

Feynman lecture 裡面有很大的創作，我不確信他60歲還寫得出來

了科學，能不能找到另一種看待自然的方式，讓人類活得更好？

勇往直前的寫paper，由市場來決定  
勇往直前的寫paper，由市場來決定

如果讓他再選一次，  
他還要做實驗

# 每個人都有一個N

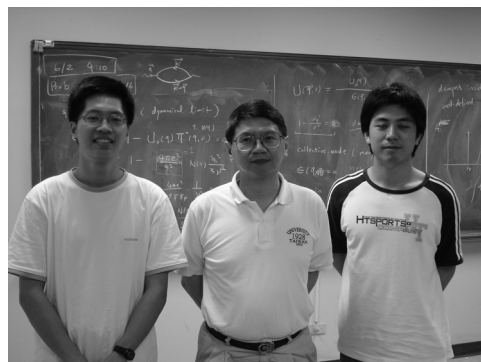
——高涌泉教授訪談紀錄

訪問／李忠霖、王浚帆、林裕翔 2005/5/23

撰文／林裕翔

高涌泉教授在物理系擔任教授至今（2005年）恰好20年，其主要興趣在於量子場論與統計力學方面，同時致力於科普的推廣、參與演講與座談，並有撰寫多年的科學散文集結出版<sup>1</sup>。

距離上回高涌泉教授接受第27期《時空》的訪談已經多年，我們這次再度訪問老師，談到科學與人生上的抉擇，以及物理學的文化。



<sup>1</sup> 高涌泉著，《另一種鼓聲》（三民，2003）

## 做科普是一種娛樂

一開始先談些輕鬆的話題好了。我們很好奇老師為什麼會在「正職」之外做科普的工作？

我當然是喜歡談物理的，這是沒有疑問的。這當然不是什麼特殊的，像 Feynman 他也是很喜歡跟別人談他知道的物理。我在大學的時候也跟你們一樣，我要是覺得我想通了什麼，或是以為我想通了什麼，我也是想要去跟人家講。

我並沒有真正的去做科普的事情，我寫的東西嚴格講也不算是科普的東西，應該算是一種科學散文，其實就是講一些故事，那我喜歡分享，喜歡講故事，來娛樂別人也娛樂我自己。

### 講課需要經驗，也需要 *concentration*

回來談老師的「正職」。我們在念物理時，有時候會覺得沒有整體感、歷史感。你覺得講課的時候，照歷史的發展去講比較好，還是重新整理過的方式？

很難照歷史的方式。那很 clumsy，但沒有效果。要有效率的話，都是非歷史的方式。但是即便你用非歷史的方式，可是如果你了解歷史的過程，這是你背後的東西。你懂十分，講兩分，那八分雖然沒講，但是那就會影響你怎麼講。你如果聽 Witten 演講你就會有這種感覺，他背後真的還有很多東西，你如果去追問他說這個為什麼是這樣，低手可能就給你兩個理由為什麼是這樣，高手是給你十個理由告訴你為什麼是這樣。

那麼你在教書的時候，是講你覺得學生應該知道的東西，還是你自己覺得有趣的東西？你覺得上課是一種創作嗎？

我講的當然是我覺得重要的東西，但是

我也會去顧慮到說怎麼樣的表達，能讓學生更真切的去 appreciate 這個內容。如果我沒有好的方法，那我就去參考 textbook 的表達方式，或是名師的表達的方式。這都是一種藝術，你都要安排一個順序。比較無聊的就是你跟著課本的方式，如果你希望講得更好，那你就自己要去安排自己的邏輯。當然創作不一定更好，也許老辦法還是比較好。

我聽過有人說，年輕的時候要做研究，老了再來教書寫書。我現在了解事情沒有那麼單純。Feynman 在四十幾歲的時候教他的 Feynman's lecture，那裡面有很大的創作，那是他的物理學，我不確信他六十幾歲還能夠創作出他四十幾歲創作出的 Feynman's lecture。但是年輕的時候你可能累積的沒那麼多，就像我剛剛講的，你要懂十分講兩分，但是年輕的時候你可能還沒有累積那十分。所以這是要平衡的，說不定像 Feynman 那樣來教是最好，四十幾歲，你要年輕可能經驗還不夠，年紀大了 concentration 就比較 weak 了。教學是綜合性的。

## 物理學家的志向

我們接下來想談志趣方面的話題。我們常看到一些有名的科學家，好像從小就立定志向要做科學。你覺得這有沒有什麼意義？

大科學家，在他幼年的時候——大政治家或是大文學家，應該也都類似——at some point，他決定我要去做什麼事情。如果是科學家，他決定「我要去了解自然」，我想要知道你們講的原子是什麼，他們會下這樣的志向。

那麼你下這樣的志向，你必須要有能力去往這個方向走下去。我聽過一些熟悉李、楊的人講，他們當然都很早就立定這樣的志向，但是他們並不是光憑一種浪漫或理想，就走下去了，他們其實是有冷靜思考過，評

估過自己多少可以做到一個地步。以愛因斯坦來講，他真的是很特殊，他不是一個專業的教授或科學家，而以一個業餘的人，卻能夠有那麼大的成就。他是怎麼找題目跟找答案的？

以找題目來講，這是人家已經研究過的，了解他所讀的書、他做研究的歷史。他架構的概念是很強的。譬如馬克士威方程式，這個方程式的架構，它的意義，以及從一個比較高的層次來看這個理論，裡頭有沒有矛盾，這個看 structure 的能力，他是很強的。

當然，馬克士威他也做過這點，他也是從方程式的矛盾裡面下手，數學上就要求他要去補這個漏洞。但是馬克士威他還是有一個法拉第在帶他，他還是有一個現象、模型，但是愛因斯坦是純粹從架構上的缺陷去推敲。這是現在很多理論學家在做的，所以他可以說是近代第一個 modern 的理論物理學家。

## 每個人都有一個 $N$

那麼你自己是如何選擇自己要做什麼的？

大致上從高中之後，基本上都是順著自己的意在走。以生涯的角度來看，我的一些決定可能不是最好的，可是我自己有我的人生觀：每個人都有一個數字  $N$ ，那你對人類的貢獻，就是  $e^N$ ， $N$  有大有小，可以正可以負。不管你是多少，總是有人比你大有人比你小。可能以服務人群的角度來講，我應該做另一種選擇，不過我就是沒有那麼做，我就是那個  $N$ 。

不過我不敢說這是我給同學的建議，我覺得盡量考慮你對於人群有貢獻的，去選擇你的未來，還是好的。Feynman 曾經說「你管別人怎麼想」，因為那樣壓力太大了，其他人說 Feynman 你好厲害，你應該做更多其他的事，他說我不要，我就是要走我自己的路。

Feynman 好像是那樣，可是你要是進一步了解 Feynman，他其實不是那樣子的，他講那句話其實是半真半假的。人就是在於「你管別人怎麼想」跟「你很在乎別人怎麼想」之間猶疑。

當然我選擇物理，多少就表示說我不是爲了報答國家社會而做的事情。如果說我是爲了要服務社會的話，那我當初就會去唸法律系。我那時候以爲念法律系是一個張揚社會正義的一個好的途徑。那我既然選擇了唸物理，就表示我大概已經不是那麼有社會正義感，不過偶爾我這個小的社會正義感還在，所以常常看報紙很痛苦，覺得這個社會沒有正義。不過後來我理解說，其實社會沒有正義感是常態——這話也不是我講的，這是人家講過的——偶爾你看到正義伸張的時候，你應該覺得那是一個很難得的意外，要不然正義是不伸張的。

不過其實正義就是這個樣子，常常我們覺得正義不站在我這邊，但是往往談到正義這種事情，你個人的因素就會加在裡面。我們對價值這種事情很難去拿捏，如果沒有價值的話正義這件事情就很難講得清楚。但是我的價值未必就是主流價值，所以常常會覺得「這件事情怎麼會這樣子」……但是我還是願意去參加一些團體，當然他們做的事情未必都是對的，不過總是有發出一種聲音。所以我也去參加環保聯盟……this is the least I can do。

## 有些事是你想做都做不來的

你在選擇物理領域當中要做什麼的時候，是以快樂還是成就爲取向？

呃，當然我們都希望我們所做的事情是又快樂又可以去斯德哥爾摩的（笑）……

丁肇中剛進研究所的時候，本來想做量子場論，但是他一個老師跟他說，做理論物理學家，只有第一流的才會有貢獻，但是如

果做實驗的話，二三流也會有貢獻。那他也就走實驗去了。但是其實這個話也不是完全對啦，做理論二三流也可以教書，你即使教的不是最好，能把式子推導乾淨也是功德一件，不見得就沒有貢獻。那丁肇中就聽他老師的建議，就選擇去做比較有貢獻於人類的事情，就做實驗去。但是他後來說他這輩子沒有後悔走實驗，他說如果讓他再選一次，他還要做實驗。

那我要講有一個人叫李怡嚴，他編過一套大學物理學，有四冊，中華書局出的。他以前跟丁肇中一樣在密西根唸書，但是他選擇走理論這條路。當然，基本上他在物理上的客觀成就就沒有丁肇中那麼高，他回來台灣在清華教書。我在清華服務過，我們常常聊天。這就是一個例子，人有選擇。李怡嚴可能覺得說我就是愛念物理，我就算做二流三流的物理學家那又 so what，我就是要念。不過說不定即使李怡嚴想要當丁肇中，他都當不來，他就是不喜歡當 boss，去帶團隊，管東管西的。有些事情是即便你知道你會成功，你都不一定會做得來的。

所以有時候我並不完全以成功與否來看待我的朋友，說不定李怡嚴就物理來說是比丁肇中好……這是有可能的。我很喜歡和李怡嚴聊天，我雖然沒有和丁肇中聊過，但是我懷疑我和丁肇中聊天我會有像和李怡嚴聊天的那種收穫。

這就是人生為難的地方，有時候是即使你想選成功你都不一定能夠選，你的性子不對，你就是沒有辦法說一定要選成功。但是如果說沒有性子的問題，兩個都是可以的，那我想我也會建議別人和建議我自己，那就選成功那條路吧！不過有時候人真的是 you can't help yourself。

## 做物理需要堅持自己的風格嗎？

### 要看時代、看問題

那麼，做物理時「風格」重不重要呢？風格是不是有客觀的好壞？也就是照「好」的風格去做，會比較容易做出好的東西，反之可能一輩子都搞不出什麼東西來？

風格不是很容易論好壞，因為風格就是指他的特色。我想這要看時代，和看問題。

例如你有數學家的品味，對於你做物理有沒有幫助？狄拉克，很多人都認為他對美有特別的感受，他自己也講過，如果他要選擇美和真實，他寧可選擇美。我不確定他是不是講過這種話（笑）。不過他總是表達過美是非常重要的。

可是量子力學取得第一個突破的是海森堡，而海森堡不像狄拉克的東西一拿出來就好像藝術品一樣，你不太能夠再去更動裡面的東西。海森堡是不管三七二十一反正我就是要答案，數學上的美妙比較不是他的顧慮。

但是量子力學是一個很奇怪的東西，以合理的腦袋是沒有人能夠想像出量子力學來的，基本上是有人不曉得用什麼特別的方式，碰到了正確的結果，然後後來人們才慢慢的去把這個結構挖出來，慢慢的加以詮釋。所以 Pauli 以他很強的數學 power 和邏輯推理的能力，是不可能發現量子力學的，因為量子力學是非理性的。量子力學的突破是要半猜半湊的，半靠運氣去得出來的。狄拉克或者 Pauli 這些強調數學的一致性的人，恐怕不見得那麼有用。可是一旦海森堡得到了結果，就好像有了著力點，這時候他們的能力就可以發揮了。這當然不是什麼證明，但是歷史的發展是這樣。

Pauli 對這點是有一點遺憾的，因為海森堡當年還是他的學弟，可是後來是海森堡跳到他前面。可是我相信，這裡面有一些是天

生性格再決定他們發展的方向，Pauli 有那樣的 mathematical power，他覺得我事情要講就講清楚，可是在量子力學剛起步的時候，事情是不可能講清楚的，所以可能是要海森堡這種無畏的精神勇往直前。

所以，可能是要看題目的型態，而去判定你有什麼樣的風格，是不是適合的。可是一旦量子力學的點被突破了，Pauli 和狄拉克的數學能力馬上就派上用場，所以他們也被列為創立量子力學的人。所以像量子力學這樣一個龐大的學問，是需要不同的 talent 的人一起來促成的。

所以以學問的誕生這個角度來看，愛因斯坦的廣義相對論當然是特殊的，它幾乎是一手促成的。愛因斯坦數學的 power，我想可能還不算是物理學家裡頭最高的，可是因為他物理的直覺太好了，而他也敢猜，敢勇往直前的往前走，而他遇到挫折或知道有錯誤，也很能夠很快的更正，所以他的數學能力即便在物理學家裡面不能說是一等一的，可是他能夠自己學習，也能夠跟人家合作，所以他終究還是能夠掌握他所必要的數學。

所以從愛因斯坦的例子來看的話，你要在物理上面成功，他是物理直覺非常好，然後再去學習或創造他所需要的數學工具。所以也未必說你一定要事先就有什麼特殊的 power 才行。

### 近代物理學家的風格

我相信近代物理學家能談得上風格的，其實也不多，因為你要談風格，你總是要有相當的成就，才能來談風格。有極少數的物理學家，是你一讀到他們的文章，就可以認得出來的。我相信 Feynman 是風格相當明顯的。你一讀就會知道，他敢那麼寫，而別人不敢那麼寫，對我來講那是非常明顯的。

另外一位風格非常明顯的是 Witten，他很有意願把故事從頭講起。比如說他處理某個物理問題，他會對這個問題先做一個回

顧，而那個回顧常常是相當完整的，這是相當不容易的，他的說明能力是一流的。

楊振寧 1954 年那篇文章，人家也常稱讚說，他文章並不長，但是裡頭動機的敘述，邏輯的安排，最後的結果，算是相當的一個藝術品。所以楊振寧也多少有風格可言，但是他的文章比較趨近於精簡扼要，不像是 Feynman 或 Witten 那種話講得多一點。

### 「有風格」必須要有本事

我剛剛說只有極少數人有風格，因為多數人是沒有本事做到有風格的。你必須要有那個能力，你必須要有那個自信，而且你要不隨便寫文章。

菜要煮到好吃才端出去，不能因為客人要，所以沒辦法炒一炒就賣他了。有風格的人不會做這種事情。在近代職業化的科學研究社群，如果你不是很有自信，或是你已經很有成就了，要不然你做不到這一點。因為你一定會被逼著要出 paper。那你如果是 Feynman 你可以說你覺得這篇不好我不要出，因為人家知道你是 Feynman，你不寫都沒關係。但是如果你沒有那樣子的本事，你就顧不到風格了，那時候談風格就是好高騖遠，誤己誤人了，人家付你薪水，養你就是要你做科學研究，你不能說我研究還不好，我不要出。長期來看他的貢獻可能不亞於那些 paper 多的人，但是短期來看，還不知道你這個人的能力怎麼樣，寫得少也未必就一定寫得比較好。

有些人就是亂槍打鳥，反正我就是以量取勝，說不定哪一篇就中了。我知道這種人這個圈內還不少，但是他至少還有做研究的企圖，你也不能怪他，他這麼認真做你還怪他說亂寫。不過我想在這個二流三流的研究者，大概是沒有人會去想風格的問題，你就是勇往直前不斷的寫，然後由市場來決定你的東西好不好。

要有風格，其實某種角度也是犧牲。因

爲你不是什麼都寫，你有可能會失去先機。例如說有人已經想出 spin 的概念，拿去跟 Pauli 講，但是 Pauli 覺得是錯的。Pauli 覺得他認可的東西要是不會出錯的，可是有時候你要容許可能會出錯、出糗的可能性才會成功的。所以有風格的另外一個風險就是，說不定會 miss 掉大的發現。

### 楊振寧沒有繼續發展規範場論

#### 是風格的選擇？

你評論江才健著的楊振寧傳時候寫到，這本傳記有留下一些空間是未來的傳記工作者可以繼續做的，就是楊振寧爲什麼沒有繼續發展他的規範場論，這是否是他風格上的選擇。你對這件事情的看法是什麼？

我有問過楊振寧，說你從 1954 年的文章之後都沒有再發表文章，是你沒有花時間在上面，還是你有花時間在上面但是沒有好的結果。他說他是有花時間，但是沒有得到好的結果，他就不發表。這裡面包括了 Yang-Mills 場的量子化問題。他創造了這個理論，把這個理論的量子化結構做出來，他是站在最好的位置，可是最後 turn out 不是他做出來的，做出來的是 Feynman 等人。我在想是不是他雖然覺得以下的工作雖然是可以做的，但是只是繁瑣的數學細節，他不見得比別人佔優勢，所以他沒有百分之百的投入。因爲一個人可以事先判斷說這樣一個問題他自己去做是不是比別人佔優勢，像楊這樣的一個人他當然是會先有這樣的判斷。

但是照理講，他的數學能力很強，他不應該有能力的問題，所以很有趣，他爲什麼沒有做，還是說他真的還沒有體認到說這個問題會有漂亮的結果。因爲那個時候你就是依照一般的 Feynman rule 去做 quantization，這個是他的文章就已經講出來的，但是他沒有去做，把他做到乾淨，他就沒想到說，這裡頭還是有一些很微妙的地方，你不真正做

到一個地步你是不會發現的，我所講的是所謂 ghost particle 這個東西。這是 Feynman 發現的。爲什麼這樣子，我覺得是值得研究的。（問：老師是寫 e-mail 去問的嗎？）不是，我在做 post Doc. 的時候有當面問過他。

我也曾經問過他說，如果你年輕可以再來，你可以唸數學還是物理，他的答覆是他會唸數學（笑）。我沒有繼續再追問。

### 物理學界中的 *Picking Order*

物理學家本身知不知道自己現在在做的問題，是在整個物理學裡面的哪個層次？

物理學相較於其他的學問，他的價值標準是比較明顯的。什麼是重要的問題，什麼是不重要的問題，這是比較明顯的。

物理學家大概也都知道自己的位置。不管什麼領域，大概都有所謂的 picking order。order 越高的人，開會的時候就第一個說話，說話也越大聲，底下的人就說得比較少。這些高手，有時候你真的會覺得自己就只有跟在後面的份，這是難免的。我看過一個很聰明的人，他就被 Witten 嚇壞了，就不敢做了。但是笨也可以闖出一些東西來，未必笨就不會有成就。

### 我們比較不會問出別人沒問過的問題

你覺得我們要怎麼樣訓練自己和訓練學生？

我覺得我們台灣的學生，包括我自己，我也是台灣的學生，我覺得我們的確比較不會問問題，不會問出別人沒有問過的問題。

真正困難的是，能不能跳出這個架構，更高瞻遠矚。有些問題他不是固態問題，也不是非線性問題，也不是粒子問題，真的是一個大問題，新的方向，還沒有定型。這個是我覺得在科學研究上面沒有人能夠教，而我們在這一點上面好像是比較弱的。

在我們的文化裡頭，我們常常看到別人問的問題，就覺得「那也算是一個問題嗎？」例如兩千多年前，希臘人就已經在估計太陽到地球有多遠，但是世界上多數其他的文明並不覺得這是一個值得它傷腦經去想的問題。我們以前有一個故事說「太陽遠還長安遠？」，有人說長安遠，因為你看得到太陽，看不到長安，那可以看得到的應該是比較近的；但是也有人說太陽遠，因為有人從長安來，但是沒有人從太陽來。那這就變成好像只是一個俏皮的問答而已，就沒有人真的說那我們來估計一下到底太陽離地球有多遠，長安離京都有多遠。這是我們文化上面一直都沒有去跨越的一個部份。

建構模型的這種概念，在西方是有傳統的，而我們是比較沒有的。我們古時候的天文觀測是很好的，但是我們沒有想到要有一個模型來看待它。這是一種純思維的概念，而這在我們的文化裡面是沒有的。這個的確是影響到我們在科學研究上可以走到的高低。很多華人在科學上有很重要的貢獻，也拿了一些諾貝爾獎，但是我甚少看到有哪一些華人開創了什麼問題讓人家跟著問，以開創新的領域這個角度來講的話，我覺得是甚少的。我們做的基本上是在人家定義下來的範疇底下解決一些比較具體的問題而已。

## 科學是唯一的道路嗎？

之前這個問題，牽涉到的是科學並不屬於東方傳統的思維。其實就整個世界的歷史來看，不同地方那麼多民族各自在發展，單單希臘文明發展出後來所謂的「科學」，結果影響了整個世界，成為目前文明進展的重要模式。那麼，你覺得科學是不是人類文明必經的道路？

我想沒有東西是不可避免的。不過這是一個歷史的事實，裡面多少有運氣、巧合的

成分，不過最後就是走上了這條路。

我不知道我們能不能找到另一個更好的看待自然的方式，讓人類活得更好。當然我不知道什麼叫「活得更好」……萊布尼茲就曾經說過：「這個時代就是所有可能的時代裡面最好的時代。」我們是不是真的能夠走上一條路，而不被我們目前已經知道的這些科學知識所支配，就是真的是一個新的發展的方向？科學發展的成果到底是保護了人類還是毀滅了人類，這個沒有人知道。

不過我覺得物理系的學生，在這個面向上面是強過一些哲學系學生。我們甚少直接跳到原則性上去談問題，我認為這是好的，你在進入抽象的層次之前，能對很多具體的小問題有了解，是非常重要的。

~ End