

牟中原教授演講文字稿



今天所介紹的內容前半部與奈米科技有關，後半部我們將由醫學的角度來談這個事情，首先，讓我們來看一下。奈米科技就從這個字來了解好了！這個字當然是從英文的 NANO 所翻譯過來的，NANO 這個字在科學上指的是十的負九次方米，中國大陸翻成納米，納字是佛經裡面指的很小很小，像是沙、納、塵，台灣則是翻譯成奈米，這個詞出現不是太久，大概是七八年左右的時間，你如果把它拆開來看的話，上面是一個大，下面有個小，中間兩槓，所以他所描述的世界是介在極小的那就是原子的世界，在這個 angstrom、埃這個世界，大的話就是巨觀的世界，他描述的是介在這兩個世界當中，所以這個翻譯也是頗切合的。

最早談論到奈米世界的可能性的，是一個很有名的科學家名為「費曼」，英文名字叫 Feynman，他在 1949 年，民國 49 年，也就是我進初中的那一年，那個時候還沒有人能夠想像這個世界，他做了一次公開的演講，對象是大大一學生，他就描述一個想像未來的世界，他說，我如果把一個東西一直縮小，他說如果你將一米，連續縮小一半十次，那就到達奈米，有很多很多東西以及新的現象都會出現，他那次演講的題目就是「底下的空間還大的很」這個是當初費曼所提出來的當然他是很有遠見的，事隔三十多年以後，我們才開始開發。

奈米有多小，我們現在開始用 nm 來代表奈米，Nanometer 他的縮寫 nm 十個負九次方米，這沒有什麼感覺，如果說我們講巨觀世界，譬如說一個很高的人，姚明的身高用奈米做單位的話是這麼多這麼多奈米，還是沒有什麼感覺，在奈米底下的世界，就是原子、分子的世界，譬如說水分子來講他是 0.28 個奈米一般我所講的奈米的世界大致是 100 個奈米到 3、5 個奈米，這個範疇裡面是我們所關注的世界，他比單獨一兩個原子或是小分子來的大，但是比巨觀世界要小的很多，這就是我剛剛所講的，費曼當天所演講的題目 There is plenty of room down the bottom, 1959 年，在天下文化所出的一本書，費曼的主張裡面可以看到，很久了！但今天看起來還是有種歷久彌新的感覺。

我們人類文明的發展，如果用科技文明來看的話，就是不斷的對更小更小尺寸的掌握，我們如果回去從很久以前人類的文明開始建立的話，第一個人類文明

大概來講是農業時代，大概是公元前兩千年在幼發拉底河與底格里斯河的兩河文化，那個時代人們開始發展農業，他們在肥沃的兩河流域開始定居下來種麥子。種麥子需要很多農具，鐮刀、鋤頭這些工具所需要掌握的大概就是公分的精確度。到了工業時代，人們開始發展機械，這些東西所需要的精確度大概是 mini-meter 也就是 mm，十的負三次方，接下來，經過很長的一段時間，大約是十八世紀到二十世紀，中間有著名的工業革命發生，到了 1960 年代，由於半導體物理的發現，科學家與工程師開始掌握了下一個尺寸，進入了微電子時代，他主要的就是 CMOS 的技術，今天台灣到科學園區所看到的這麼多的半導體廠，他們做的 IC 這些基本的元件 CMOS，他所掌握的精確度是十的負六次方，微米，當然到今天這個尺寸也一直在縮小，對人類的生活造成了巨大的影響，積體電路等等這些東西也一直在微小化當中，進入 21 世紀，人們開始掌握了更小的尺寸，也就是分子，由分子所組裝出來的東西，分子的大小大約是一個奈米，由分子所組裝出來的機件大概就是幾十個奈米或是幾個奈米這種層次，這就是所謂奈米的時代，如果以過去的歷史來看，我們對這個東西充滿了很大的期望，這個期望不是一兩個產品的改進，而是一個大革命，如果從大革命的觀點來看，我會說，奈米時代還早得很，他的威力根本還沒有顯現出來。

現在就開始要討論第一件事情，東西縮小後有哪些好處，很多東西你將他縮小之後它的性質會有所的改變，東西會變軟，表面/體積比增加，顏色、熔點、磁性、導電性以及催化活性都會改變，本來科學家以為他們所可以掌握的示周期表上一百零幾個元素，但事實上這一百零幾個元素裡面，大概有四五十個在地球上的含量太少了！少到根本無法使用，在自然界裡面我們也沒有什麼開採的能力。但在現在，同樣一個金屬，我拿金來講，將金變成奈米的時候，他的性質就與大塊的金有很大的不同，所以你可以去應用、探索的空間一下就增大了很多，有些東西我們利用他不同的導電性，有些東西我們利用他不同的磁性，有些東西我們則拿來做催化劑，可以開發的空間大為增加。

那我們就第一件事情來考察的話，如果我們把一件大的東西切到很小的話，就是所謂的奈米顆粒，我們拿金來說，如果由 13 顆金原子所形成的顆粒，大概表面所佔的比例為 92%，兩層的減小，三層的再減小，一直到七層還有百分之三十五在表面，這些在表面的原子就與在內部的原子化學性質有很大的不一樣，物理性質也很不一樣，到了這麼大也不過 1415 顆原子，他大概來講也不過七個奈米的大小而已，但在這中間有一件很重要的事情就是我剛才所講的，他的表面/體積比加大了很多。

表面/體積比加大了很多，第一個他的化學性質會改變，可以當成催化劑，也可加快反應，這些原理我們在國中的時候都有學到，那我就舉一個例子奈米光觸媒，剛才黃校長也有提到，這個東西在 SARS 那個時候大大的出名了一下他化

學式寫起來是 TiO_2 中文是二氧化鈦，其實這是個老東西，當然在之前我們所使用的並不是奈米等級的，是比較粗的顆粒，我們稱之為「鈦白粉」，他有很多用途，可做為顏料、紙的填充料，還有他會吸收紫外線，我們將它放在化妝品裡面時可幫助吸收紫外線，另外還可當作油漆白色的顏料，但在最近來講，我們將它變成奈米粒子後，有不一樣的化學性質出現，可以當成光觸媒還有現今很多人在發展的太陽能電池，可當作裡面吸光的材料，他是一個光電半導體，吸收光之後會產生我們所需要的電。以光觸媒來說，他是一個奈米顆粒所組成的薄膜，將他製做程薄膜塗抹於玻璃上，當汙染物稀附到表面上時，經過太陽光的照射，汙染物就會被分解，這些汙染物指的都是有機汙染物，譬如說細菌、病毒以及油脂、油垢等等…，二氧化鈦都可以把他們分解成二氧化碳以及水進入到空氣中，所以表面就變乾淨了！也有人發現說，如果在上面再加入奈米金跟銀的話，效率可以再更加的提高。這個是我在 SARS 期間所看到的一個廣告，光觸媒最早出名是因為總統府在使用，而當時全國都很恐慌，總統府當然也害怕，這個是一個補習班的廣告，當時大家都害怕到公共場所，後來我看到電影院也在做類似的廣告，那我就納悶了！光觸媒就是要有光啊！電影院黑黑的怎麼會有用呢？

接下來介紹一下奈米顆粒一般有什麼用途，奈米顆粒一般來講是以化學的方法製做出來，他會懸浮在水溶液裡面，他大致來講這裡面會有我們所需要的顆粒，表面會形成一些分子來保護他，不然他就會形成大個的粒子，這些東西我們可以在化學方面可做為催化劑、化學感應器以及奈米反應器，而在生物方面，可以做為生物標誌、藥物輸送、DNA 輸送以及生物感應，在材料方面，可以將其沉積到表面上做為薄膜，然後進一步做元件或者濾光器等等…。

剛剛有提到粒子變小後顏色會改變，這個東西叫做硒化鎘，化學家喜歡叫他量子點，因為它很小，不會沉澱，所以就像普通的溶液一樣，這是在電子顯微鏡下所看到的影像，這大概兩三個奈米，這一條一條表示他是有規則的晶體排列，這個東西他很有趣，不同的大小他有不同的顏色，且顏色非常的鮮明，從紅到藍都有，而且如果將紫外線打在他上面的話，他甚至會亮起來散發螢光，這是一個細胞，當這些量子點進入細胞後，細胞就會亮起來，這種東西他非常亮，且非常持久，所以可用做細胞的追蹤。

譬如說，這是最近的一個文獻 2004 年，他用來追蹤癌細胞的轉移，有個癌細胞他將它種上量子點，裡面含有兩種，一種是紅色的一種是藍色的，科學家將癌細胞打入白老鼠體內，再用此量子點進行追蹤，其實癌細胞本身並不可怕，但可怕的是癌細胞會轉移，有這麼一個標籤後，我們就可以跟蹤他，知道他現在的位置，就好像現在新買的汽車上面都裝置有的 GPS。

接下來我要談一下奈米金這個粒子，我們都知道大塊的金就是金色，但

事實上奈米金並不是這個顏色，他可以做為顏料，大家都知道大塊的金不具有明顯的活性，所以他可以賣很高的價錢，但當粒子到達很小的時候，他就會具有化學活性，可以催化反應，今天很多蛋白質晶片事實上是用很多奈米金製做的，還有藥物的輸送、DNA 的輸送也是使用奈米金。大塊今我們都知道他非常安定，在各個文化裡面，我們都把金當成是永恆的，就好比李安大導演他表現的非常傑出，奧斯卡就頒給了他一個小金人，世界杯四年才打一次他的獎杯也是用金所製做的，埃及的法老王像、日本的金閣寺都是用黃金所做成的，這個金閣寺的表面都是布滿了黃金，他代表了永恆，因為黃金沒有化學活性，到了現今，我們依然將金視為非常高的價值，甚至在某些高價位的化妝品中，也聲稱混入了金箔，還有日本人很喜歡做一種酒，就做金箔酒，這裡面黃黃的薄片就是金箔，還有人吃金箔飯，當然這其實並不具有什麼養分，但這就是象徵一種尊貴與永恆，我這邊不念你們看一下這篇文章，可以確定的，吃黃金一定拉黃金，這些食物內的黃金我們的肉眼可以直接看到，我們可以看到的就不是奈米金，他是大塊的金，所以不具有化學活性。

金子很重這個大家知道，大家去九份的黃金博物館可以看到，他擺了一塊黃金，任何人只要提的起來就可以將他帶走，看起來很小，但這是不可能的，他實在是太重了，我們如果把這種黃金變成奈米的話，他就會出現很多不同的性質，第一個熔點，這個是很小的，到這邊差不多十個奈米，到了這邊也差不多才 1.5 個奈米，他的熔點大概 1000°C ，到了這邊差不多已經跟大塊的金差不了多少，大塊的金的熔點大約是 1050°C ，但到了很小的時候，差不多是 1.5 個奈米，他的熔點就到了五百度。

第二件事情，顏色，這是在電子顯微鏡下所看到的一些奈米金所做成的金棒這是中正大學王崇仁教授所做的，他是中正大學化學系的再這方面的研究相當的著名，你只要調整這些金棒的平均長度與相對的寬度，這寬度大約是五個奈米，你可以得到各種不同顏色的溶液，很小很小的奈米金他是球形的，如果全部做成這種，他就可以得到這種顏色，很漂亮的紫色在歐洲的大教堂可以看到很多彩色的玻璃經過幾百年的風吹雨打，他還是一樣閃閃動人，經過科學家的研究，當時不知道是有怎樣的工藝，他裡面所含的正是奈米金，同樣的事情，他指是程序不太一樣，他就可以做出不一樣的顏色，所以他可以得到各式各樣的彩色，所以這個技術是原來就有的，我曾經看過一本中國的古書「淮南子」講的是古代的皇帝煉金，而他們當時真的是煉金，煉了這些單藥去喝，據說可以長生不老，他上面所說的湯據說是紫色的，那我才恍然大悟，或許他那個時候就有了奈米的記述了！這個是我剛才所提到不同長度的奈米金，到更長的話他會到這邊的顏色，那塊材的話，各位都知道他的應用很多，珠寶、電子、假牙、勳章等…，奈米金的話他可以做為催化劑，他可以去檢驗蛋白質等等這些用途，現在就有人利用奈米金很高的染

色效果去做成不同的產品。

那我接下來講一個與醫學比較有關的，他是做為蛋白質檢驗晶片的技術平台，他是金薄膜加上奈米金顆粒，這下面的科學稍微深了一點，我盡量講到讓各位了解，接下來我介紹台灣師範大學陳家駿教授的工作，這所發表的是在美國最頂尖的化學雜誌，我大致描述一下，就是說這個金的顆粒他外面包上醣的分子，上面有各種醣，醣是辨識細胞的工具，不同細胞他上面有不同的接收器全部都不一樣，具有專一性，這個小小的東西就是醣分子，各位如果學過化學的話他的化學結構是這個樣子，他包起來以後這個東西就具有辨識能力了！他把它應用到辨識細菌的一個鞭毛，細菌都有毛，所以他可以游泳，他想要知道細菌上的鞭毛他是屬於哪一種，沒有醣包上去的鞭毛是這一種，包上去後你就可以看到，這裡有個接收器，而且知道是哪一種，因為每種東西都只能對應到一種，雖然電子顯微鏡看不到這種東西，但是奈米金就一下幫你抓到了！你可以追蹤鞭毛上面的性質，這只是一個簡單的應用，比較複雜的話，我們可以用它來做蛋白質的檢驗，我用一個概念圖，我在一化學表面上面去種一些不相干的東西，少數上面變成這樣，就是粒子上面的醣分子我要變是這個東西的話，他就會過來吃到，形狀不對或者大小不對的話他就不吃，它具有很高的專一性，一弄到以後那你就要想辦法去偵測他，用各種化學方法去偵測，比較複雜的設計事實上是說這上面是一個抗體接一個抗原，上面是金而下面也是金，這上下會影響，而產生很強的光的性質，那你就乾脆做在一個晶片表面，晶片上面一個一個把它分開，然後每的東西上面去檢驗不同的蛋白質，你就可以做成陣列，做成陣列以後去做檢驗，像這一個就沒有檢驗到，沒有發光，這個呢！就有少量的光，這個則有好多好多，所以這是做為一個蛋白質檢驗的一個很好的工具。

大家都聽過 DNA 基因晶片，這個是做蛋白質的，蛋白質的檢驗比基因更難，基因是一個安定的東西，比較容易，蛋白質不容易，所以從基因的檢驗到蛋白質的檢驗是一個很重要的一步，那蛋白質的東西跟疾病比較直接，當身體出了什麼毛病時，跟基因是比較間接的，跟蛋白質比較有關係，那基因的檢驗的話，我們把它做成一個個小碗的陣列時，科學家就在底下這層金做上不同的修飾，掛上各種的醣分子，這邊畫的是比較簡單的，有時候是比較複雜的多醣，關於醣的話是中研院院長翁啟輝的專長，他在這方面有很大的貢獻，可以藥物開發做蛋白質，你現在看到的是金的薄膜，在顯微鏡底下所觀察的影像，你要檢驗的溶液一碗一碗的把他滴下去，然後在顯微鏡底下觀察，這個談的是金的利用，在學校教書時，跟學生說奈米金很有用，學生說我還是比較喜歡大塊的金。

現在要講的是比較醫學上的應用，他相對於細胞來講的話小了很多，一

般的細胞大約是一千個奈米，所以奈米顆粒在這張圖上的話是很小，比這個小點還小，所以他可以進去到細胞裡面，他可以透過細胞膜進去，這是一個例子，很小很小顆粒的奈米磁鐵，在電子顯微鏡底下觀察，很多的顆粒都已經進去了，他就可以利用這個所謂核磁共振顯影，現在大醫院裡面很多都有，因為他有磁性，你可以用一個機器去照相，整個影像可以看到，這是電子顯微鏡，核磁共振是照身體的，單一細胞我們用電子顯微鏡，這是一個例子，跟我合作的一位同事，他在美國華盛頓大學，他看脊椎神經受損的病人，也看腦部的，而這是腦部的，在很多病變時，有一個共同的現象，就是他的間隙特別的大，奈米顆粒就比較會聚集到那個地方，或者是利用前述醣類的技術，某些奈米粒子他會聚集過去，集中過去就可以追蹤到了！這個是一個腦的病變，這個是核磁共振的照影，看的是一個癌細胞的分布。

另外一個應用不是追蹤，而是做一個藥物的輸送，他們把有機的奈米顆粒包上這個長串的綠色也就是 DNA，這個 DNA 帶有一個自殺程式，細胞表面這個藍色的東西就是辨識器，這上面紅色的東西鑰匙，他就可以進去了！進去以後啟動自殺程式，這是一種最新治療癌症的方法，他可以辨識癌細胞。

接下來要介紹我個人做的工作，我的實驗是裡面所做的是這個，上面有很多洞，而這個洞就是二氧化矽，我把它做的這個大小大約就是幾十個奈米，他在電子顯微鏡下的圖是這個樣子，這個洞是直條形的是垂直這個平面的，這個材料叫做中孔洞材料，我把它做成奈米大小，平常這都是做很大的，但我們把它做成奈米，這很小的話就可以做很多事情，裡面的話可以放酵素，可以催化，可以放藥物或者是 DNA，又或者是螢光劑，就可以追蹤它，你也可以放核磁共振顯影劑，利用核磁共振照影去顯影，表面則可做為標靶，所以這是一個多功能的細胞便是的標靶，第一，二氧化矽是沒有生物毒性的，他細胞滲透率很高，他會保護裡面的有機試劑，平常如果做蛋白質藥物的話，他會被消化掉，如果包在這個洞裡面的話，就會被保護，所以這是一個木馬屠城記，這個就讓我想到一部電影叫做聯合縮小軍，這部電影很古老，民國 66 年福斯公司的一部科幻片，他是第一部得到兩個奧斯卡金像獎的科幻片，英文是 Fantastic voyage，翻成中文應該是驚異大奇航之類的，這個主題後來一直重拍，後來有作家就把這部電影改寫成小說，當時他們請大師 Dali 是與畢卡索其名的大師畫了一幅畫，最近我才看到倫敦的拍賣是五十八萬英鎊，那個電影裡面的故事是這樣，一個蘇聯個科學家叛逃到美國，那個科學家所掌握的技術是美國所沒有的，是可以把一個東西縮到很小，美國也有這個技術，但美國所缺少的是將東西再復原，而這位科學家所掌握的正是這項技術，但當這位科學家被美國所找到時，這位科學家被美國的 KGB 打到變成植物人，所以這時美國就派了一組醫療團隊，去治療這位科學家。

當然當時沒有這樣的技術，我現在就來說一下我剛剛這個東西是不是可以達成這樣的任務，有沒有達成我現在不敢定論，但我正朝這個方向邁進，我要組裝一個這樣的潛艇，要組裝這樣的潛艇我需要什麼，我需要裡面帶有藥物，帶的東西可以進去也可以出來，另外這個東西，我需要信號接收，這部分比較困難一點，這是個有機高分子與一個無機材料所組裝起來的一個東西，這是一個有機高分子，一頭親水，而另外一頭疏水，他在溶液裡面會自組裝，然後在加上二氧化矽的原料，他會跟他組裝，這就是他的有機物，而白的地方就是二氧化矽，這很小，大概只有幾個奈米，最後我把有機物燒掉，會形成很多洞，這是一個介面活性劑，也就是家裡所使用的清潔劑，他也可以做這個事情，這就做自組裝，這個是在電子顯微鏡下所看到的，他形成了很多很多洞，這就好像是一個潛艇裡面有很多船艙，我可以在這裡面放入藥物等，這東西不能做大，一旦做大化學反應會停不下來，如果做到公分級就沒有用了！這個東西是奈米級的，這是外觀，這就是我剛剛說的我們的潛艇。

我們也可以做另外一種潛艇，也就是為乳液式的，為乳液式的就是外面是由裡面是水，然後讓二氧化矽長在這個介面，最後就是長出這樣的一個球，這個球裡面可以放入螢光、磁鐵等就像這樣，這就是一個大通艙，剛剛前面所講的是一個個小隔艙，不過這也沒有多大，這就是幾個奈米而已，裡面可以裝東西，而這就是我們木馬，這種東西我們有各種的設計，可以設計成不同的結構，我們現在所看到的是六角型的，這大小是很規則，這個東西我們有一個很好的顯微鏡，我們可以拍立體的，所有的管道是垂直的，我們可以看到很多洞。

再來，有個限制空間效應，這船艙裡面很窄，因為很窄所以有很多化學性質都不一樣了！不過在這裡我們不多談，接下來是信號發射，我們要追蹤，我們要在裡面放入許多追蹤器，這裡面不用燒的，是用溶劑把他洗出來，順便就放上接收器，是一個取代反應，接下來這個不是奈米的，我可以把這個東西變成油油的，讓水進不去，也就是船艙設計，這邊底下是水，而這邊是甲苯，裡面用了染劑，這個紫色的染劑是碳六十，這裡面有很多洞，所以油會進去，但他不會沉下去，除非水都完全進去了！水進去他就會沉，這邊可以看到他變成這樣子了！他不會沉且由都被吸進去了！染料都跑進去了！如果下次有由漂在表面上的話，或許可以用這個把由都吸回來。

我剛剛說的這個東西，在上面放上許多小磁鐵，另外裡面再放入螢光劑，然後就餵細胞，再用螢光顯微鏡去看他，你就看他吃進去了！分布在這邊，但細胞沒辦法消化他，你就可以追蹤他，另外這是一個核磁共振器，放在一隻老鼠表皮下面，這樣我就可追蹤這個細胞，這是一個癌細胞，你照螢

光就可以看到螢光出來，然後我一家磁鐵的話就可以把這些吸到邊上，所以我是可以分離細胞的用磁鐵去操縱他。

我把剛剛這個材料打在小老鼠的尾巴上，從尾巴這邊靜脈注射活體，然後用核磁共振顯影去追蹤他，可以看到這是肝臟，此圖為注射前，這是注射五分鐘後，五分鐘後明顯就變暗掉了！表示這奈米粒子的確到了這裡我可以去追蹤，然後三十分鐘、六十分鐘、九十分鐘、一百二十分鐘，一百二十分鐘後還在那裡，所以我們可以做長期的追蹤，其他器官也是可以這樣追蹤，譬如說這個地方是看腎臟，這是注射之前，五分鐘之後全部黑掉，由白變黑，就表示他到那裏了！三十分鐘、六十分鐘、九十分鐘，到了一百二十分鐘差不多回到原來的情況，表示腎臟回復的比較快，他經過那邊大概就待兩個鐘頭，但是在肝臟他的停留時間比較多。

另外，接著要說的是標靶，我們可以做影像追蹤，但標靶呢！就要作細胞辨識，我帶這個東西之後，能夠辨識特定的細胞，這個標靶是這樣的，現在外面要作化學修飾，外面這個叫做硫醇基，表面變這個東西，裡面的東西不挖掉，然後表面變成這個硫醇基之後，再去把它挖出來，外面再開始接上抗體，抗體原本就是用來辨識不同的細胞，不同的抗體可以辨識不同的細胞，這個木馬的表面帶了一堆辨識器，這個辨識器他可以辨識癌細胞，他表面具有這個 HER-2 細胞表面的蛋白質分子，這兩種各代表不同的細胞，這是正常細胞，這是癌細胞，但他都沒有這個，這個下去就有，我剛剛提的這個，他裡面都帶有螢光分子，綠色的螢光，這個是一個乳癌細胞，特定的乳癌細胞，他帶有這個 HER-2，你看，一個鐘頭、六個鐘頭、十二個鐘頭，這時候看到一大堆，就是說，如果這個細胞不吃他不能辨識，這個辨識他吃進去，這個木馬他就正確定攻進了正確的目標。

接下來，攻進去後就要開始打擊了！也就是標靶藥物，電影裡面就是潛艇裡面這些人出來修補或殺死這些細胞，我們舉一個例子，叫做光動力治療法，也就是，裡面給它塞一個分子，這個分子長成是這個樣子，這個分子其實跟葉綠素裡面的環狀構造很像，這個東西會吸光也會發光，他所發的是紅光，所以你可以去追蹤，但是如果給他照的是藍光的話，他會把正常的氧，變成這種樣，這種樣子是單重態，這是一個氧分子的激發態，這個激發態是有毒性的，他會殺死細胞，所以這個時候外面需要照射這個光，所以我們稱之為光動力治療法，之後我們去偵測，且有偵測到這個訊號，表示有這個東西跑出來，成像，這是一個細胞，細胞膜被染成綠色的，而這是細胞核，這邊看到一堆紅的表示這個東西是有進入的，這個紅的是這個東西所發出來的，就是這個分子我們把它放在這裡，他會發紅光，然後呢！我們就給它塞癌細胞，這代表著不同的劑量，而這是照光的時間從零分鐘到八分鐘，而這

個縱座標就代表細胞的存活率，如果沒有放這個東西，只是把癌細胞照光的話，光是殺不死他的，這個光不是紫外線沒有辦法殺死他，所以它的存活率是100%，給他不同的劑量他就開始被殺掉，而這個最高劑量差不多兩分鐘就死了三分之二了！四分鐘之後大部分都死光了！剛剛說過，這個東西是可以辨識的，專門抵達癌細胞，然後再用這個方法放入藥物，讓他被殺死，所以這的確是一個木馬屠城記，當然呢！將來可以輸送的東西就很多了！現在發展藥物很大的一個問題就是水溶液，這些所發展的藥物不溶於水，他們沒有辦法，所以我們發展這個載具，可以運送這些不溶與水的藥物，這是一種SOD的酵素，又或者是DNA以及藥物的前趨物，這些都是我們陸續發展的策略，電影到最後要出來，故事內美國人還沒有這個技術，所以最後是很緊張的，在很緊急的情況下由眼淚脫離了人體，所以我們需要一個出口，一個東西是人造物，我們還是需要考慮它應該要怎麼出來，一直停留在生物體內是有危險的，所以這是我們最後要考慮的問題，這是一個追蹤器，我給他發一個接近紅外線的紅光，紅光穿透力很高，它可以穿透較深的皮膚，所以我們可以追蹤它在哪裡，這個是一個老鼠，我們將他打進老鼠的體內，只是把表皮夾開，他活生生的還在呼吸，這個位置是肝，剛剛講過，打完以後它會全身循環，最後停留的部位是肝，到了肝以後，又發現他脫離肝了！這就是膽道，接下來到十二指腸，所以他是由肝到膽到十二指腸到大腸然後到糞便出來，所以他是有一條路可以出來的，這個東西顆粒雖然小，但他沒有辦法從尿液出來，所以這對我們的發展是有利的，他是有一條路可以出來的，不是那麼的危險的，最後未來的夢想，未來有一天，我是不是可以送進一個奈米工廠，在裡面組裝以後再釋放出來，工廠有個好處，所帶進去的原料的是沒有毒的，到最後組裝出來，那個才是武器，就好像我到一個國家，你檢查我行李都是安全的，最後組裝起來的才是武器，這是科學家的一個夢想，不過還沒有實現。

我大致介紹到這裡，我必須強調一件事，我今天所講的這些東西都還是在實驗室裡，最多只是到動物試驗，還沒有到人體試驗，人體試驗國家一定要非常嚴密的監控，除了前面所說到的那些檢驗，所以我今天所講的都是研發的平台，他賦予我們一個窗口，去了解未來的世界，如果造這樣發展下去，我預計大概十幾年後，可以發展一種有標靶性的，能夠攻擊特定細胞的藥物的平台，能夠去追蹤、檢驗，除了這些以外，對生物學也是蠻有用的，對生物學來說這是一個平台，去研究細胞裡面到底在做什麼事，如果生物學可以到達這個地步，那就比傳統的生物學看到的更多，這個東西是非常跨領域的研究，那最後我花一點時間，告訴各位跨領域研究所遇到的問題，我是一個學化學的人，其實對醫學與生物學根本就不懂，是到開始做這些研究之後才開始接觸的，不過這都沒關係，這都可以學，也都可以去請教人，也都可以去跟人家合作，那在這裡的話我靠的是基礎科學，所靠的能力是化學的能

力，但是做到最後醫學的人、生物學的人很願意跟我合作，因為我提出一個方法去解決他們的問題，是他們想像都想像不到的東西，如果你依循傳統的路去當一個普通的醫生，雖然人人稱羨，但你做不了這樣的東西，所以他不是從一個傳統醫學的手段去發展的，這樣的東西在全世界才剛剛開始，我預料他出現革命性的東西還在很久以後，我們現在所做的是一個先趨的動作，我們應該要注意各領域現存尚未解決的問題，通常那個領域沒有解決的問題，就是那個領域的手段沒有辦法解決出來，他要是沒有辦法解決他早就做了！所以一定要有特殊的手段去解決其他的領域所不能解決的問題，當然這就需要跳脫傳統的思維，不要認為你學什麼就只能做什麼，一定要跳脫這個思維，我今天所講的這個聯合縮小軍的這個故事，就是賦予你一個很好的想像力，最好的研究就是你的想像力非常的充足去推動你，而不是說去造著別人的方法去做，當然要有很多人的合作，而最後的功勞也一定要共享，這是人



很重要的一個關係，人的關係一定要注意到，他的脾氣、他的反應等等都要注意到，不然鬧的不愉快的話就什麼都做不下去了！長期合作並不是件容易的事，除非要有宏觀的視野，那我今天在這邊所提供的只能說是一個視野，不是一個已經發展完全的東西，那我今天的演講就到此結束，謝謝各位！