

アインシュタインからの最後の宿題に挑戦

大型低温重力波望遠鏡 (KAGRA)プロジェクト

いよいよ観測が始まります。
宇宙をとらえる新たな目「KAGRA」に
ご支援ください！

2015年ノーベル物理学賞受賞者

梶田隆章教授(東大宇宙線研究所長)が取り組む

新プロジェクト「KAGRAプロジェクト」

梶田隆章教授(東京大学宇宙線研究所長)

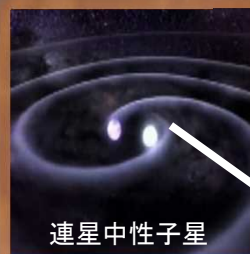
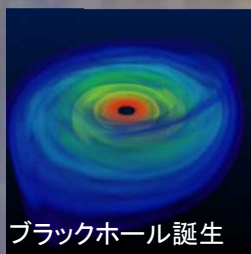
素粒子であるニュートリノに質量があることを発見し、物質や宇宙の謎に迫る素粒子研究を発展させた功績が評価され、2015年にアーサー・B・マクドナルドと共にノーベル物理学賞を受賞



重力波とは？

- アインシュタインが一般相対性理論から導出した波動現象

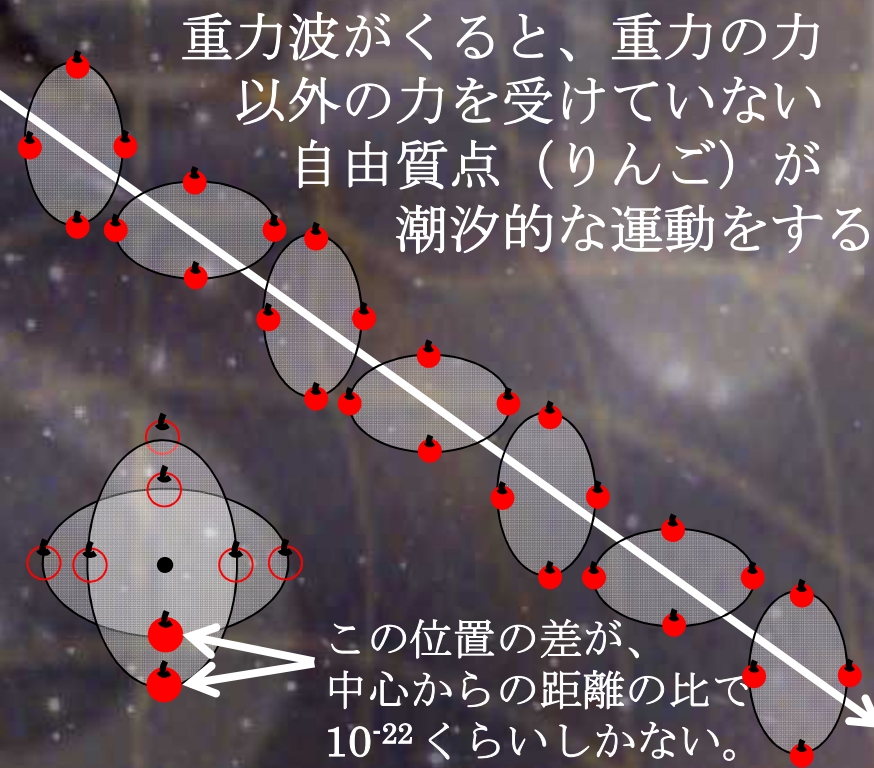
$$R_{\mu\nu} + \frac{1}{2}g_{\mu\nu}R = \frac{8\pi G}{c^4}T_{\mu\nu}$$



- 連星中性子星の合体や超新星爆発などから発生
- 潮汐的な空間のひずみが光速で伝搬
- なんでもすり抜ける
- まだ直接的には見つかっていない

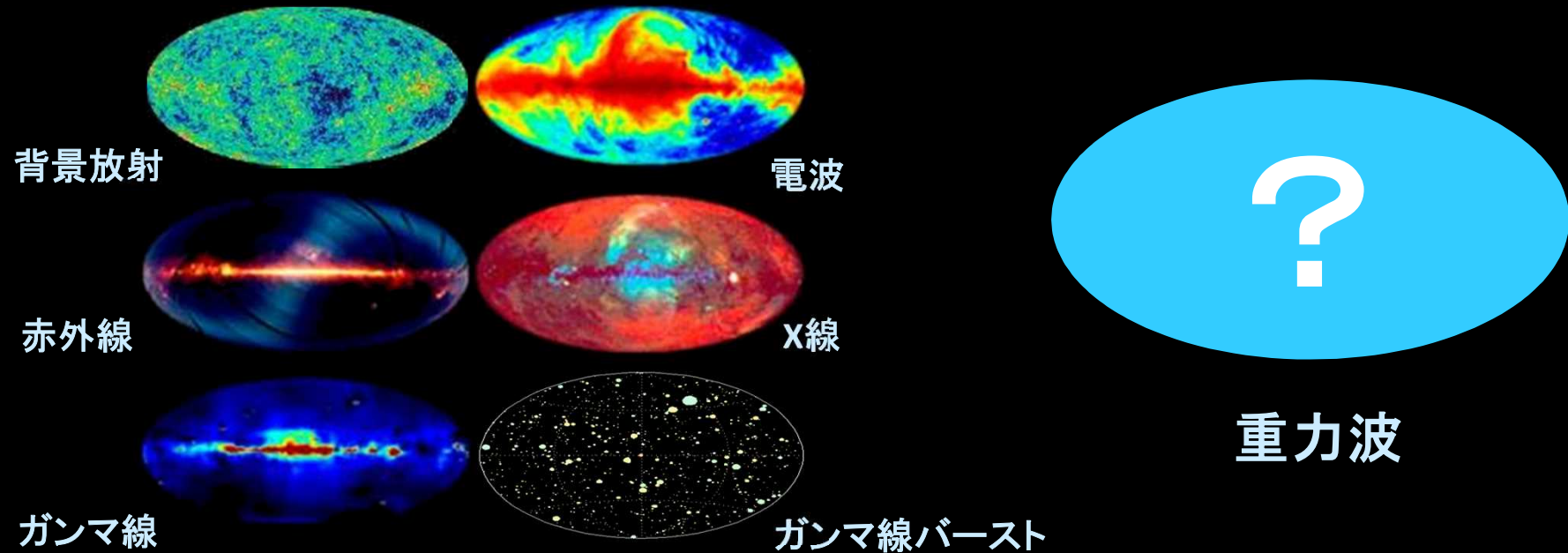
重力波の大きさ

- 地球・太陽間の距離が水素原子1個分ひずむ程度の小ささなので、(比率でいうと、 10^{-22} !!) 非常に検出が困難



重力波観測の重要性

電磁波とは本質的に異なる手段での観測を目指す！

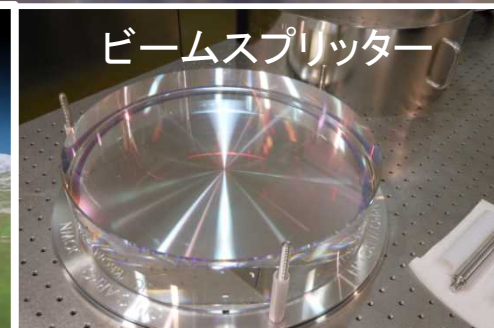


- 重力波によって新しい宇宙の姿が観える！
- 究極的には、宇宙誕生の瞬間も見える
- 想像を絶するような、新しい天体が見つかるかも

大型低温重力波望遠鏡 (KAGRA)

2015年度観測開始！

(2017年度中の本格観測を目指す)

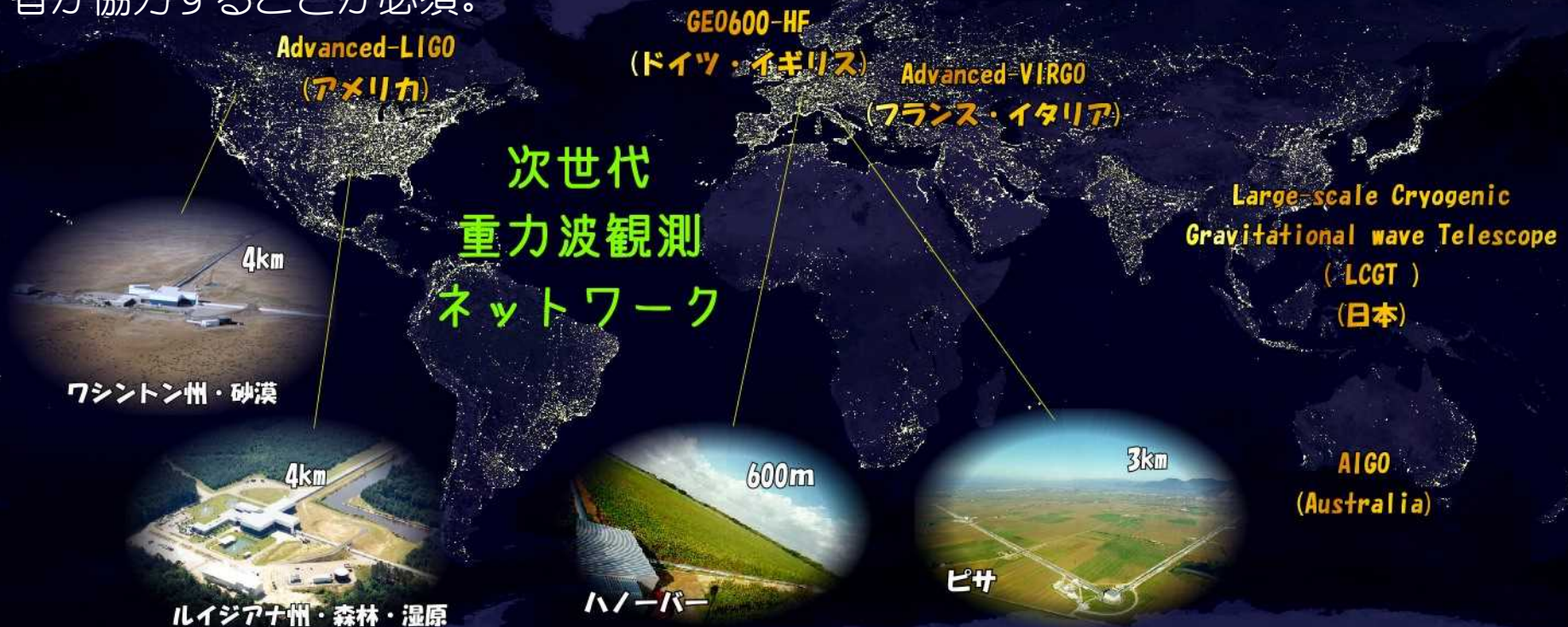


国際連携で目指す重力波観測 ノーベル賞を確実に狙える研究テーマ

三大重力波観測プロジェクト

- ・アメリカ (LIGO計画) → 2016年度目標感度より3倍低い感度で到達予定
- ・ヨーロッパ (VIRGO計画) → アップグレード中
- ・日本 (KAGRA計画) → 2017年度目標感度到達を目指す!

重力波の検出を信頼性を持って保証するには、KAGRA、LIGO、VIRGOが同時に観測し、同時に無矛盾な信号をそれぞれが検出することが最も確かな方法。よって、この三者が協力することが必須。



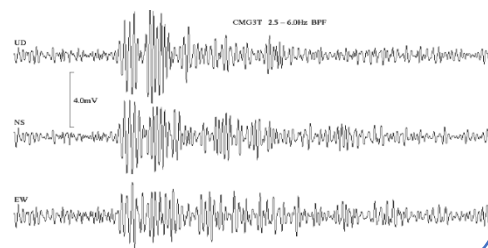
重力波研究を通じた技術開発が 様々な分野で活かされています

(例1) 超低ロス薄膜コーティング技術の開発

KAGRAの鏡基材には、光がその表面で反射する時に発生する光のロスが極限的に少ない特殊な薄膜コーティングが必要ですが、その技術は、航空機やロケットの姿勢制御の際に必要とされる超高感度、高精度なレーザージャイロの性能向上に役立っています。

(例2) 低振動型極低温冷凍機の開発

KAGRAでは、使用する鏡をマイナス253度付近まで冷却する必要がありますが、同時に、低振動である必要があります。そのため、低振動型極低温冷凍機を開発しました。その技術は、MRIなどの医療系の機器の低振動化、撮像の安定化に貢献するものと期待されます。



(例3) 100億年に1秒しか狂わない時計の開発 への基礎的知識の提供

KAGRAでは、1兆分の1のさらに1000億分の1の長さの変化をとらえる感度を達成する必要がありますが、その感度を達成するうえで最後に邪魔になるのが「熱振動」です。重力波望遠鏡の開発の過程で、様々な熱振動の特性が明らかにされ、その知見が、100億年に1秒しか狂わない時計の開発に生かされています。

(例4) 超高感度地震計の開発

KAGRAにおける高感度振動検出性能を地震計に応用することにより、より微小な地殻の振動をとらえることが可能になり、地震の研究、時には、爆弾などの人工的な振動の検出などに役立っています。

KAGRAプロジェクト成功へご支援ください！

★国際連携を支える研究者交流が必要です！

KAGRAプロジェクトは、225人に及ぶ国内外の研究者が協力して進めています。また、重力波の検出を確実にするためには、世界の重力波プロジェクトとの連携が欠かせません。

★装置開発費用が不足しています！

2017年度中の本格的観測開始を目指していますが、スイッチを入れればすぐ設計通りに動くというのではなく、装置が設計感度を出せるまで数年要すると見込まれます。設計感度が出てくれば、現在の天文データに基づく予想では、年10回程度の重力波の観測ができると考えていますので、性能改善のための装置開発費用は必要不可欠です。

ご寄附への御礼

10万円以上のご寄附を頂きましたら、KAGRA中央実験室の壁に銘板を設置させていただきます。

観測開始の2018年初頭までに、見学会などを企画いたします。

また、銘板はwebカメラで見えるようにすることも計画しています。

KAGRAプロジェクトは、各メディアに大きく取り上げられています。
 「人類の知の地平線を开拓する」(梶田所長)プロジェクトへご支援ください。

朝日新聞デジタル：記事検索

朝日新聞(2013.9.27夕刊)

朝日新聞 2013年9月27日 夕刊 2ページ 東京本社

宇宙線観測 60年 重力の謎 地底で追う

天の恵みを追って 4



次代の物理の主役は「重さ」かもしれない。身近なものにナゾが多い重力の正体に迫る試みが地底で進む。乗鞍岳から40km離れた岐阜県の神岡鉱山跡で、発破を使

ったトンネル工事が静か、火薬の刺激が鼻につく。東京大宇宙線研究所はここに、宇宙から伝わる重力波をとらえる望遠鏡「KAGRA」(かぐら)を造る。

2018年の定常観測開始を目指し、3本のトンネル2本を来春までに掘る。湧き水などで難航したが、9月は1カ月で600m掘削という発破工法の世界記録に近いペースで追い込む。現場を仕切る鹿島の花田則昭さん(63)は「経験がない難工事。持てる技術を総動員している」。

米国と欧州でも同様の実験が進む。内山隆・東京大助教(43)は「みんな一番乗りをしたい。現場には苦労をかけるが、競争は建設段階から始

重力波をとらえるための望遠鏡KAGRAを建設するためのトンネル工事が進んでいる。岐阜県の神岡鉱山跡

まっている」と話す。重力波とは、重力による時空のゆがみが光速で伝わる現象。アインシュタインが100年前に予想したが、微細すぎて観測できていない。責任者の梶田隆章所長(58)は「地球から太陽までの距離の空間が、水素原子一つ分だけ変化するのを測らねばならない」と説明する。

KAGRAでは、2本のトンネルをL字型に配置し、それぞれにレーザーを張って直交させる。重力波が通った時、レーザーの強度がわずかに変わるのを測る。年に数回、連星の中性子星が合体した時に出る重力波を観測できるはずという。

総予算155億円だが、すぐに何かに役立つ研究ではない。梶田さんは「自然を理解したい」という我々の思いを社会に伝えたい」と話す。

同じ神岡鉱山跡で、一足先に動き出すのが「XMAS S」という装置だ。タンクに液体キセノンを満たして、「暗黒物質」を待ち構える。宇宙の4分の1を占めるのに正体不明の暗黒物質には重さがある。そのため、物質を引き寄せて今の宇宙の構造を作った「銀河の種」とされる。

10年に試運転したが、予期せぬノイズが見つかり、改修した。10月末にも運転を再開する。暗黒物質探しは、世界中のチームが出発器や加速器などで観測を試みており、物理の最前線区といえる。

研究代表の鈴木洋一郎・東京大教授(68)は「アインシュタインの理論は100年後、全地球測位システム(GPS)に役立っている。科学を走らせる好奇心こそ究極のイノベーション」と話す。

乗鞍から始まった研究は、新たな100年に向かう。(波多野 穂)「わたり

© 朝日新聞社 無断複製転載を禁じます。すべての内容は日本の著作権法並びに国際条約により保護されています。



日経サイエンス(2014年3月号)

宇宙チャネル

COSMIC FRONT 過去の放送

2014年9月25日の放送 「アインシュタイン最後の宿題 重力波を探せ」



この放送は NHKオンデマンドで視聴できます

2014年9月、岐阜県神岡市の鉱山跡深くに、長さ6千の巨大トンネルが完成した。ここで2015年12月からの観測を開始する。重力波の観測は、宇宙の4分の1を占めるのに正体不明の暗黒物質を探るための重要な一歩である。この番組は、重力波の観測の現状と、その可能性について詳しく解説する。

NHK番組コスミックフロント(2014.9.25放映)