

これまでの結果

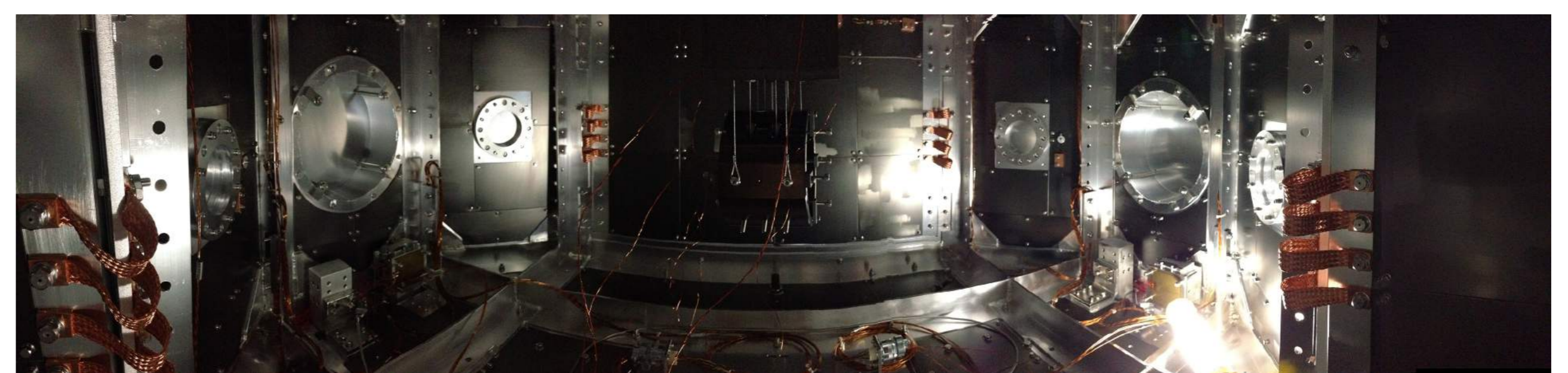
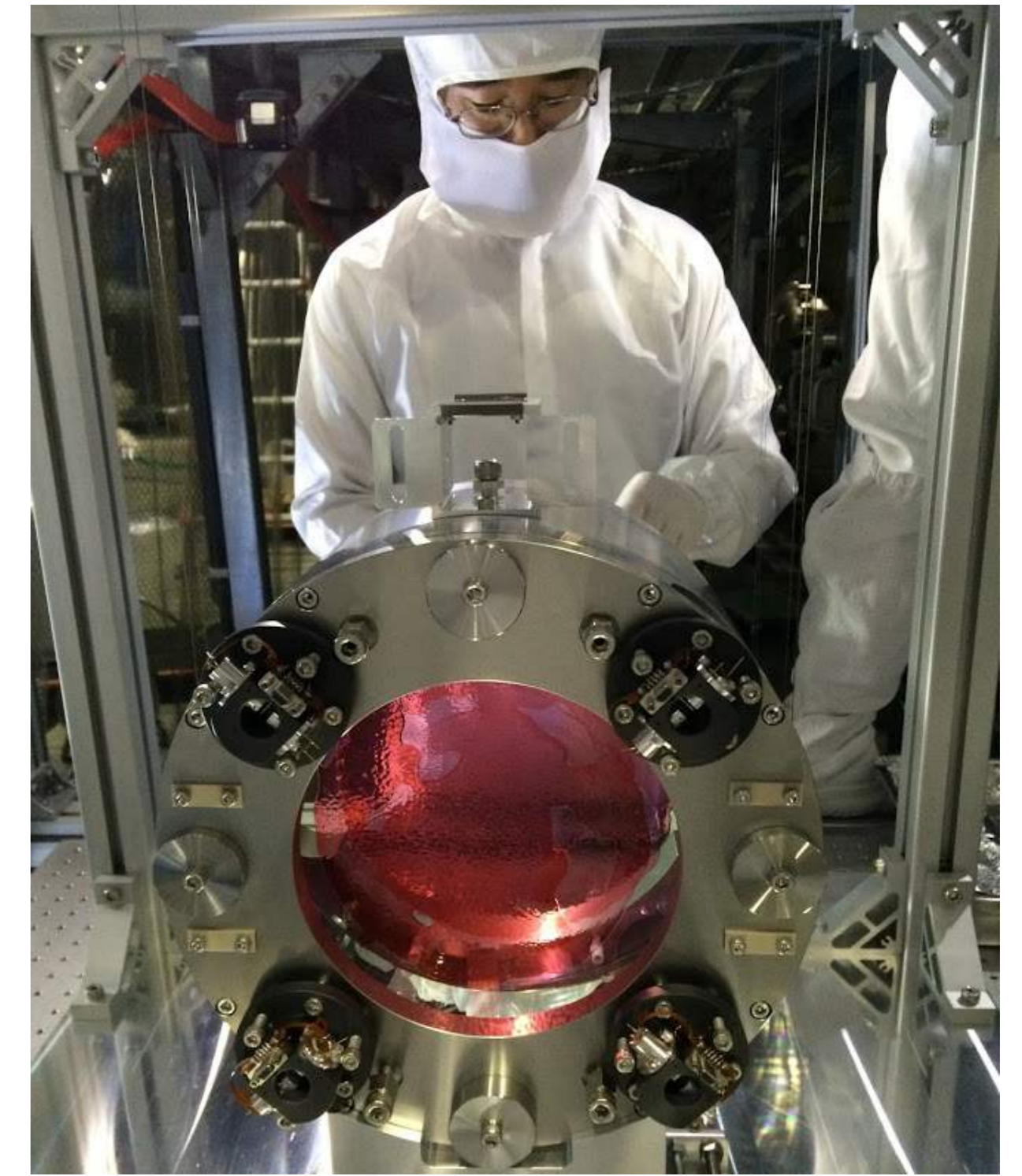
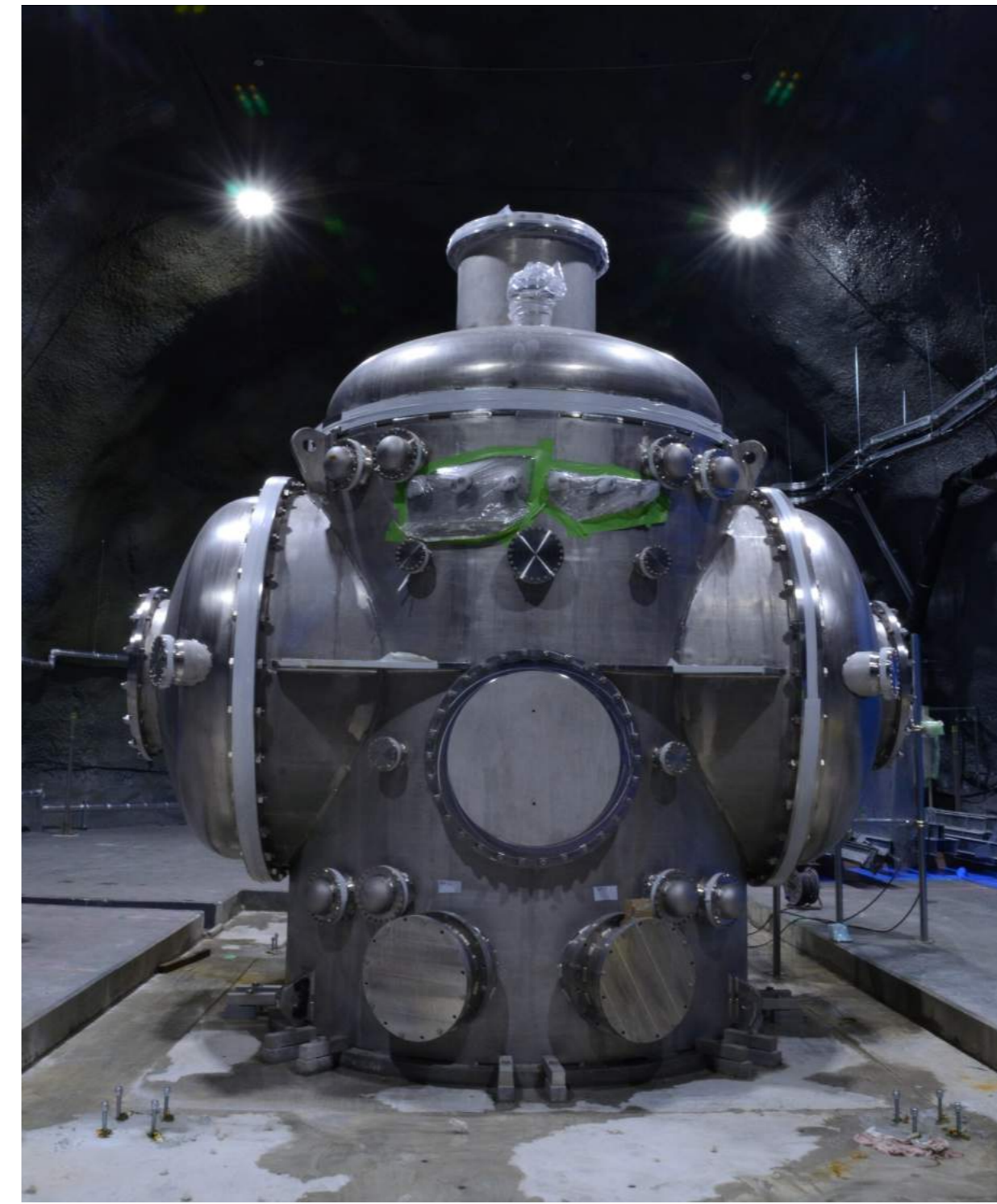
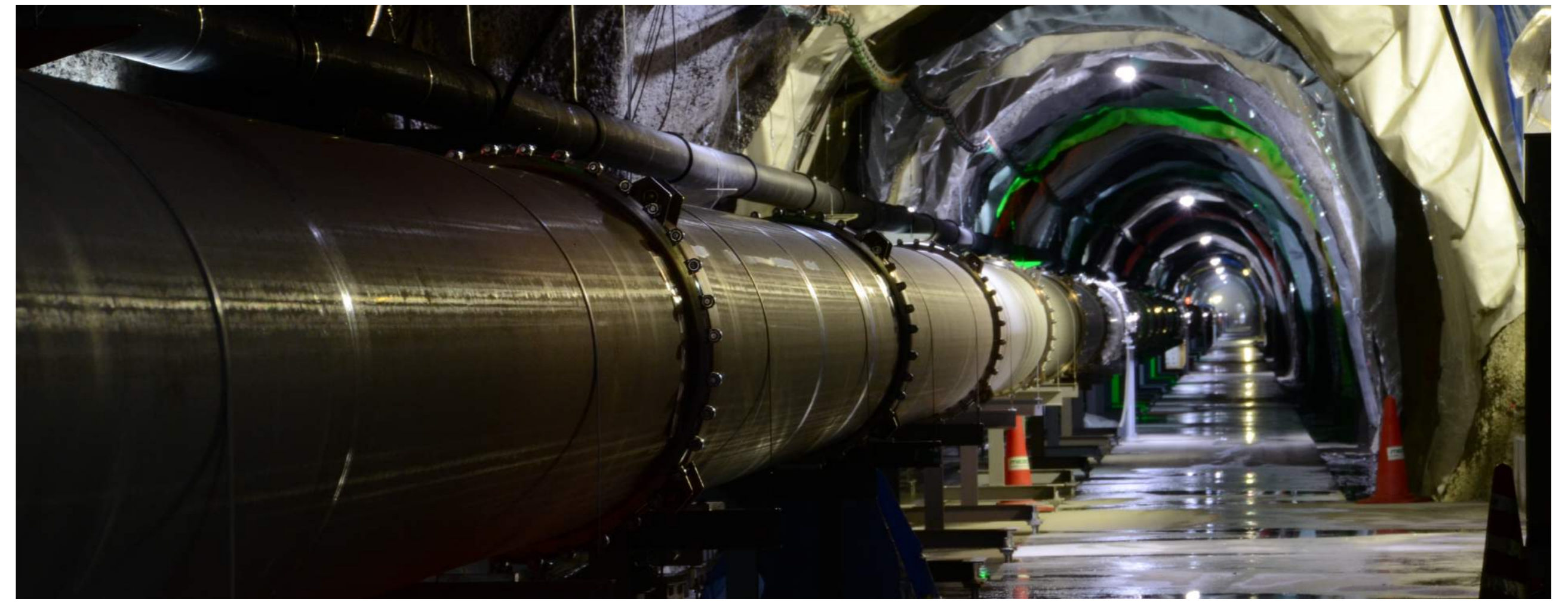
Results

国内外の 81 機関、287 人を超える研究者が協力 (2016 年 8 月現在)

日本の重力波グループは、重力波の直接検出を目指す研究を 1970 年代頃から行ってきました。これまでに、国立天文台に設置した TAMA300 干渉計で、当時の世界最高感度を達成し、また神岡に設置された CLIO 干渉計では、世界初となる干渉計型低温重力波検出器の動作と熱雑音の低減実験に成功するなど、本格的な大型重力波望遠鏡（当時 LCGT）の建設へ向けた実績を積み上げてきました。そして、2010 年に文部科学省の最先端研究基盤事業によって一部が予算化され、プロジェクトが開始されました。現在、KAGRA 計画では、東京大学宇宙線研究所がホスト研究機関となり、高エネルギー加速器研究機構と自然科学研究機構・国立天文台を共同ホスト機関として密接な協力体制を整えています。さらに、2016 年 8 月現在で、国内外から合計 81 機関、287 人の研究協力者を得て、KAGRA の建設を進めています。

鏡を冷やすクライオスタットや防振装置などを整備 2016 年春、初期試験運転を実施

2012 年 5 月から、KAGRA を設置するための地下空洞の掘削が開始され、2014 年 3 月に完成しました。これと並行し、各協力研究機関においては、KAGRA を構成する重要な構成要素である巨大な真空系の製造、KAGRA の最大の特徴の一つでもある鏡をマイナス 253 度まで冷却するクライオスタット装置、鏡を地面振動から防振する装置、レーザー光学系、KAGRA を望遠鏡として機能させるための制御系、データを取得・蓄積・転送・そして解析するシステムの構築が行われました。その後の 2014 年 4 月から 2015 年 9 月までの間、KAGRA に必要な基盤的な実験環境の整備が行われ、2015 年 11 月、常温の鏡を用いた重力波望遠鏡の運転に必要な構成要素からなる第一期実験施設がほぼ完成し、2016 年 3 月から 4 月にかけて、KAGRA の初期試験運転が行われました。2018 年 3 月までに冷やした鏡を用いて運転を開始することを目指して、現在建設を進めています。一刻も早く装置を完成させて調整を経て、国際共同観測に参加し、重力波天文学の推進に貢献したいと考えています。



将来計画

Future

重力波天文学の発展を目指した第三世代の設計が加速 うでの長さは数十キロ、感度は 10 倍に

地球上に建設されている各重力波望遠鏡は、km スケールの重力波望遠鏡の運用を確認する第一世代重力波望遠鏡（LIGO, Virgo）、重力波の直接検出による重力波天文学の創生を目指した第二世代重力波望遠鏡（Advanced LIGO, Advanced Virgo, KAGRA）、と開発が進んでいます（図）。さらに、2015 年の Advanced LIGO による重力波の直接検出の成功により、重力波の精密測定による重力波天文学の発展を目指した第三世代重力波望遠鏡の設計が加速されています。各世代の望遠鏡の重力波検出性能は、ほぼ 10 倍ずつ改良された設計になっており、第三世代重力波望遠鏡では、望遠鏡の腕の長さを数十キロメートルまでに伸ばし、KAGRA がすでに採用している地下に建設することで、地面振動の影響を避け、低温技術を取り入れることにより、さらに熱雑音を低減することで検出能力を高める案が候補の一つとなっています。

地面振動がない宇宙空間に干渉計を設置する計画も より幅広い周波数帯域の重力波の観測を目指して

地球上にある重力波望遠鏡の観測周波数帯域は、10Hz から 1kHz くらいで、主に、連星中性子星や中質量連星ブラックホールの合体、超新星爆発からの重力波を捉えることができますが、将来的には、地面振動や地球重力雑音が障壁となり、低周波の重力波を受けることはできません。そこで、そもそも地面振動がない宇宙空間に重力波望遠鏡を構築する案も提案され、既に欧州宇宙機関（ESA）が主導して LISA 計画が進行中です。LISA 計画では、10 ミリヘルツ付近の重力波を捉えようとしていますが、2015 年 12 月に打ち上げられた技術立証機である LISA-Pathfinder の成功により、計画の実現性が高まっています。その他にも、1Hz 付近の重力波をターゲットにした DECIGO や BBO などの計画が、日本などのグループからも提案されています。さらにパルサーからの電波を複数の電波望遠鏡で受信することで、ナノヘルツからマイクロヘルツの重力波をとらえることを目的とした SKA 計画や、宇宙背景放射の中にある原始重力波の痕跡をとらえることを目指した BICEP3 計画も進行中です（図）。

