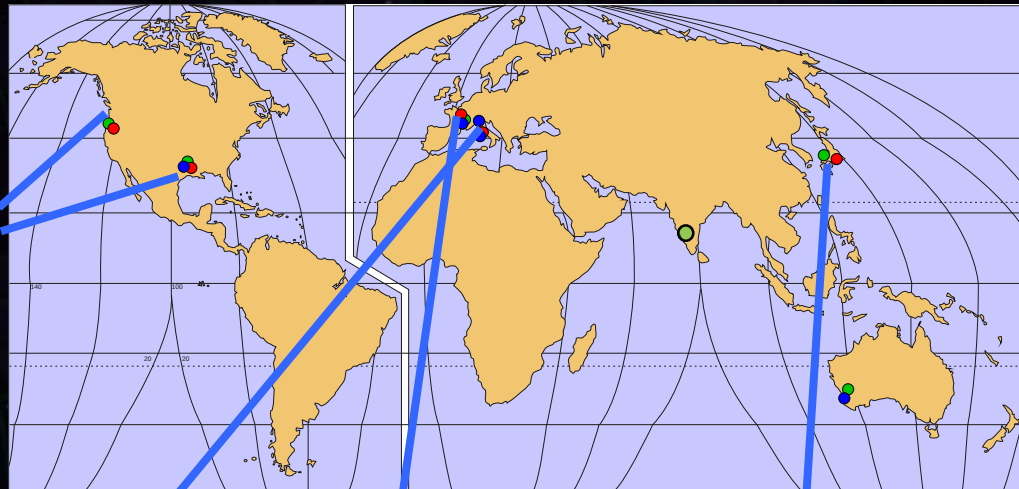
→ 重力波天文学 (重力波の検出, 位置, 物理情報, ...)



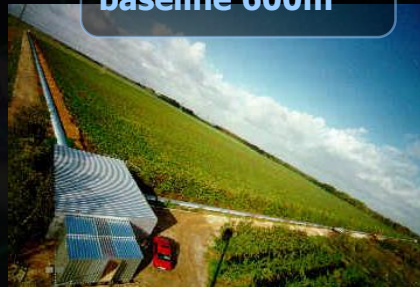
aLIGO (USA)
4km x 2 (or3)



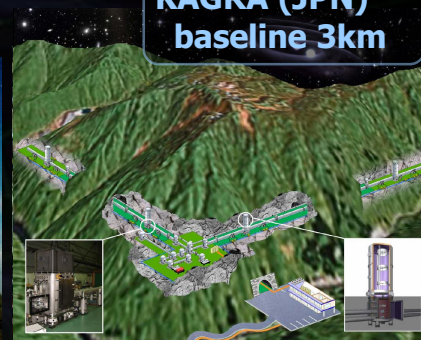
Adv.VIRGO (ITA-FRA)
baseline 3km



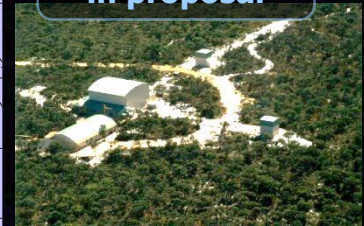
GEO-HF (GER-UK)
baseline 600m



KAGRA (JPN)
baseline 3km



LIGO-Australia
in proposal



LIGO-India
in proposal



初期宇宙の観測



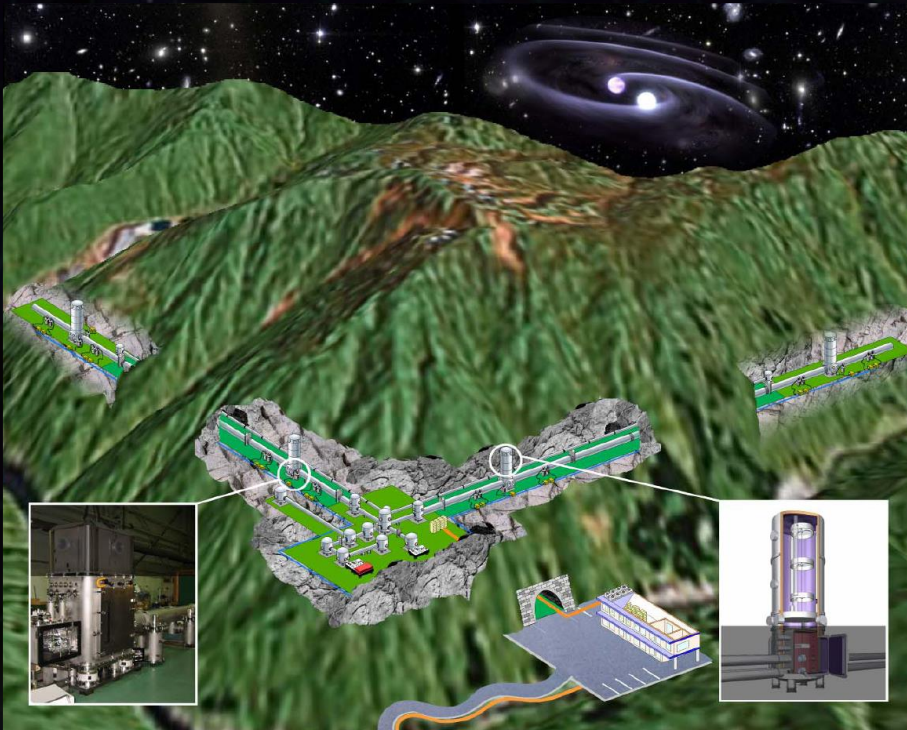
Background:
original figure by
NASA/WMAP Science Team

KAGRA (~2017)

Ground-based Detector

→ 高周波数の重力波イベント

目標: 重力波の検出, 天文学

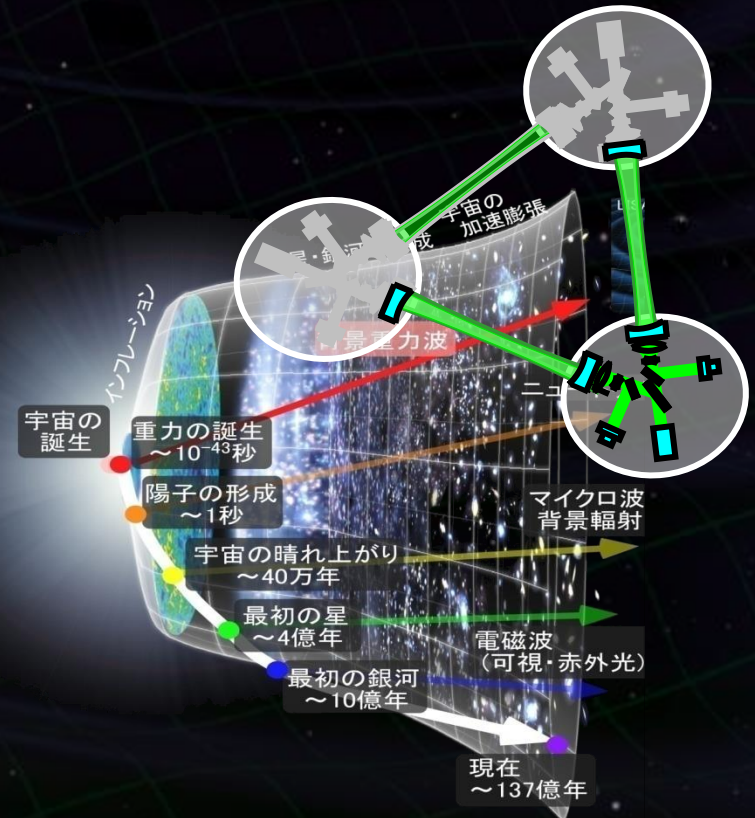


DECIGO (~2030)

Space observatory

→ 低周波数の重力波

目標: 重力波天文学の展開



マルチメッセンジャー天文学



「重力波天文学」の幕開けは間近！

宇宙物理学の最先端に参加してみませんか？

- 2015年は、**アインシュタインの一般相対性理論**が誕生してから100周年.
- それを記念した市民講演会を企画・準備中.
- 全国 10都市 15会場で
2015年9月-12月頃に開催予定.

2015年11月25日、アインシュタインの一般相対性理論は誕生100年を迎えます。それを記念して、一般相対性理論が持つ意味と、関連する研究の最先端にふれて頂く市民講演会を開催します。世界の一般で活躍する研究者たちが、平易な言葉で語りかけます。詳しい情報はウェブサイトをご覧ください。

一般相対論誕生100年記念市民講演会

100



弘前|仙台|新潟|つくば|東京|岐阜|名古屋|京都|大阪|広島

2015年 9月-12月

<http://www.kacra.jp/> *****

企画・実施: JCWC (日本重力波コミュニティ)
各会場担当: 国内の物理学・天文学研究者
(弘前大学|東北大学|新潟大学|技術科学大学|KEK (高エネルギー加速器研究機構)|
早稲田大学|東京大学|東京工業大学|立教大学|国立天文台|名古屋大学|京都大学|
大阪市立大学|広島大学)

入場無料|対象: 中学生以上|後援: 日本物理学会・文部科学省科学研究費補助会「新学術領域研究」重力波天体の多様な観測による宇宙物理学の新展開 メモ: ありQRコードはKACRAロゴ

ポスター(案): 小林努さん (立教大)

終わり