

賀培銘

教授

主持 1 / BIO 王弘禹
主持 1 / BIO 王廷安
文 / BIO 黃品睿

弦論 與笑話



賀教授：賀培銘教授（左）、主持人：主持人一（右一）、二（右二）

此次採訪由系學會 podcast 小組進行，完整內容可見於霧裡之聲 Eureka-【教授訪談 ep2】弦論與笑話 - 賀培銘教授。

教授 研究領域

那我們先請教授介紹一下他的研究領域和最近做的研究。

賀教授：我的研究領域算是弦論、場論等理論物理，最近這幾年主要在研究黑洞的訊息悖論。根據霍金的說法，如果一個黑洞是由物質重力塌縮形成，那麼它就會有霍金輻射。隨著輻射出的能量越來越多，這個黑洞就會越來越小。那麼問題就是，這些一開始掉入黑洞的物質，它的訊息跑到哪裡去了？根據量子力學，我們所有的時間演化是 unitary 的，所有訊息最後應該要保留下來。可是根據霍金的計算，霍金輻射無法攜帶這麼多的訊息。所以就是說，這些掉進去黑洞的物質，它們的訊息是不是會隨著黑洞蒸發而消失？霍金一開始的看法是，這些訊息就隨黑洞不見了，所以量子力學的基本假設就被違反了。不過他後來又改變主意，認為訊息應該沒有遺失，但我們也不太清楚訊息是如何被保留下來的，所以最近幾年都在研究這個問題。

通常我們很少在物理聽到訊息或資訊這個名詞，比較常見的可能是能量，剛有提到的霍金輻射應該是把能量帶走，想請問資訊與能量之間的關係。

賀教授：資訊跟能量是有關係的，所以問題是說我們該怎麼量化資訊這個概念，那麼在統計物理裡面，我們有 "Entropy"，就是 "熵" 這個概念，其實就對應到資訊，就是你不知道的東西有多少。一個系統有這麼多的自由度，如果你不知道的很多，那麼它的熵就比較大。

所以訊息跟熵是掛鉤的？

賀教授：沒錯，我們也知道訊息其實在目前我們所了解的所有物理系統中，需要一些能量，也就是能攜帶訊息的東西，也必然有些能量，但在中間有什麼條件我們則沒有太統一的理解。總的來說，就是訊息的攜帶需要能量是確定的。

剛提到訊息的遺失，應該是有個東西原先能被找到，但現在我們找不到，這東西確切是什麼？

賀教授：舉個例子來說，假設現在有兩團不同的氣體，也許質量分布是相同的，那在他們因重力塌縮變成黑洞的過程中，重力的表現可能一樣。但內部細節如波方程等，可能不一樣，即這兩團氣體的某些差異可能不會在重力效應

中顯現出來。根據霍金的計算，只要這兩團氣體的重力效應一樣，它們的霍金輻射就會一樣，所以這兩團氣體不同的這個訊息就遺失了。

這些氣體屬於哪種氣體我們無法得知，這個訊息就遺失了？

賀教授：對，像你寫了一封情書給你女朋友，也寫了一封罵人的信，如果說這兩封信的質量分布是一樣的，那造成的重力效應就相同，可是內容很不一樣。這兩封信掉進黑洞形成的霍金輻射是一樣的，那就無法得知你寫的信是傳達愛意還是罵人的，這個訊息就遺失了。

那黑洞有什麼特別的地方嗎？

賀教授：我們過去認為黑洞是有一個視界面，就是在那個範圍裡面的東西就算以光速要逃離也逃不出來，所以它會是黑的，掉進去的東西也沒有機會出來。那如果就這樣結束也沒事，但問題是霍金說即使它掉進去了，出不來，還是會因為輻射，這個東西會越來越小。當黑洞蒸發不見了，這個東西的訊息也不能說還留在裡面，就不知跑哪裡了。

賀教授：像是說你有一個保險箱，你把情書鎖進去了，有天這個保險箱消失了，那麼那封情書的訊息哪去了？如果保險箱還在，雖然看不到情書，但還是可以說情書就在保險箱裡面。但若整個保險箱不見了，那就奇怪了。

賀式笑話 1

賀：有一隻火雞看到一顆很高的樹，牠就想要飛到樹頂上，覺得這樣會很厲害，但是牠飛不夠高，於是便跟牠的朋友，一隻牛講述這個煩惱。牛朋友說你可以吃我的便便，很有營養，吃了可以有力氣飛更高，於是火雞便吃了一些牛便便，也真的飛得更高了。

賀：第二天火雞又吃了便便，飛得比前一天高，第三天也吃了便便，而且真的飛到樹頂了。火雞飛到樹頂很开心，站在高高的樹上牠很开心，然後火雞就被附近的農夫看到，一槍射了下來。

賀：這個故事告訴我們說 "Bullshit can get you to the top, but it would not keep you there."，謝謝。

除了研究外，我們也與賀培銘教授討論到看電影的興趣，對教授而言看電影可以幫助腦袋休息，而身為一位理論物理學家，對電影中的片段也有些自己的想法。

教授與電影

平常研究有卡住的時候，會去做什麼其他事情來讓自己的腦袋休息一下嗎？

賀教授：看電影。

主持人：老師你是喜歡看電影的人？

賀教授：對，應該算是喜歡看電影的人。

主持人：像我有加老師 fb 好友，可以看到生日的時候有發你兒子把你 p 在復仇者聯盟的海報上。

賀教授：對。

主持人：那你們全家都是蠻喜歡看電影的嗎？

賀教授：對。

主持人：那你們都看什麼？

賀教授：我們都喜歡看 Marvel 的這些電影。

主持人：那老師對 Marvel 的時空旅行是不是覺得很糟，還是其實蠻有道理的？

賀教授：我看電影的時候，其實盡量不要帶入我的物理知識。因為就像剛才講的，它是我想要放鬆、把工作放到一邊的時候去做的事情，所以不太會去講究這些事情。當然我會注意到有些要比較努力去忽略它不合理的地方。那比如說像 Marvel 裡面，他們不是手畫一圈，就可以穿越到另一個地方去，那個東西不應該是一個圈，對不對？應該是一個二維的球面比較合理，對不對？

主持人：你講對不對我們也不知道。你看像多啦 A 夢的傳送門也是一個門，也是一個平面的東西。

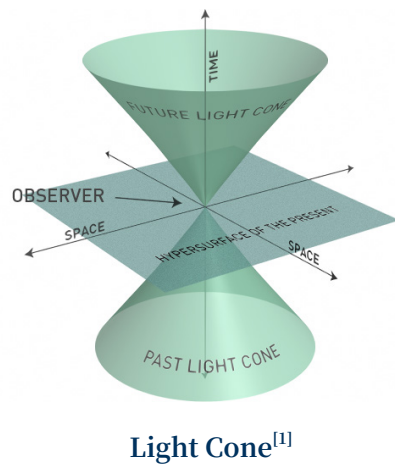
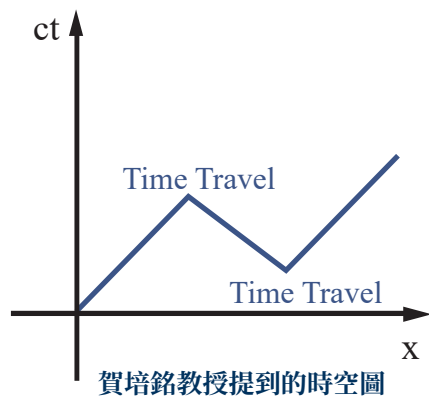
賀教授：但是如果是一個平面的話，從另一邊看會看到什麼呢？如果說類似一個蟲洞的話，那我們通常用二維的比喻的話，就是一張紙，然後中間凹下去接到另外一張紙這樣。那這樣就是二維的紙，它的蟲洞邊邊是一維的圈圈，那三維空間如果有一個類比的話，如果兩個三維空間接起來的話，接起來東西的邊邊應該是一個二維的東西，就像是一個球面，而不是一個圓圈。

主持人：好，我們心領了，這樣講我也沒有比較懂。

現在提到電影，另外剛剛也有提到熵。聽說教授對《天能》這部電影內，表現熵的方法有一些想法：「天能是最近電影中，對物理的呈現最真實的」。

賀教授：應該說不是對物理效果，而是對古典的 Time Travel。在古典的世界，如果不考慮量子效應的話，就不會有什麼穿隧效應，所以所有物體隨時間的變化都是連續

的，那從這個角度來說，如果有一個人，他回到過去，現在你畫一個時空圖，縱軸是時間，橫軸是空間，然後這個人隨時間演化回到過去的話，在時間方向掉頭回來的時候，在稍早的時間是不是應該見到兩個他？那他如果又再回去順著正的時間方向走，那應該就會有個時間可以看到三個他，其中兩個是正時間方向的他，一個是反時間方向的他。



賀教授：對於反時間方向的他，如果以他的角度正常講話的話，聽起來聲音是倒過來的，我記得當初有用軟體展示倒過來聽起來是怎樣的。在《天能》這部電影裡它有表現出來，在其他 Time Travel 的電影裡面，有個東西它回到過去後就不見了，這是不對的，你應該要看到一個正時間方向的它跟反時間方向的它，兩個碰在一起，消滅對方，這才是正確的古典的 Time Travel。

系上許多學生會利用賀培銘教授的 Office Hour 來討論關於未來的選擇，在採訪中，我們也請問了教授研究生活做過的選擇與遭遇過的瓶頸。

研究瓶頸 與人生選擇

老師在研究過程中，有遇到過最大的瓶頸嗎？或跟現在學生一樣焦慮的時候嗎？

賀教授：還好，當然找工作的時候比較緊張，因為現在學術界競爭很激烈，其實從我唸書的時候就是這樣子了，我唸書的時候，就有很多人勸我不要念高能理論，工作特別難找。

主持人：從以前就是了？

賀教授：對，從以前就是了，當然現在更嚴重了，我那個時候就是相對的比現在好，台灣那時候成立很多新大學，所以我知道只要回台灣一定有工作，現在台灣都不一定，甚至很困難，所以那時候會比較擔心。

賀教授：一般我們在做研究會覺得可以做的題目非常多，問題是說你要怎麼選一個最適合的，比如說像它的影響力比較大，然後你的能力可以，也願意出力。你會希望說不要做出來後，別人覺得廢話當然是這樣，所以不能做太 obviously 能做出來的東西，但你又希望不要太 risky，做了三年什麼都沒有做出來，然後沒有人要給你研究經費繼續做研究。所以大概就是要做這些調整，但是基本上可以做的題目非常多，我想大部分在做研究的人感覺都是這樣，就是要挑適合的題目。

那想請問一下，老師是怎麼從原本的弦論研究到現在的黑洞，轉變中間的契機是怎麼樣的？

賀教授：當初首先這本來就是研究弦論的人會討論的問題之一，因為弦論宣稱它有量子重力，而這是一個量子重力的問題，所以弦論應該要宣稱它知道正確答案是什麼。

主持人：所以它應該就要解決那個問題？

賀教授：如果沒有解決的話，那可能弦是不是有問題，所以弦論中，本來就很多人在做這個問題。我的話是當初有個學生想做這個問題，問我可不可以指導他，我原本沒想過這個問題，但聽他講了以後，我告訴他如果我來做的話，會先想某一個特定問題。然後結果剛好那時候我們有個訪客，就是我們現在在台大的客座教授 - 川和光教授，他很有名，所以我看了他最近做了什麼工作，跟他討論一下。然後就發現他有做一個弦論的問題，然後他的文章基本上就是回答了我當初要學生思考的問題，一個蠻漂亮的回答，所以我就覺得蠻有趣的，跟他討論，於是就開始研

究這個問題。

那剛剛有提到選擇領域的部分，我們查到資料裡面說當初老師博士時不是做弦論的研究，是那時要畢業時，你的指導教授建議可以去做弦論的研究，因為弦論有了突破性的進展。所以想請問說，如果老師現在像那時的教授一樣，會建議去研究哪個領域？還是現在都沒有突破性的進展？

賀教授：不知道誼，我沒有我老闆那麼厲害，我老闆很有眼光。

主持人：所以老師現在也不知道要建議什麼？

賀教授：對，其實那時候是弦論有了很大進展，在弦論的演化，大概有兩次革命，我博士班時大概是第二次革命進行的時間，所以我想那時正好有很多新的結果跑出來，那現在並沒有這樣的情形發生，我們還沒進入弦論的第三次革命。

主持人：所以是可遇不可求的機會？

賀教授：對，我是運氣特別好的人，我覺得。碰到好的時間點，所以有台大的教職。如果同學想走學術路線的話，要考量一下自己運氣有沒有這麼好。

剛提到回台大當教授，請問為什麼沒有待在國外？國外做理論的應該比較多，知音應該也比較多。

賀教授：對，但是相對來講，第一我那時候並沒有找到國外的教職，如果要在國外繼續待下去的話，基本上就是要做博士後研究。剛剛提到我在念博士時，其實就很多人勸我不要念這個領域，大家都找不到工作，當初在我們的研究群，有已經做博士後 10 年的人，都還沒有找到工作。那從 Berkeley 畢業的人，大概有一半連博士後都沒有，所以有找到博士後已經算運氣不錯。那時候也有了第一個孩子，就不想要在博士後做那麼久，還是給他一個穩定的環境比較好，所以就打算回來，而且台大是一個很好的地方，拿到 offer 當然就想要回來。

主持人：台大是個很好的地方，我也這樣覺得。

非常感謝今天教授跟我們的分享。

賀教授：謝謝。



賀式笑話 2

賀：我覺得一個很厲害的笑話是一個跟 Gauss' Law 有關的笑話，這個笑話可以教我們怎麼證明如果宇宙的空間部分是有限的話，整個宇宙的總電荷一定是零。

賀：這個笑話是這樣，今天有個牧場主人想要蓋圍籬把他的羊圍起來，他想要用比較短的圍籬，才能省錢。然後他聽說工程師、物理學家跟數學家很聰明，就請了一個工程師、一個物理學家、一個數學家來。

賀：工程師對他說，如果同樣面積的話，圓形的周長最短，應該蓋圓形的圍籬把羊圍起來，這樣最好。物理學家說，你可以把圓形的圍籬慢慢縮短，縮到羊群都擠在一起的時候，這樣子是最短的圍籬。數學家說，你用一個圍籬把自己圍起來，然後定義羊群那邊是裡面就好了。

註解

^[1]By SVG version: K. Aainsqatsi at en.wikipediaOriginal PNG version: Stib at en.wikipedia - Transferred from en.wikipedia to Commons.(Original text: self-made), CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2210907>