

連星から放出される重力波

修士2年 山本 峻

重力波検出に成功したグループがノーベル賞を受賞！！

10月3日、今年のノーベル物理学賞が発表された。受賞したのは Rainer Weiss, Barry C. Barish, Kip S. Thorne の3名。
「重力波を観測した干渉計 LIGO への貢献と重力波の観測」に対して与えられた。アインシュタインが重力波を予測してから約 100 年たち、ようやく重力波の研究が本格的に始まり、今後宇宙のさらなる謎が解き明かされていくかもしれない。



Fig1. ノーベル賞を受賞した3人
ノーベル賞のWebページ
(https://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/2017/) から切り取り

重力波検出が最初に報告されたのは 2016 年 2 月 12 日のことだった。現在までに観測された重力波は今のところ5回。ブラックホールとブラックホールの連星の合体が4回、そして最近では初観測となる中性子星同士の合体による重力波“GW170817”も報告された。

重力波って何？

アインシュタインが提唱した相対論によれば物体の近くでは時空はトランポリン膜のように曲げられる。その物体が運動（加速運動）することで歪みは波となって周囲に伝搬する。これが **重力波** と呼ばれる現象である。

重力波の影響はとても小さく、アインシュタイン自身も発見は不可能だろうと考えていたほどだ。

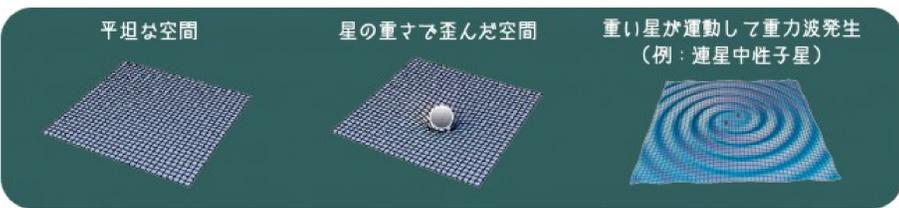


Fig2: 重力と重力波
(<http://gwcenter.icrr.u-tokyo.ac.jp/plan/aboutu-gw>)

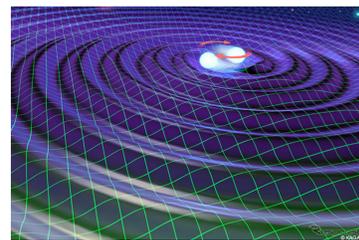


Fig3: 連星から放たれる重力波

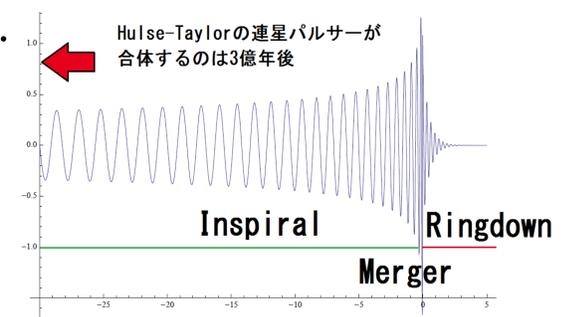


Fig4: 連星合体の典型的な波形

重力波源の代表的なものとして「連星の合体」が挙げられる。例えば史上初の直接観測として話題になった GW150914 はブラックホールとブラックホールの連星の合体だった。連星合体から放たれる重力波は典型的な波形を持ち、Inspiral, Merger, Ringdown から成る。私の研究では特に Ringdown 部分に注目して波形解析を行っている。Ringdown ではその持続時間が短いため周波数分解能（周波数をどれだけ細かく見るか）に限界がある。私の研究では自己回帰モデルとよばれるモデルを使い、持続時間の短い減衰する波である Ringdown 部の周波数解析を行っている。

重力波を観測する！

重力波の影響は非常に小さく、その歪みは太陽と地球の距離で水素原子1個ずれる程度とも言われる。これほど小さい影響を観測するために用いられるのが「マイケルソン干渉計」と言われる検出器だ。光をハーフミラーで二つに分け、再度重ね合わせることで波の干渉が起こる。重力波が通過するときこの干渉模様に変化することで、重力波を感知する。

アメリカの LIGO, イタリアの Virgo の他に日本でも重力波干渉計 KAGRA が現在改良されており、再来年の稼働を目指して研究が進められている。

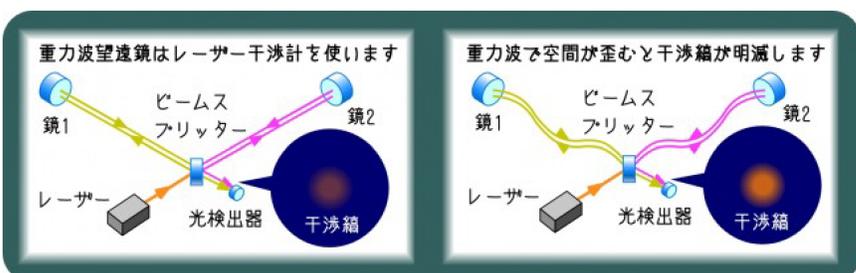


Fig7: KAGRA でも用いられているマイケルソン干渉計
(<http://gwcenter.icrr.u-tokyo.ac.jp/plan/aboutu-gw>)

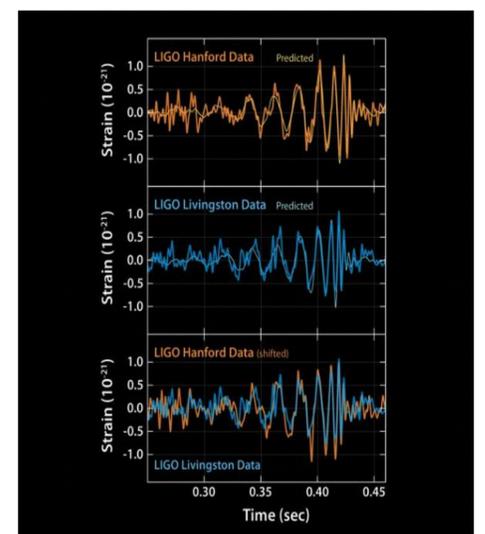


Fig5: GW150914 の波形

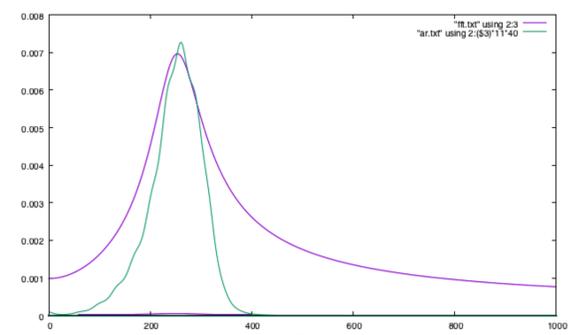


Fig6: AR モデルと FFT の比較