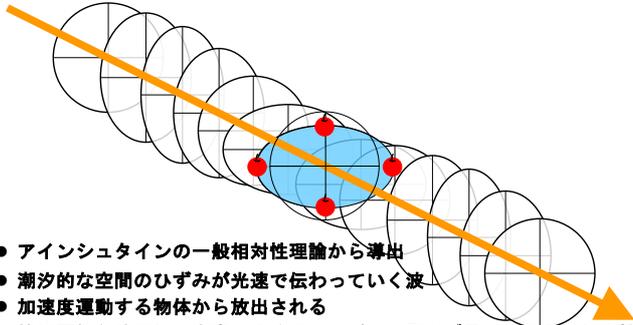


重力波で宇宙を解き明かす

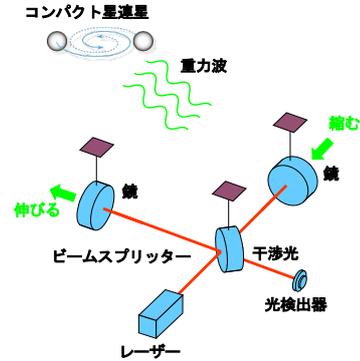
名古屋大学 物理学教室 宇宙物理学研究室 高エネルギー天文学グループ

重力波とは？



- アインシュタインの一般相対性理論から導出
- 潮汐的な空間のひずみが光速で伝わっていく波
- 加速度運動する物体から放出される
- 検出可能な波源は、宇宙からくるコンパクト星（ブラックホールや中性子星）の連星合体時に発生する時空のゆがみ

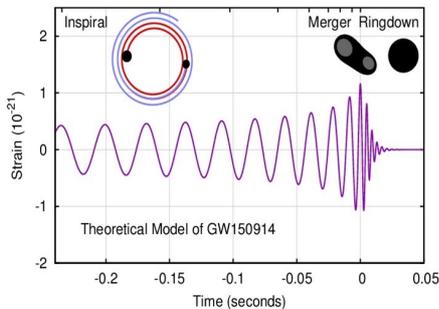
レーザー干渉計による重力波検出の原理



- 鏡は重力波に反応できるように吊り下げられている
- 重力波がやってくると鏡が潮汐的に揺さぶられる
- 干渉光の明暗の変化を光検出器で検出

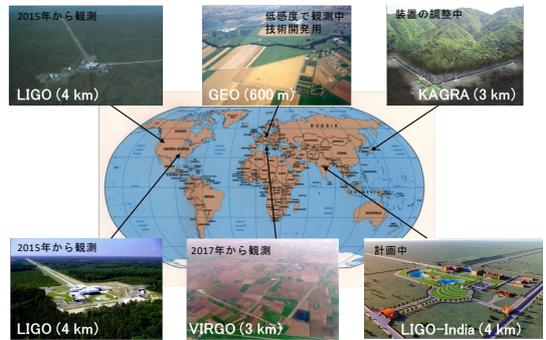
コンパクト連星合体からの重力波

- ブラックホールまたは中性子星の連星はお互いのまわりをまわりながら重力波を放射する
- エネルギーを失いながらお互いに近づいていく
- 最後には合体し1つの大きいブラックホールになる



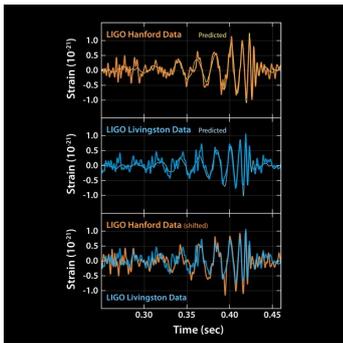
クレジット: Carlos O. Lousto and James Healy

世界の大型干渉計



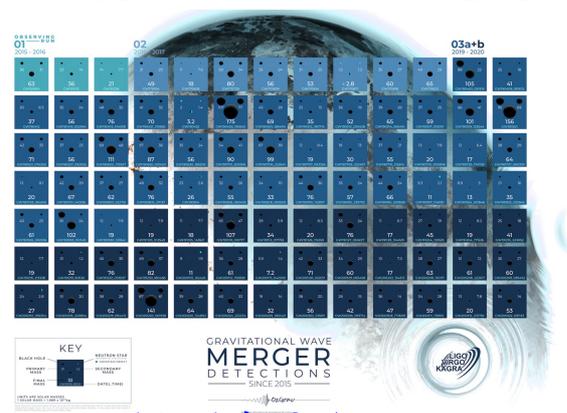
クレジット: LIGO Lab

Advanced LIGOによる重力波の初検出



- 2015年9月に検出
- 13億光年遠方のブラックホール連星の合体からの重力波
- 太陽質量の29倍と36倍のブラックホール
- 太陽質量3個分の質量が重力波エネルギーとして放出された

これまで見つかったコンパクト連星合体



いろいろなサイエンス

重力波天文学

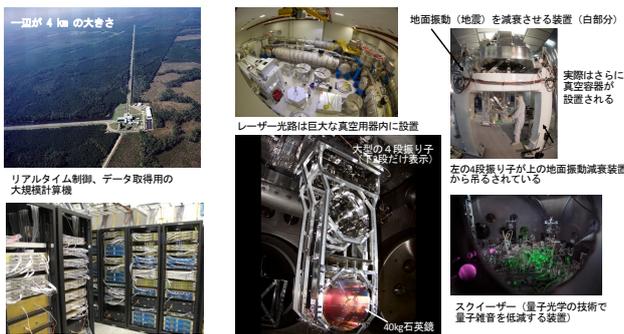
- ブラックホールの進化の解明
- キロノバなどコンパクト連星合体のマルチメッセンジャー観測
- ハッブル定数の独立な測定
- 相対性理論の強い重力場での検証

検出器サイエンス



Advanced LIGO 重力波検出器

10⁻²¹ m の空間のひずみを検出するための最新科学技術が詰まった装置



一面が 4 km の大きさ

リアルタイム制御、データ取得用の大規模計算機

地面振動（地震）を減衰させる装置（白部分）

実際はさらに真空容器が設置される

レーザー光路は巨大な真空容器内に設置

大抵の4段振り子（下線だけ表示）

左の段振り子が上の地面振動減衰装置から吊るされている

スクイーズ（量子光学の技術で量子雑音を低減する装置）

40kg石英鏡