

# KAGRA の建設状況

2015年度前半までに、KAGRAの基盤的施設整備と真空ダクト、および、真空タンクの設置と締結を終え、KAGRAの第一期実験施設が完成しました。それと並行して、レーザー干渉計重力波望遠鏡に必須の、レーザー光源、レーザー周波数の予備安定化装置、レーザー光誘導鏡、ビームスプリッター、そして、3kmの腕の端部用の鏡↑の設置、これら鏡を地面振動から防振する装置の導入が完了しました。さらに、レーザー干渉計を望遠鏡として運転するための制御装置、重力波信号や環境信号を取得し蓄積する計算機の準備も行われました。そして2016年3月中旬には、試験運転を開始する予定です。



3km 伸びる Y アームトンネルと真空ダクト

総延長 7700 メートルのトンネルが、1年 10 か月という短期間で完成しました。大量の湧水を作る困難な工事でしたが、1 か月 359.4 メートルというダイナマイト工法によるトンネル掘削速度の日本新記録が達成されるなど、従事された建設会社の高い技術のたまものといえるでしょう(以前の掘進最速記録は、黒部ダム建設時に記録)。3kmの腕部の真空ダクトは、長さ 12m、直径 80cm の真空ダクトを約 250 本締結することで構成されています。鏡を格納する真空タンクも所定の位置に設置され、真空ダクトにも結合され、結果、一つながりの容積としては日本で最大となる高真空の空間が完成しました。



レーザーとスーパークリーンルーム

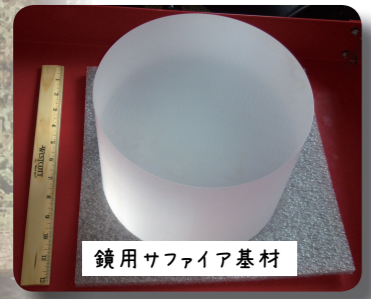
← レーザー干渉計に必須のレーザー光源と、それを格納する ISO Class 1 のクリーン度を維持できるスーパークリーンルームも設置されました。このスーパークリーンルームには、2015年に第6回ものづくり日本大賞(内閣総理大臣賞)を受賞した製品が利用されています。

KAGRA で得られたすべての情報は、坑外のデータ収集解析棟に送信され、モニター画面上で把握が可能です。KAGRA の運転も、この建物からできるようになっています。→



データ収集解析棟の制御室

← KAGRA では、鏡の基材として、直径 22 センチメートルの単結晶サファイアを利用します。徹底的に内部の不純物を取り除いているため、宝石の青いサファイアと異なり無色透明です。基材は研磨・コーティングされて鏡になります。



鏡用サファイア基材

大型低温重力波望遠鏡・KAGRA は、中核機関である東京大学宇宙線研究所と、国立天文台、高エネルギー加速器研究機構とが密に連携しながら、国内外の数多くの研究機関の研究者の協力も得て推進されています。

文責：東京大学宇宙線研究所・重力波観測研究施設  
<http://gwcenter.icrr.u-tokyo.ac.jp> 2016年4月1日  
 KAGRA 共同研究者リスト：  
<http://gwcenter.icrr.u-tokyo.ac.jp/plan/organization>



鏡の熱振動を低減するために、鏡を -253 度まで冷却するクライオスタットという装置と、鏡を温める効果のある常温部からの熱輻射を低減するための遮熱↓

ダクトという装置を設置しました。KAGRA では、これらの装置のペアが計 4 セット必要ですが、すべて準備されました。

## KAGRA の名前の由来

大型低温重力波望遠鏡 (旧 LCGT) にふさわしい名前をつけたいと考え、2011年2月に公募を行い、小川洋子委員長他5名の命名委員会による厳正な審査で、応募総数 666 件の中から「かぐら」を選出しました。



「かぐら」は、「神楽」になぞらえていますが、神楽「KAMIOKA」の頭文字「KA(か)」と、重力波を表す英語「GRAVITATIONAL WAVE」の頭文字「GRA(ぐら)」を合わせたものになっています。

## KAGRA で高度な技術を発揮している主な企業 (略称)

鹿島建設、東芝、興研、三井金属エンジニアリング、富士通、ジェック東理社、ミラプロ、SP エンジニアリング、住友重機械工業、JSP、GT クリスタルシステムズ(米)、三菱電機、ZYGO(米)、CSIRO(豪)、Galli & Morelli(伊)、シグマ光機、ジェネシアなど

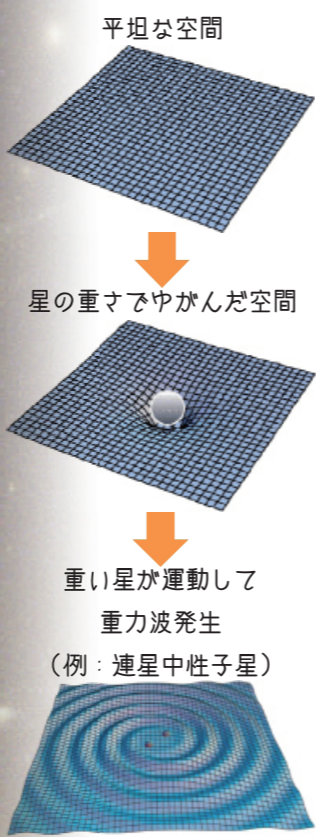
# 大型低温重力波望遠鏡 かぐら KAGRA

## 重力波 (じゅうりょくは) とは?

皆さんは、アインシュタイン博士をご存知ですか? 20世紀初めに質量に光の速度を二度かけると、その質量から取り出せるエネルギーとなることを発見し、それは、原子力エネルギーとして我々の生活の一部を支えています。あるいは、相対性理論を提唱し、早く移動する人の時間は止まっている人の時計より遅く進むことも発見しました。この時計の一見奇妙にも見える振る舞いを正しく考慮することは、現在では、カーナビゲーションにおいて高速で地球を周回する人工衛星の電波から自分の位置を計算をする時に必須となっています。このように、とても難しそうに見える相対性理論も皆さんの身近でしっかり役立っています。

重力波 (じゅうりょくは) も、アインシュタイン博士の相対性理論から導き出された「波動現象」です。みなさんの生活になじみのある波動現象は、目で見ることのできる可視光線、TV や携帯電話で使う電波、暖房や調理に使う赤外線、レントゲンで使う X 線、そして、海

の波でしょう。これらは、受信したり、反射させたり、遮蔽したりすることができます。しかし、重力波はすべての物を貫通し、ひとたび発生すると、その効果を消したり遮蔽することができません。つまり、宇宙がビッグバンで始まった直後から今までに宇宙で放たれた重力波は、138 億年経過した現在も、宇宙中に響きわたっています。もし、このような千里眼のような重力波で世の中を観察したらどんな新しい世界がみえるのだろうか? これが、大型低温重力波望遠鏡計画(愛称: KAGRA (かぐら)) を開始した理由です。そして、ついに、2015年9月14日、同じ目的をもって建設されてきたアメリカの重力波望遠鏡 LIGO (ライゴ) が人類史上初となる重力波の観測に成功しました! くしくも、相対性理論が発表されてちょうど 100 年目の 2015 年が、重力波と言う新しい観測の「窓」による、重力波天文学のはじまりの年となりました。

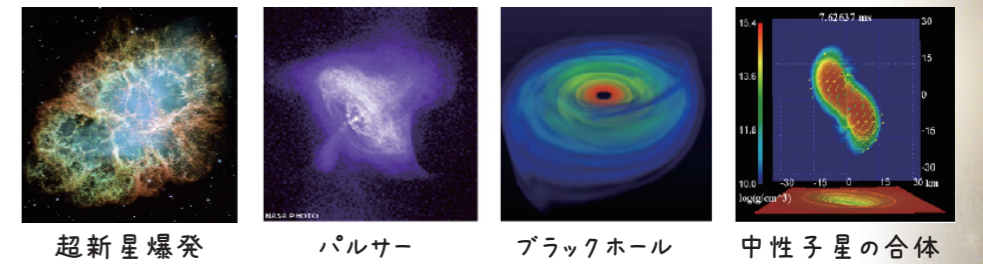


## 重力波を発生させてみよう

重さを持つ物は、その重力で周りの時空を歪 (ゆが) めています。その物体が運動をすると、周りの歪んだ時空が波のように宇宙空間に広がってゆきます。これが重力波です。実は、皆さんが腕をぐるぐる回しても重力波が発生しますが、その重力波の振幅はあまりに小さく、人類の技術では到底検出できません。人類が検出可能な重力波を発生させる物は、星の爆発や宇宙の誕生の様な凄まじい炸裂を伴う天体現象です。

## 重力波の発生源は?

太陽より数倍重たい星が一生を終えて爆発する超新星爆発現象、その爆発の後に誕生しうる半径が 10km しかないのに、太陽と同じくらい重たい中性子星の自転、そんな中性子星同士の合体現象、その後に誕生するブラックホールなどから人類が観測可能な重力波が発生します。宇宙誕生の瞬間のビッグバンでも重力波は発生します。



超新星爆発      パルサー      ブラックホール      中性子星の合体

