

我們是否正面對一個 革命性的教育改變？

中央研究院物理研究所李定國所長
在物理教育聯合會議上的演講
(2013年8月25日，中國文化大學)

整理人 鄒忠毅

一、引言

謝謝大會的邀請。首先，因為我和鄒忠毅老師認識蠻多年了，也常常有機會談到物理教育的問題，而最近幾年又發生了一些問題，讓我們有一些感想。

我覺得這些問題在台灣大家可能都知道，也有些談論，但是好像沒有在一個比較適合的場合討論，或在一個公開場合來交換不同的意見。我想也許這個會議是一個很好的場合來拋磚引玉，可以跟各位真正從事物理教育，並有很多年心得的老師來談一下這個問題。這個問題，我個人認為影響可能還蠻深遠的，所以我取的演講題目，叫做「我們是否正面對一個的革命性的教育改變？」，這個是一個問號，讓我們來看一下這個問題。

二、資訊革命時代

大家都知道，我們現在正在處於一個資訊革命的時代，我們生活的每一部分都被影響或改變。前一段時間的那個關於軍中人權事件，二十五萬人上街的遊行就是一個很好的例子。不少人現在出去吃飯前的第一件事情，就是上網去找這些飯店、看評論、看網友的比較、還有看很多的相關事情。網路已經

完全改變了我們生活的習慣。整個生活情況都改變了，我們也都清楚這是一個很大的改變。

但是可以問一下大家，在我們的大學教育中，我們也有感覺到這麼大的影響或改變嗎？

當然我們感覺得到。在我十六年前要回台灣以前，我在美國時，已經用到網路。我們會在網上公布大綱、習題解答，或是公布我們的考試成績等等。而現在，我們還可以將教學影片放在 youtube 供同學參考，也可和相關師生在網上即時討論、回答問題等等。但是除了這些以外，到底資訊革命對我們現在的教育有多大的影響？其實我跟很多人談過，結論是好像不太多，沒有很大的影響。

其實在中小學中，已經有一些學校在做很大的改革，那些重大的變革已經在形成中。所以今天的講題也許需要一點修正，在問號之後，再加上一個驚嘆號。那就表示說，有的人認為說可能還不是在形成，有的人認為已經是一個很確定的事情了。如果是的話，我們要如何應對？這是我這一次要跟大家討論的主要部分，想跟大家來交換意見，討教一下這個問題：關於資訊革命對物理教育帶來的挑戰。

三、線上的物理學習資源

我的演講內容分為兩部分：先檢視一下現在的情況，然後我們再談談要怎麼應對，及可能的選擇的方式。

如果大家常常看書或上網去看的話，也許會知道 Richard Feynman 很會演講 [1]，我以前聽過他一、兩次演講，那當然是講得非常精彩。這裡有段影片，是他在講 Quantum Mechanics 到底是什麼意思。他跟不是學物理的相當大年紀的人討論，什麼是 Quantum Mechanics。其實我現在教 Quantum Mechanics 那麼多年了，這還是一個非常有趣的問題。在網上，我們還可以找到非常多極佳的演講，像是劉炯朗院士講的是「天跟文學」[2]。如果有人看過這個 video 的話就知道，他從這個古希臘的傳說，可以牽扯到整個天文學的發展與天文學的關係，還有中國的傳說 - 后羿射日等等，這是一個非常好的演講。網路上還有很多 TED 的演講，每一個都非常精彩 [3]。還有很多像這種實驗的，NASA 在太空中實驗的表現 [4]。我們也知道中央大學物理示範實驗的網站 [5]，有許多對物理教育非常好的實驗演示。整個網站上，講解、解說各個實驗的目的、原理、演示過程等等，做得非常好。這對幫助教學是非常有用的。另外這個是 Youtube 上，一位老先生 Walter Lewin 非常出名的影片 [6]，他正示範 simple harmonic motion。最後這個是，前一位演講者陳秋民老師的示範影片 [7]。大家都知道他網站影片的瀏覽次數極多，大家都愛看他在 youtube 非常精彩的物理演示。總而言之，網路上已經有了非常多、非常好的相關影片與資源了。

四、MOOCs 的威力

那回到我們今天講的問題，除了上面講的這些東西以外，還有一個最大的，可能影響比較遠的一個新事物，就是這個 MOOCs (Massive open online courses)。在這裡我們知道 M 是代表大規模的意思。而什麼叫 open？它是什麼意思？真的是 free，還是說只是上課 free，還是有些怎麼樣的機制？然後是

online course，在網路上就可以來上課。MOOCs 裡面包含了什麼樣的學科技術等，這個大家都可能已經知道，在這些網站上都有 [8]。

簡單說，這個 MOOCs 的特色就是：(1) 開放共享，大家都可以參加。(2) Scalability，它可以越來越擴大。

有一門關於資訊的課 [9]，授課者說，他們那堂 MOOC 課開出來，大概有兩萬個人去上課。他說在傳統教學方式中，每次上課時，課堂裡有一、兩百人已經是很好很好，而通常他的課是幾十個人而已。他說他這一輩子也沒有想過，一次可以教兩萬個學生。這個影響力當然是非常的大，而他們還想要擴大到更超過現況。他們的特別設計，就是要針對 Scalability，透過各種策略把它擴大。例如，已經有好幾個知名的學校組成了 MOOCs 的組織，例如像 Udacity、Udemy，這兩個都是以公司形式投資的，用公司型態在經營，那已經是相當成功了，也找到很多著名的大學教授放上課程去開課。另外例如 Coursera，史丹佛跟很多的學校合作，主要是由史丹佛去推動。edX 是哈佛和 MIT 主導的，他們是一個聯盟，其中也有很多學校，主要負責的單位是哈佛。這兩個是 non-profit 非營利性，而且是 free 的 open online 課程。以上這些，有的是 free 免費的，有些是要錢的，會看授課的情況來做決定。現在參加的大學已經有越來越多的趨勢，同時他們也會給課程的認證，但是這可能是最嚴肅而關鍵的問題。

這裡就舉一個例子。Coursera 有 950 萬的註冊人數，如果你們的校長常擔心學校經費的話，他一看到這裡眼睛就會睜大了。一個學校甚麼時候會有 950 萬的註冊學生，那要多少年啊。可是在 Coursera 裡，註冊者來自 19 個國家，一個受歡迎的課程就已經有 18 萬的學生登記了，而它有 395 個課程。以上只是 Coursera 本身一個 website 而已，加上別的 MOOCs 組織或公司就更驚人了。

五、MOOCs 裡的物理課程

如果你問物理課程的話，我們去查了一下 [10]，

表一：MOOCs 中包含的大學物理課程。(資料來源：線上課程評價網站 Knollop <http://knollop.com/>)

<p>普通物理學 Fundamentals of Physics I at Yale OYC Fundamentals of Physics II at Yale OYC Physics at Khan Academy Physics 1 for Physical Science Majors at Coursera Physics I at MIT OCW Physics I: Classical Mechanics at MIT OCW Physics I: Classical Mechanics with an Experimental Focus at MIT OCW Physics II: Electricity & Magnetism with an Experimental Focus at MIT OCW Physics II: Electricity and Magnetism at MIT OCW Physics III at MIT OCW Physics III: Vibrations and Waves at MIT OCW</p> <p>物理實驗 Experimental Physics I & II “Junior Lab” at MIT OCW Introductory Physics I with Laboratory at Coursera</p> <p>電磁學 Electricity and Magnetism at MIT OCW Electromagnetic Theory at MIT OCW Electromagnetic Wave Theory at MIT OCW Electromagnetism II at MIT OCW</p> <p>量子物理及量子力學 Philosophy of Quantum Mechanics at MIT OCW Quantum Mechanics and Quantum Computation at Coursera Quantum Physics I at MIT OCW Quantum Physics II at MIT OCW Quantum Physics III at MIT OCW Quantum Theory I at MIT OCW Quantum Theory II at MIT OCW Applied Quantum and Statistical Physics at MIT OCW Exploring Quantum Physics at Coursera Introduction to Nuclear and Particle Physics at MIT OCW Particle Physics II at MIT OCW</p> <p>光學 Optical Signals, Devices, and Systems at MIT OCW</p> <p>資通訊元件 Circuits and Electronics at MIT OCW</p> <p>數值分析 Computational Methods for Data Analysis at Coursera Computational Methods of Scientific Programming at MIT OCW Introduction to Numerical Simulation (SMA 5211) at MIT OCW Numerical Methods for Partial Differential Equations at MIT OCW</p>	<p>微積分 Calculus One at Coursera Calculus: Single Variable at Coursera</p> <p>基礎科學概論 History of Science at MIT OCW Introduction to Physics: Landmarks in Physics at Udacity</p> <p>應用數學 Principles of Applied Mathematics at MIT OCW</p> <p>力學 Classical Mechanics at MIT OCW Classical Mechanics: A Computational Approach at MIT OCW Engineering Mechanics I at MIT OCW Engineering Mechanics II at MIT OCW Introduction to Engineering Mechanics at Coursera</p> <p>物理數學 Differential Equations in Action: Making Math Matter at Udacity Geometry, and Mathematical Physics at MIT OCW</p> <p>熱物理、熱力學、統計物理 Applied Quantum and Statistical Physics at MIT OCW Statistical Physics I at MIT OCW Statistical Physics II at MIT OCW Statistical Mechanics I: Statistical Mechanics of Particles at MIT OCW Statistical Mechanics II: Statistical Physics of Fields at MIT OCW Statistical Molecular Thermodynamics at Coursera Information and Entropy at MIT OCW</p> <p>固態物理 Electronic and Mechanical Properties of Materials at MIT OCW Fundamentals of Materials Science at MIT OCW Mechanics & Materials I at MIT OCW Mechanics and Materials II at MIT OCW Physics for Solid-State Applications at MIT OCW Physics of Solids I at MIT OCW</p> <p>宇宙論 From the Big Bang to Dark Energy at Coursera</p> <p>超導導論 Applied Superconductivity at MIT OCW</p> <p>計算物理 Scientific Computing at Coursera</p> <p>光電子學 Semiconductor Optoelectronics: Theory and Design at MIT OCW</p>
--	--

MOOCs 裡有非常多的不同的物理課程，包含你大學裡所教的物理理論課程都已經有了（表一）。

在這些課程裡，我要特別推薦的就是 MIT 的 OCW (OpenCourseWare)。例如剛才 Walter Lewin 所教的另一個非常精彩的課程「Electricity and Magnetism」。當然有更深奧的一點課程，像是量子力學、量子物理、統計力學等等。其他的 MOOC 組織（例如 Coursera）裡，也有像宇宙論、超導理論、計算物理、光電等更多的課程。當然現在還不是完整，但是你可以想像一下，再過幾年以後，MOOCs 裡會有更多的選擇。

上表的資料，來自一個線上課程評價網站 Knollop [10]。這一個網站呢，介紹了大量的 MOOCs 課程，可以供你選擇。所有剛才我講的那一些課程網站，都可以由此連絡的到。同時你也可以找到它們的評分，哪一個課程被學生評的最好的，哪一個比較容易可以拿到 certificate 等等的各種的評論，這些跟我們去餐廳一樣、到 Amazon 上看書一樣，所有的這些資訊都可以在這裡拿到。在這一網站上，我們找到最貴的課程，是 Tim Sykes 的 TIMFundamentals Part Deux（一個商業與管理課程），要 697 美元這麼多錢，它是在要錢的 Udemy 課程裡。

所有物理的課程幾乎都全部免費。我們猜想物理的課程要錢，可能就不會有太多的學生要去上課，所以幾乎都是免費。表一這裡列的都是史丹佛、MIT 這些他們本來就是預備是 open courses 的課程，所以免費。那一些主要是要賺錢的公司就比較不會開這種課，或者還不到時候來開這種課。

六、MOOCs 的課程認證

這裡許多課程，你上完了以後，也可以要求要 certificates，就是證書，就證明你已經修過這門課，就會給你一個很好看的證書。例如這門課是 edX 開的，也許 Berkeley、MIT 或哈佛，就會給你一個證書表示修過這個課。話雖如此，其實很難。雖然上課的人很多，但是通過 certificate 的人並不是很多，那就表示這些課程有一定的要求。

七、台灣的 MOOCs

在台灣，教育部也開始推動一些大學，組成一個開放式課程聯盟 [11]。我上去看過幾個，主要是台大科教中心有一些課程。當然還沒有到，我前面講的那些課程那麼完整。但它們也有 syllabus、教學講義、影片、可以問問題的對談、討論平台等等。也設計了考試與學習回饋的處理。台大已經加入了 Coursera。我在上面找到了，台大一個教授教統計力學的課程。

八、MOOCs 的優勢

這些網站教育的優勢，我們可以看得很清楚：內容精彩、老師講解清楚、影片與動畫展示。通常這些課程是需要相當的經費才能做的好，選的老師也都講得很好。也有群體討論或虛擬實驗等。這些討論和我們現在課堂所做的完全不一樣。我們現在也許主持二、三十個學生參加的討論。可是你上去 MOOCs 的討論組看看，比如說有一千個學生在討論，那一千個學生分布在全世界各國，所以你可以討論的對象可能非常不一樣。可能是 Yugoslavia 國家的學生，在跟 Russia 的學生參與討論。你們的觀點可能完全不一樣，由於背景不一樣，所以整個討論的激盪力是很強的。他們也可以做模擬實驗，而實驗的進度可以依照學生程度進行。在教學成效上，這是最好的了。你今天沒有時間上這門課，你下次再來看，你隨時有空的時候就去看。有時候沒聽懂，倒回去再看一次，你永遠可以做重複的學習。

還有一個很好的發展，MOOCs 網站可以從學生的反應，分析他的困難並提供補強之道。也就是用電腦程式來做 monitor，來做各種的分析來確定學生需要補救的方式。這個當然是非常重要的教育方式，因材施教，客製化的學習歷程。

另外是名校與名師的吸引力。想像一下，可能是哈佛大學久仰大名的一個教授，跟你講解一門最經典的課。就像剛剛講的，如果講師是 Feynman，這當然是非常經典的演講，那感覺是非常好的，所以你這個上課的感覺就不太一樣了。

這裡還有一個優勢。也許你會問：如果我今天有這些名校給的 *certificate*，例如你修這門量子力學，拿了全班最高分、或是多少分的 *certificate*，證明你已經通過了。而同時一千個人修這課，卻只有五十個人通過，那這個 *certificate* 是不是很有吸引力？那另外一個考慮當然是：如果你今天想轉學、轉行，你就可以用這個證明你的能力。

同時如果你能在上面學很多東西，那麼再也不需要花錢去上課，你自己就可以學了，這也表示你有自學的能力了。如此做，費用當然是比你去哈佛上課還要便宜太多了，甚至可能比你上台灣大學都還要便宜很多。

從另一角度來看，MOOCs 對老師也是充滿吸引力的。MOOCs 上的課程的影響力是無遠弗界的，而且也沒有時間限制。例如我剛剛講的 Feynman，他已經去世那麼多年了，你還是可以看他的演講，仍然是經典的演講。所以如果你是好的教授，當然願意做這個事情。因為就跟寫書一樣、寫 *paper* 一樣，你的好課程是永遠流傳的。也許某位學生上了你的課，他的兒子也願意上你的課，兒子的兒子還是上你的課。這個的吸引力是 *immortal*、不朽的。因此對好的教授、去設計特別精彩的課程，有非常大的吸引力。

九、傳統大學物理教育的挑戰

對於前面講的一些情勢，我們如何應對呢？讓我們先來看看現在的大學教育的挑戰是甚麼？

大學的主要功能，我把它簡化了，就是培育人才及知識的創造、累積與傳播。其中培育人才是知識的創造、累積與傳播的宗旨，也是最重要的目標。事實上在創造累積傳播知識的同時，也在培育人才。以上是大學教育最重要的功能。如果我們從這個方向來想的話，就會注意到，利用網路資源的教育與現在的教育方式來比，它的優勢顯然在「傳播」。「創造」當然不是它能做的事，「累積」它也有相當的功能，但是「傳播」當然是遠遠超過現在的普通的大學能做的事情。如果這樣子的話，那麼學生

為何現在要付錢來大學上課，還要點名、還要辛辛苦苦天天上課。對於學生來說的話，如果可以都在網路上學的話，那有多好！

十、大學裡的革命？

我們就要來問個問題，以上事情是不是會發生呢？

我講一個故事好了，這個故事是非常有趣的。如果你們注意到前一陣子，紐約的 *New York Times* 在 2012 年 9 月 16 號有一篇文章，講了一個故事 [12]。在 2012 年六月的時候發生的一件事情：維吉尼亞大學發生了一個大事，校長忽然被解聘，只做了兩年的校長。校長在 6 月底的時候得到通知，學校的董事會要她辭職。後來事件吵得很厲害，由於其中是有一點黑箱作業、有些不太公平，結果又把她復職。

這是一個很大的事情，怎麼可能，那麼重要的大學校長，在兩個星期中一下把她撤職，又把她復職。這個事情的發生有很多原因，大家議論紛紛。其實這裡面有一個困擾的問題，為甚麼那個董事會主席要校長辭職呢？也許有別的原因，但董事會主席自己的理由或表面的理由是說，當校長上任的時候，就跟她講過一個事情：現在這個 MOOCs，這些哈佛、MIT 和史丹佛等名校都在積極進行，而維吉尼亞大學的對策為何？我們要怎麼樣應對這個趨勢？如果你沒有辦法應對，很快我們的學生就會流失。我們的學生覺得沒有必要在 UVA 念書。我們的家長就會問：「為什麼我要每年把四萬美金給你這個大學？」，我的子女在 MOOCs 可以找到更好的教授，又不要花什麼時間。花一點錢，我的子女就可以拿到這些哈佛、MIT 的 *certificate*。你能給我什麼？

董事會主席就要校長去策畫一個對策，給了校長兩年，但校長沒有告訴主席這個對策，所以主席把校長撤職。當然這其實不太合法，因為沒有一個主席有權力去開除校長，所以最後又吵到把她復職。現在這個校長看到了對策，就是加入了 Coursera。Obviously, if you can't beat them, join them.。

當然，最大的問題就是，為甚麼董事會主席會那

麼問。對於校長來說，她當然知道事情的重要性，但是要很多的錢去參加這個 MOOCs。總之需要很多的經費，而現在 UVA 有沒有這個經費。所以她想好好的思考在有限的經費下，要做的事。這一件事情其實就可以看出來，美國大學的董事會主席（她其實是做地產出身的），都已經注意到這個問題的嚴重性。這麼嚴重，而我們在台灣的報紙上還沒看到這件事的報導。也許覺得是英文或外國大學，對我們台灣不重要。

這個事件也顯示說，我們必須了解到這個 MOOCs 來勢洶洶，對所有的大學都會造成非常嚴重衝擊的浪潮。

可是這個真的是一個革命嗎？有一個文章，哈佛的教授 Clayton Christensen 寫的，「The Innovative University: Changing the DNA of High Education.」[13]。他是說：「如果大學不改革就會被淘汰」。

特別提一下，我今天跟一些教授聊天的時候談到：幾乎大部份的大學，都在學習哈佛的模式。哈佛從一個小的 College，變成現在第一流的大學，它有一個特定的發展的模式，所有我們的大學，包括台灣的大學都在學習這同樣的模式。但如前面的文章所說，這個模式一定是走不通的，必須要做大改變的。可是，雖然現在知道這個模式是走不通的，我們台灣好像很多大學還在努力要遵循這個模式，這是一個很大的錯誤。MOOCs 是否是革命還有待觀察。可是可以確定的是，已經產生很大的衝擊，所有的學校都要思考，怎麼樣來面對？

十一、台灣的大學如何應對？

我們關心的問題是台灣的大學教育要如何應對。我的看法是：首先要增強「大學是知識創造者」的優點。其次是在知識的傳播功能上，想法利用這些豐富的資源，造成雙贏的局面。以下分別說明。

第一個是我們所講的大學的功能——知識的創造。當然如果你能增強這個優點，你的大學就有一定的功能。當你發揮了這項優點，那麼如何將這個優點導入你的教育中，就是一個很需要討論的地方。

另一個角度講，一個能開創知識的大學，更需要注意知識的累積跟傳播。

在知識的累積上，大部分是透過教授出 Paper、寫文章、出書、還有現在出 Video。在知識的傳播方面，我們要考慮的是，怎麼樣利用這豐富的網路資源？剛才我們說的那些東西（課程、網站、輔導系統、認證等）非常貴，都是花了很多經費、精力去做的，你要怎麼樣利用它？如果說你不用它，其實很可惜，因為它有那的多的投資。你怎麼樣的做法可以得到雙贏？

在這個上面，第一個要檢視的是，現在的教育有什麼優勢？那要怎麼樣把這兩個優勢融合起來，得到雙贏的成果。當然這裡面有很多的陷阱，需要我們來討論。以下是我很粗淺的看法。

十二、大學教育的優勢

理論上我們現在教育模式最大的優勢，是 (1) 互動、輔導、身教等老師和學生的關係，(2) 實作模擬和實驗模擬（這裡講的實驗模擬也包含電腦模擬），(3) 解決問題的導向與思考，(4) 同學間的互動與成長。

在大學的物理教育裡，在座各位都比我更熟悉因材施教，從學生的學習進度考量，而對不同的學生做不同的調整。這個也現在是大學比較能做的。MOOCs 做這個比較困難，因為太多學生了。可是它們有一個電腦的程序，在幫它做某些學生學習成效分析。可是那不見得能夠做得比教授的關心好。

還有，對學生而言，教授的身教更重要。教授本身在和學生的相處中，隨時能示範為人處事的道理，這個當然是對學生的影響可能更深的。此外在大學裡面，教授們也還是有著相當的個人風格。我覺得我們這些老師，現在會走入做學問、教學生的道路，跟當初我們大學的老師有相當大的關聯。

實作當然是 MOOCs 上很難做到的。它們也許有電腦模擬的實驗，但是這與真正去做還是不同，實際動手做是會帶來特別的喜悅的。

還有我覺得，學生畢業以後，用知識來解決問題

的能力才是最關鍵能力。這當然是我們在學校裡可以培養的。學生學習如何真正去解決一些重要的問題，或者是生活上的問題。這些是在網路上教育做不到的。同時 MOOCs 沒有辦法做個人化的一對一的指導（例如帶學生做專題研究），及學生的長期實作。

最後一個優勢是，同學間的互動與成長。我們都很清楚，這當然是重要的。我們都有同班同學，彼此的相處非常重要。不僅在學校要緊密互動，過了幾十年以後，還要開同學會。在這裡面，EQ 的訓練就變得非常重要。這個當然在網上教育是比較難做到，可是並不是不可能。現在的 Facebook 可以做的事情就是在互動與成長，這個的 consequence 我們還不曉得。也許社會學家會研究出來，網上互動最後會長成什麼樣子，和實體互動有多大的差別。在網上，那個團隊合作的經驗，他們也可以有一些。可是沒有當面看到的時候，可以做的事跟當面合作時是不太一樣的。同伴的養成更重要，大家一起去追一群女孩子，這個當然感覺和網上是不太一樣的。這一類的活動當然只有大學，真正的上學校時可以做得好，這個也是大學教育的優勢。

十三、如何利用學校教育與線上教育的優勢

接下來談談，如何利用彼此的優勢。

大概用很簡單的想法說，也許我們可以有三種可能的形式。

第一個形式就是：利用線上資源，來加強教學成效。

就像今天大家做的事，不只是 MOOCs 利用網上的各種資源。如果你今天要講這門課，先挑選一些影片，叫學生先看。上課以後就開始討論。也許你可以補充所挑出的影片，它缺少的深度、廣度跟實際的應用。你可以用上課的時間做這些事情，你可以不要重複的演講，你可以用這些資訊進行模擬、進行操作，你可以讓同學組成團隊，做一些 Project。教他們怎麼活用，這些同學事先看到的東西、學到的東西。

當然這種做法的優點是，很多品質很高很好的材料都已經有了，學生看影集也比較不容易昏睡。老師可以做的事情就是，設計每個單元來調整每個學生的訓練，讓他們把學到的東西真正活用。用各種的討論，啟發他們的知識。使得學生不是只是被動的學習者，而是真正的參與者，教學的參與者。

這個方法的缺點呢？首先是，資源不易整合，個人比較難找到很好的資源。當然由社群互相支援可以減少困難。台灣也有一些網站在推薦一些資源。第二個缺點是，老師的挑戰增加。這個的複雜度比過去，照一本講義講二十年的教法要困難的太多了。你必須要應對各種不同的問題。就像我剛才舉例，也許你今天講了一個課，馬上就有學生舉手說：「我聽 MIT 教授講的，跟您講的不太一樣，他講的是這樣的……，請問為什麼？」。你要怎麼回答這個問題？接下來老師的有趣（或可怕）的挑戰就要開始。這種的教學方式，就會發生很多這一類的問題。第三個更麻煩的缺點是，學生的負擔會增加，那要怎麼樣來調整學生的負擔？用這個方法學習，當然你學的比一般方法學習的深入的太多了，因為你比以前花兩倍以上的時間。學生願不願意？有沒有減輕學生負擔的方法？這都是老師要考慮的。

第二個形式就是：與 MOOCs 課程合作。

同樣的你也可以與 MOOCs 課程合作，或乾脆把 MOOCs 課程變成現在課程的主幹。就像我前面講的電磁學，學生就用那個課程上課。你只要過了這個課，拿了 certificate 就給你本校學分。你也可以把它變成選修，學校協助你通過那些課程認證，同時拿學分。當然這樣子做的話，一不小心就變成補習班了。

另外一個做法就是，你把它加入剛才我們講的第一種合作方式。在課堂上，把團隊的、模擬的、實證的、討論的、解說的各種教學技巧，加進去 MOOCs 課程，然後通過考試學生就拿到學分。這個當然就是你利用別人的資源，加強自己的課程。如此你教授時，花的時間是完全不一樣的。你不是在一直做重複的同一個演講。同一個主題，其實十個

教授有九個半都講得差不多。例如大學生上的電磁學都差不多，那就不需要再做同樣的事情。但是可以做的是，對某些特別的問題加深內容。例如，如果你們系是對生物物理特別專長的話，就可以專門用生物的例子、生物的問題來做進階探討。如此當然學的東西會比 MOOCs 上學的更多，因為有實作等等的討論。

關於國際視野方面，因為同學同樣也要上 MOOCs 的課，跟國際上的很多人做同學，跟他們相處、討論與競爭。雖然 MOOCs 的認證不是那麼容易拿到的，但是如果你參加這門課，在學校的支援下，你搞不好比較容易拿到 MOOCs 的認證。這當然有它的吸引力，一方面當然是求職比較更有競爭力，而且你的英文可能要變的好很多。同時，由學校教師挑選的課程，也比較容易掌控品質。

這種方式的缺點當然是，教師的主控性會比較少，同學要花兩倍的時間，如何抵學分等等問題。其實在此之外，還有一個面子問題。研究型大學可能又與教學型大學有不同的考慮。同時在沒有教育的加值配套情況下，你只是在幫助學生通過認證，如此你就變成補習班了。補習班最會做這個，我猜想馬上就有補習班要來從事這個，因為這個馬上就可以賺很多錢了。當然這些還有智慧財產權的問題等等。

合作第三種方式呢，就是乾脆加入 MOOCs。

就像台大一樣地加入 MOOCs。我們也可以開出很多的課程，然後我們有能力擔任地區的實作實驗、驗證中心。如果這個想法真的形成的話，MOOCs 的影響力會更大，因為現在 MOOCs 缺乏的就是這一類的能力。如果有些學校願意配合，上你 MOOCs 的這個課，然後到我這裡來做實驗。例如理論課在 MOOCs 上，相關的實驗課程在這個學校做，那我們給你認證。你可以想想它的影響力是有多大的。

另外是建立中文版的 MOOCs。當然我們已經在做了。優點是做出來的東西，全世界華人都可以看到。如果走華文的話，也許你可以開發出一個新的市場，也增加了更多華人學生的競爭力。缺點是，那誰會來參加？你做的課程，是不是真得有競爭力。如果

你沒有同時改進課堂教育的話，那你的很多學生可能就會說：我乾脆去上別的學校的 MOOCs 好了。

加入 MOOCs 也會變成一個陷阱。在平台中的競爭會非常激烈。一不小心，你的學生就會流失。所以沒有建立特色，是絕對很難生存的。你一定要有非常大的特色。你的目標跟以前可能不太一樣，最重要的目標是培育學生自我學習的能力。加強基礎科目、減少過多的必修應用科目，因為時間有限。因為如我剛才講的，每一個科目需要更多的時間，但是他們學的更深、他的基礎打得更結實，他的語文能力變的更好，最後他就自己能夠學習。

因為大量的資源都在網路，只要學生會自己學習，其實他可以進步的非常快。而培養解決實際問題的能力，在學校可以做得較好。他可以選擇很多的教授、選擇很多的問題，培養解決一系列的問題。教師從最基礎，到比較深奧的問題，帶領學生學習，怎麼用他學到的東西來解決問題，同時也培養 EQ 與合作能力。這些只有在學校比較可能達成，而在網上可能比較困難。還有，信心的培養當然也是很重要的。在網上的競爭可能也比較強一點，畢竟同學來自全世界，所以要表現突出比較困難，但克服困難後所培養出的信心也就更堅強。以上這些是我看到的比較大的好處。

十四、結論

我們已經可以清楚的看到，世界上的貧富已經是兩極化。這個是因為「地球是平的」的時代，已經來臨了。所以誰控制及運用資訊，誰就是有錢的人。

同樣我現在也看到了，如果 MOOCs 真的成功的話，誰能夠接受這些發展、學的最快，誰就在知識的路上，進步的最快。因為已經沒有限制了，沒有任何一個東西可以限制你了。你需要的只是，你自己的信心、毅力跟你的基礎能力。你可以跑的非常快，有毅力、有信心的人就會進步的非常的快。由此看來，在知識上的兩極化好像也逃不掉了。問題是，我們可以讓多少台灣學生進入上面那一段，而在後面這一段。

所以現在大學的教育一定要利用線上資源改變目標與教育的方式，而且必須要快速的創新並具備特色。如果沒有改做這些事情，你的學生可能就在兩極化比較不幸的另一邊，大學也很快就沒有學生了。以上是我很粗淺的意見，希望能夠聽到大家的指教，謝謝。



演講者

李定國
中央研究院物理研究所
E-mail: @phys.sinica.edu.tw

整理人

鄒忠毅
中國文化大學光電物理系
E-mail: cichou@faculty.pccu.edu.tw

參考資料

- [1] Richard Feynman, Quantum Mechanical View of Reality, <http://www.youtube.com/watch?v=72us6pnbEvE&list=TLuTnK0OdAwUk>。
- [2] 劉炯朗院士，《天、文學》，東海大學物理系：2013 物理人的挑戰，<http://www.youtube.com/watch?v=FwxnBgWBDbE>。
- [3] 關於 TED 的演講，請上官網 <http://www.ted.com/>。
- [4] Space Physics: The Science of Liquid Spheres in Zero Gravity | NASA, <http://www.youtube.com/watch?v=jn5KuSHguUE>。
- [5] 國立中央大學物理演示實驗, <http://demo.phy.tw/>。
- [6] Walter Lewin, 我在 MIT 燃燒物理魂, <http://www.youtube.com/watch?v=SRh75B5iotI>。
- [7] 陳秋民教授, 生活中的物理及演示, <http://www.youtube.com/watch?v=GJTvI4BoHsg>。
- [8] 關於 MOOC 的介紹請參考：
 1. 維基百科上的敘述 http://en.wikipedia.org/wiki/Massive_open_online_course，
 2. 劉怡甫, 與全球十萬人作同學：談 MOOC 現況及其發展, 評鑑雙月刊, 第 42 期, (2013) <http://epaper.heeact.edu.tw/archive/2013/03/01/5945.aspx>，
 3. 李怡志, 新一代空中大學 在家就能拿哈佛證書, 商業週刊網站, <http://www.businessweekly.com.tw/KBlogArticle.aspx?id=2993>。
- [9] 關於 edX 總裁演講的報導, 裡面有通過率的例子：<http://www.educationdive.com/news/edx-president-on-how-moocs-will-change-higher-education/127591/>
- [10] 線上課程評價網站 Knollop <http://knollop.com/>。
- [11] 台灣開放式課程聯盟 <http://www.tocwc.org.tw/index.php>。
- [12] 關於維吉尼亞大學校長下台與復職事件, New York Times 的報導：<http://www.nytimes.com/2012/09/16/magazine/teresa-sullivan-uva-ouster.html?pagewanted=all>。
- [13] Clayton M. Christensen, Henry J. Eyring, the Innovative University: Changing the DNA of Higher Education, Forum for the Future of Higher Education, Forum Futures 2012. <https://net.educause.edu/ir/library/pdf/ff1207s.pdf>