

重力波物理学の未来

京都大学大学院理学研究科物理学第二教室 天体核研究室

田中貴浩, 瀬戸直樹, 中野寛之

様々な宇宙の観測手段

光のスペクトル



新しい観測手段を得る度に新しい天体が発見されてきた。

光 = 電磁波以外にも宇宙を観測する手段はある。

ボゾン: 力を伝える粒子

光子、重力子、W、Z、グルーオン

フェルミオン: 物質を構成する粒子

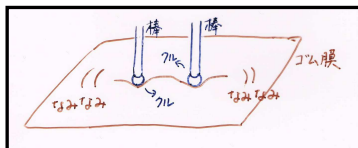
陽子、中性子、電子、ニュートリノ...

宇宙線: 宇宙から降り注ぐ高エネルギーの陽子など。

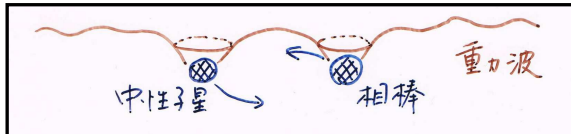
重力波は重力の波

とはいうものの、ニュートン重力 (万有引力の法則) には重力波は無かった。

一般相対論は重力波の存在を予言!



←イメージ



何故、重力波?

電磁波(光、X線、電波):

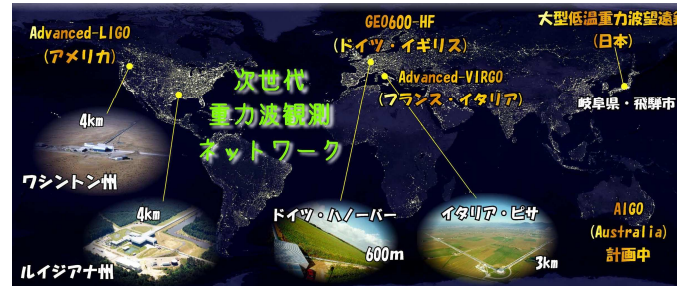
この原子分子が放出。温度や密度、磁場の強さを反映。吸収、散乱されやすい。

重力波: 大質量の物質の集団的な運動によって 放出される。吸収、散乱されにくい。

様々な重力波源

- ・ 中性子星連星の合体
- ・ 中性子星-ブラックホール連星の合体
- ・ 超新星爆発 ← 中性子星の形成過程
- ・ パルサー、原始ブラックホール、宇宙ひも...
- ・ 未知のもの?

重力波の直接観測に向けて



Copyright © 2010 ICRR GW group.
(<http://gwcenter.icrr.u-tokyo.ac.jp/>)

KAGRA

世界の次期プロジェクトは2016年あたりに現在の感度を約10倍に上げて、重力波の初観測を狙う。



日本でもKAGRAの建設が進んでいる。

まとめ

重力波で何がわかるのか?

(1) 基礎理論である一般相対論の検証(反証?)

強い重力場。

理論的に予測した波形との比較。

素粒子の統一モデル
宇宙論

(2) 重力波天文学(新しい宇宙を見る目or耳)

強い重力をともなう天体現象。

ブラックホールや中性子星の形成や合体の様子を調べる。

宇宙初期に生成された重力波もターゲット。



用語解説

ふたつの相対論

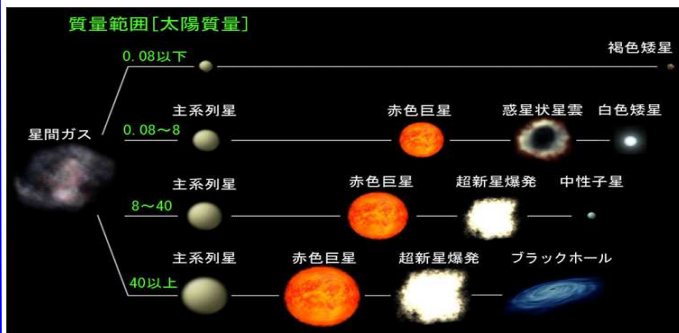
特殊相対論:

重力を無視した世界での時間と空間の関係について述べた一般的な理論。

一般相対論:

特殊相対論と整合的に重力を取り入れた特殊な重力の理論。

星の進化



Copyright © 2014 Japan Science and Technology Agency.
(<http://rikanet2.jst.go.jp/>)

中性子星

星が核融合反応を終えてエネルギー源がなくなると、重力崩壊し超新星爆発をおこす。非常に密度が高くなり、陽子と電子が結びついてほぼ中性子からできた大きな原子核のようになる。

ブラックホール

ブラックホールは自身の重力が強く、光さえも逃げ出せなくなった領域。元の星が重い(約40倍の太陽質量以上)と超新星爆発をおこした後にブラックホールを形成すると考えられている。また、銀河(約10¹¹の星の集団)の中心には巨大ブラックホールが存在すると考えられている。降着円盤を形成して輝く。