

「重力波で明かされる一般相対論的時空」

田中 貴浩(京大基礎物理学研究所)

様々な宇宙の観測手段

光は電界と磁界でつくられる波です。電磁波とも呼ばれます。この波の波長の違いが光の色の違いとなって現れます。我々には見えない波長の光も存在していて、電波、赤外線、X線、ガンマ線などと違った名前で呼ばれます。これらの異なる波長で宇宙を観測するには違った観測手段が必要とされます。人類の歴史では、新しい観測手段が開発される度に新しい天体が発見されてきました。

自然界には4つの力があるわけですから、光(=電磁波)以外にも宇宙を観測する手段はあるはずです。今、我々は重力の波である重力波という新たな観測手段を手に入れつつあります。

? 重力 }
? 電磁気力 } 長距離力
? 弱い相互作用 }
? 強い相互作用 } 短距離力

電磁気力の波である光は観測されているのに、重力の波である重力波はこれまで観測されていない理由

重力波が観測されていないのは、電磁気力と比べると重力が非常に弱い力だからです。小さな磁石の力と地球の重力を比べれば地球の重力の方がはるかに大きいと感じるかもしれません。しかし、重力は地球のように非常に重い物体が存在してはじめて感じる事ができるほど微弱な力であるとも言うことができます。原子核を構成している陽子の間にはたらく電気的な斥力と重力の引力の比は実に36桁にもなります。このように弱い力である重力ですが、宇宙の話をする場合には非常に重要になります。宇宙の歴史の中で銀河や星ができてきたのも重力が本質的に重要な役割をはたしています。それは、電界をつくる電荷は正の電荷と負の電荷がおおよそ同数存在しているために、大きなスケールで見ると打ち消し合ってしまうのに対して、万有引力である重力は打ち消されることなく力を及ぼすためです。この微弱な重力の波である重力波を観測することは並大抵のことではできません。しかし、近年の技術の進歩により、我々は現在まさに重力波の初観測前夜にいるのです。

重力波は重力の波とはいうものの、、、

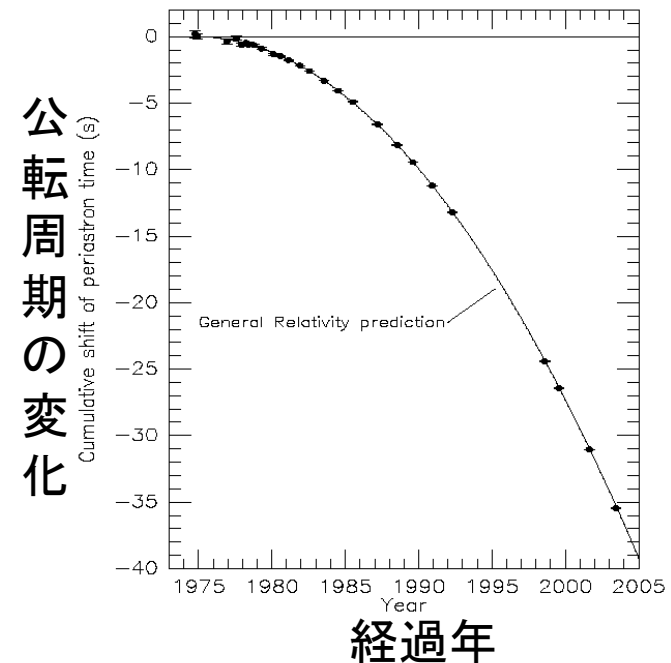
重力波は重力の波であると言いましたが、ニュートン重力の時代には重力波などは存在していませんでした。アインシュタインの一般相対論になってはじめて重力波の存在が予言されたのです。

重力波とは、そして、一般相対論とはどういうものかということがお話の中心となります。

重力波はいまだ絵に書いた餅なのか？

重力波は一般相対論という理論から予言されているだけではなく、間接的には既に存在が示されています。

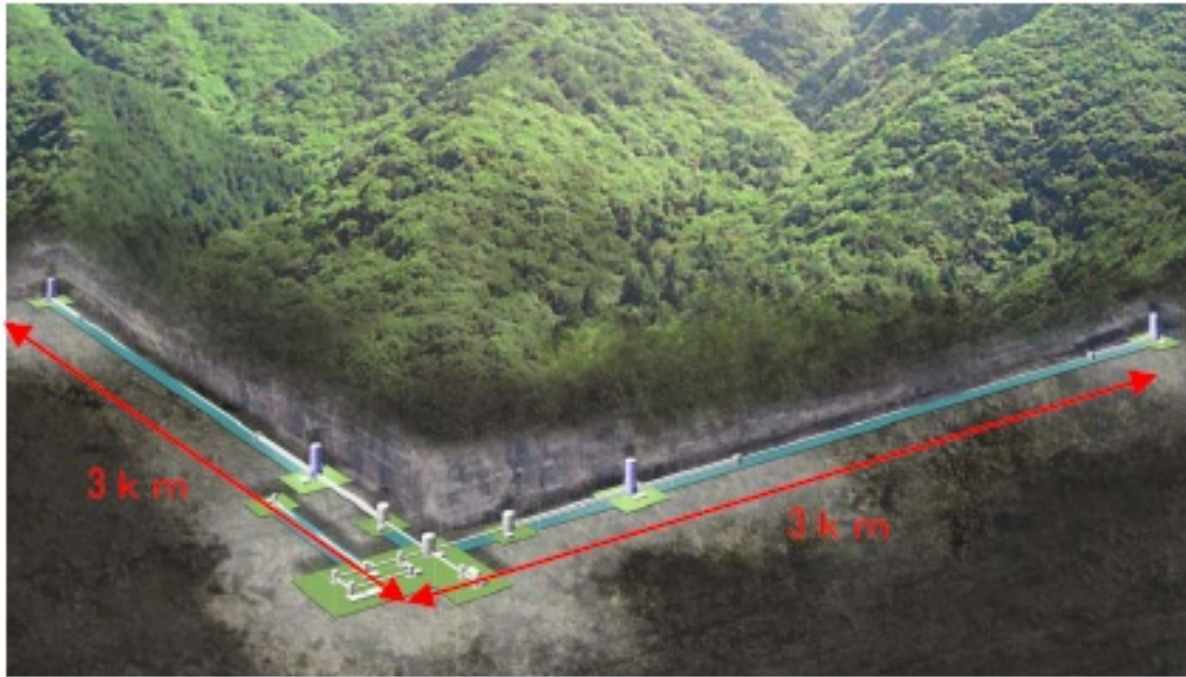
宇宙にはパルサー連星と呼ばれる、公転周期を測ることのできる連星が存在しています。その公転周期の変化は、重力波放出の効果による変化と見事に一致しているのです。



J.M. Weisberg and J.H. Taylor (2004).

世界の次期プロジェクトは2015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っています。

日本でもLCGT計画が動き出しています。



神岡地下に設置されるLCGTのイメージ図

重力波観測から期待される物理学の進展についても、お話ししたいと思います。

講師略歴:

田中貴浩(たなか たかひろ)

京都大学基礎物理学研究所教授

専門は重力波と宇宙論

生まれてから関西を長期に離れたのは
約一年のバルセロナ滞在時だけ

1995年に京都大学理学研究科博士課程修了後、
京大基研(研究員)⇒阪大助手

⇒バルセロナ(在外研究員)⇒京大基研助教授

⇒京大理学研究科助教授⇒現職