

【基礎科研】LIGO是怎麼回事？

2019-09-25 05:04:00

原文網址：<http://blog.udn.com/MengyuanWang/129677584>

LIGO測量出黑洞並合的引力波信號，是過去幾年最重要的基礎物理突破。但是雖然諾貝爾獎很快就給了，爭議還是有的。

本月初，Sabine Hossenfelder在她的博客上討論這個話題（原文在<http://backreaction.blogspot.com/2019/09/whats-up-with-ligo.html>），後來我應《觀察者網》之邀翻譯了那一篇文章，不過至今他們還沒有決定是否要刊登，我想乾脆先在自己博客上和繁體字讀者分享。

這件事專業性很高，即使是科學從業人員，也不一定完全看懂Hossenfelder的意見，所以我在這裏也做些簡單的總結和評論：

- 1）LIGO的信號，已經足夠精確，可以排除因為偶然雜訊造成統計噪音的可能。
- 2）但是LIGO團隊並沒有解釋大約佔98-99%的非天文信號（他們叫做“差錯”）來自何處，這是很不嚴謹的態度。
- 3）最後還有一個邏輯可能，就是所有的結果都是LIGO團隊有心假造的。這還無法經由客觀分析排除掉，但是從社會學的角度，可能性極小。畢竟在銀行業，Rogue Trader還可以永不休假，學術大佬不可能如此。

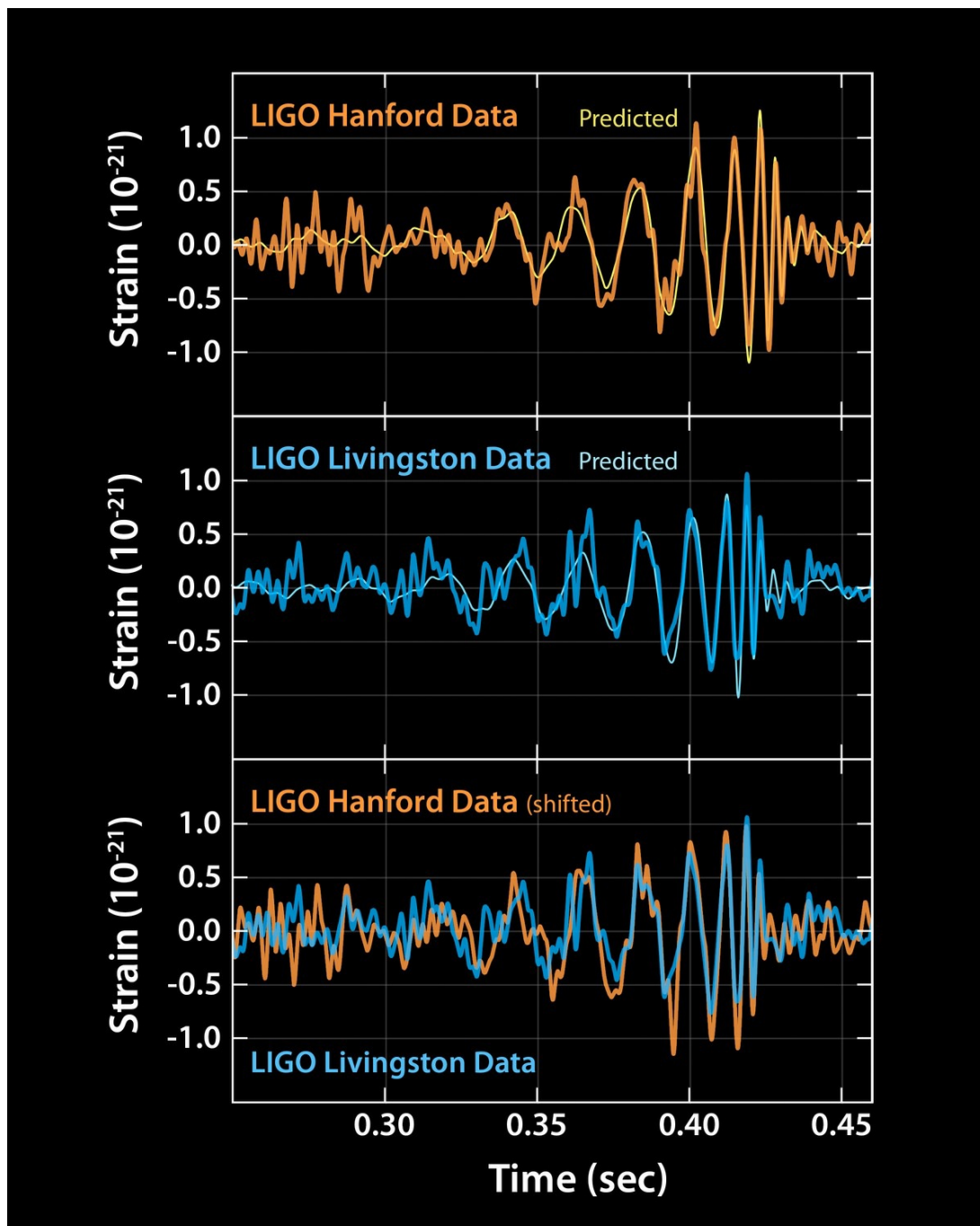
以下是Hossenfelder的文章：

=====

大約四年前，在2015年九月14日，LIGO（Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory，激光干涉引力波天文台）團隊首次探測到引力波，隨即在2017年因此獲頒諾貝爾物理獎。同年，歐洲的VIRGO Interferometer（室女座干涉儀）上綫，成為兩座LIGO偵測器的補充。所以在過去兩年來，全球共有三座引力波偵測器一起監視時空背景的波動。

至今，LIGO/VIRGO總共發表了幾十次的偵察報告，包括雙黑洞並合，雙中子星並合，以及黑洞-中子星並合。然而並非所有的物理學家都相信這些報告的真實性。

例如在2017年，丹麥的Andrew Jackson就宣稱LIGO的數據分析大部分無法被複製。到了2018年十一月，Jackson斬釘截鐵地公開宣佈，除了第一個雙黑洞並合事件（GW150914，如下圖）之外，所有其他的所謂發現，都是子虛烏有。他說：“當我們對他們的數據做盲分析（Blind Data Analysis）的時候，什麼都找不到。我是丹麥人，所以很想說這是‘國王的新引力波’”。



原本2017年八月17日的雙中子星並合事件（GW170817）讓大部分物理學家安心了許多。這是因爲有好幾個電磁觀測器（即伽瑪射線、X光、光學和電波望遠鏡）也觀察到了同一個事件，似乎證明LIGO測量的是真實的天文現象，而不是雜訊。然而反對者指出最先報告這個事件的，其實是NASA的伽瑪射線觀察衛星，LIGO在40分鐘之後才趕上潮流，所以仍然不算是盲測試。而且後來天文物理界對這個事件是否真是雙中子星並合，至今還在爭議之中。

更加火上加油的，是去年Michael Brooks在《New Scientist》上的報導，他引用兩個LIGO的內線消息，說連GW150914，也就是LIGO獲得諾貝爾獎的關鍵發現，都不是用盲分析得出的，而是“靠人眼”，並且“手動加強以利教學”。發表LIGO論文的期刊，到現在仍然拒絕做任何評論。

LIGO團隊本身也是守口如瓶，只放出一句話：“我們對所有發表的結果都有完全的信心，請大家耐心等待。”

今年四月，LIGO升級到第三階段（Observation Run 3），靈敏度提高了40%。很多人寄望這個升級會發現更多有電磁觀測佐證的雙中子星並合事件；幾個月過去了，並沒有發生。

從四月到現在，LIGO團隊一共宣佈發現了33個引力波事件（參

見<https://gracedb.ligo.org/superevents/public/O3/>），多少次有電磁觀測的佐證呢？一次都沒有。反而是LIGO在事後已經撤回了其中的9個結果，因為後續分析證明它們有太大的可能是非天文因素產生的雜訊。

這樣的撤稿比率是很高的，不過在實驗剛剛升級，團隊還不適應的階段，是可以說得過去的。尤其爲了讓電磁觀測器能儘快對準可能的事件做觀察，也不可能花時間慢慢分析考慮，必須在第一時間就通報出去。

既然LIGO信號的真實性還沒有獨立而確切的證明，批評的聲浪自然此起彼落。最極端的是Alexander Unzicker，他曾寫過一本書叫做“希格斯粒子是假的”。Unzicker在德國媒體《Heise》上宣稱（德文原版<https://www.heise.de/tp/features/Fake-News-aus-dem-Universum-4442282.html>，英文翻譯參見<https://www.heise.de/tp/features/Fake-News-aus-dem-Universum-4442282.html>）GW150914的信號既是頭一個發現也剛好特別明確，所以很可能是所謂的“盲注入”（“Blind Injection”），也就是用來測試系統的假信號被當真了。LIGO團隊裏負責盲注入的三個人人都指天畫地，賭誓絕對沒有在當天送進任何假信號，但是Unzicker指出程序就在那裏，其他人要偷偷啓動，並非不可行。

在前面提到的33個新信號裏面，最強的是S190425z。它應該是一次雙中子星並合，但是如前所述，電磁觀測器都沒發現任何對應的事件。當然這也有合理的解釋：首先它比GW170817遠了4倍，所以信號強度只有1/16；此外LIGO並不能精確定位；宇宙中也有很多能遮蔽電磁波的障礙。

更新的測量發生在八月14日，這應該是一個黑洞-中子星並合事件，然而全世界的電磁觀測器還是什麼都沒看到。這次的距離比GW170817遠了7倍，那麼信號強度當然更低。

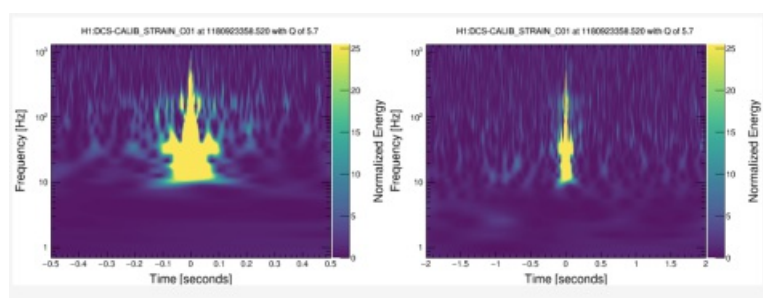
不過一次又一次都沒有佐證，還是難免讓人失望，甚至起疑。支持者指出可能有其他的物理原因，例如那個黑洞吞噬中子星的過程太短太快，以致發出的電磁波能量不大。宇宙塵埃也又被提起。

最新的八月17日的事件，事後被撤稿了。

然後我們當然必須談一談“差錯”（“Glitch”）。

LIGO的所謂“差錯”指的是測量到的不明引力波事件，但是因爲頻譜沒有可對應的天文現象，只能被扔到一邊。我沒有內部消息來源，不知道確實已經有過多少個“差錯”，但是它們的編號是日期再加上兩位數字，所以至少有部分天數裏，發生的次數是超過10的。LIGO也借用一般民衆志願貢獻的計算機時間來分析數據，他們的這個組織叫做“Gravity Spy”（參

見<https://blog.gravityspy.org/>），裏面特別強調各式各樣的“差錯”，包括“錦鯉”（“Koi Fish”）、“口哨”（“Whistle”）和“閃點”（“Blip”）等等。下圖是一些例子。



2 条留言

狐禪

2019-09-25 09:59:00

有第二軌甚至第三軌的獨立驗證，才能保證測量的可複製性。這點在許多極尖端的實驗都不見得能滿足。這其中能信賴的就只剩「誠實」了。有位社會學家跟著重力波探測團隊，做現地觀察，誠實這點，他「認為」是合格的。他寫了幾本書，其中 Gravity's ghost and big dog (by H Collins) 這本詳述了其中成員的心態與方法。是硬裏子科學外的觀點，值得參考。

“

《觀察者網》有幾次想刊批評LIGO的文章，都被我勸下來，因為我從幾年前LIGO剛做第一個宣佈開始，就知道除非是有意作假，它的結果必然是真的，而不是統計噪音。這是因為他們不但有兩個獨立的偵測器，而且那個信號的形狀太獨特了。

無知者，無畏

2019-09-25 16:26:00

我仍然相當困惑？王兄，作為一個1980中期的中國著名大學物理系的畢業生，我以下的問題，可能有些丟人。但是這個問題，真的困擾了我很長時間，能否請王兄用比較簡單直白的方法幫助我解釋一下引力波的場景描述？類比電磁波（作為電磁能量輻射和傳播的方法），在引力的定義中，引力的量值主要跟物體質量和距離有關，如果質量和距離不發生類波動型變化，引力的變化為何會出現波動特性？注：我並未度過愛因斯坦有關引力波的理論。

“

如同電磁學裏，電荷做出加速度運動，就會發放電磁波，任何質量做出加速度運動，也會放出引力波。當然重力理論比電磁理論要更複雜些，因為前者能扭曲時空，但是即使考慮這個因素，引力波的現象仍然存在。

[返回索引页](#)