

第六場 淺談磁學—無所不在的磁與人的關係 (2006年3月5日(日))

主講人 國立清華大學-材料系 金重勳 教授

小記者 四機二乙 陳伽達(Y達達...)、饒翔進(Y肥) 訪問整理

「沒有磁，就沒有現在文明科技」— 金重勳 教授

金重勳教授是從1975年進入工業技術研究院的金屬工業研究所，加入新材料開發的領域，當時金教授專注於磁性材料的研究，從民國64年到現在，歷經了30年之久。金教授對於磁性非常感興趣，『磁性材料剛開始接觸時難以弄懂，不像電流只要經過測量，數據就很容易理解，但是磁性只有磁力線，無法具體描述他的形貌，所以覺得這值得深入去研究，而且磁與電這兩者是共生，有電場才會有磁場，經過適當的導體切割就有磁場，我博士論文也是以磁性材料為主，所以在磁性的領域一路耕耘，磁性材料的研究是很有挑戰性，與一般材料最大的不同是只有成功或失敗兩種答案，磁性材料在各方面都要求很高，非常有挑戰性。所以從過去就對磁學如此著迷。』金教授說道。

當小記者問到金教授從小到大的求學過程中是否遇過什麼挫折跟難題，金教授說道：他一路走來，雖然在高中以前一直讀得很辛苦，但他跟一般人比起來，求學過程算是非常幸運的，高中時就讀新竹高級中學，遇到一位強調全能教育的校長，所以在各方面都有所兼顧。金重勳教授表示，他從高一到高三都要跑後山，所以到現在他雖已經60歲了，體力都還可以爬山。這些都是當年訓練打下來的基礎，而在這基礎之上，加上努力讀書，順利考上成功大學，雖然他成績不是很突出，但是能把課本所學的知識按照自己的方式有條理的整理出規律的系統，直到現在做研究也非常有幫助，他在求學過程中，也沒想過會進入磁的領域，之所以會選擇磁學領域是當時台灣研究很少，也是剛開始做沒多久，覺得有義務要挑戰發展，教授希望藉著一己之力能夠落實磁學的應用。

小記者好奇的問到：「你獲得了那麼多屆的國科會傑出獎，要獲得這傑出獎，需要什麼資格嗎？」

金教授指出傑出獎是由教授以及中研院的研究員做了國科會的計畫，經由國科會的評審機制去由這些作計畫的教授中去評審。而基本上是沒有一把固定的尺來量，而是從教授與教授之間互相的評比，用一種同輩評比的方式來評比。而且在能拿到傑出獎的比例應該也只有4%。也就是在100位教授之中，能拿到傑出獎的只有4位，所以說是非常困難。

當小記者問金重勳教授在紓解壓力、放鬆心情方面有沒有獨特方法。金重勳

教授表示，個人而言只要一懶散，整個人就會非常地懶散，所以他不斷地在警惕自己。教授告訴小記者，他最喜歡做的事就是看小說(如：金庸)、看電影、聽音樂以及慢跑。但，每當他做完這些事，整個人就會變得很懶骨頭，往往要醞釀一段時間後才能重新回到工作崗位上，**所以金重勳教授通常是不給自己放假的。**『**當我覺得我磁性材料做的很辛苦時，就會去換個題目，去挑戰另一種新奇的領域，忘掉磁性的研究，對於新的領域就會產生興趣，便不會感覺有壓力的存在。**』金教授說。平常教授都會去走走路跟慢跑，但由於教授年紀大了，膝蓋方面比較不好，所以他現在比較不敢慢跑，怕傷到膝蓋。金重勳教授提到，真正能夠讓他放鬆的，就是在一年當中找個幾天，把所有的工作全部停止不做，然後跑去看他最喜歡的金庸小說，由於他一看就會昏天黑地的，所以就能忘掉所有煩惱了。

小記者問金重勳教授當磁力完全消失會發生什麼問題？金教授答道：磁到現在還沒真正被科學家所了解，我們現在所了解都只是巨觀的磁。基本上磁跟電是共存的，即使是微小到原子也有磁產生，也是因為他外面的自由電子，其實從原子開始，他本身就具有磁，我之所以會選擇這個題目，就是想要澄清一般的人對於磁的觀念。任何一種東西都是屬於某一種磁性，包括我們人體也是一種磁性動物，有的動物就有非常強的感磁能力，如鴿子、蜜蜂以及各種奇特的動物，對於磁跟磁力線，都有一種特別的感覺。磁的起源真正講起來其實是原子跟分子裡面的電子運動，裡面的一種特殊的不對稱的現象。好比原子他的電子的排列，他是遵循著一定的八偶體的電子排列，1s、2s、2p...一直到3d時，3d的已經是過渡金屬了。照道理每一階軌域排列最多不能超過兩個電子，排完以後這兩個電子必須是一個是自旋向上，一個要是自旋向下，大部分都是對稱且互相抵消。但是磁性是很特別，在3d的原子的電子有不對稱的排列，所以可以能夠變成強磁性；如果電子跟電子互相排列、抵銷，每一個單一軌域都能容納兩個電子，這時候他的磁性就抵銷，完全抵消的時候，那磁性就變成一個反磁性；為什麼反磁？因為按照冷次定律，電子沒有完全飽和，軌道的旋轉也產生磁區，每一個原子具有磁性，大部分原子加合起來磁性並不大，原子會順磁性有點磁化，原子跟原子之間會有一種電子互相交換現象；所謂的電子交換的作用並不是只有磁性才有，只要彼此接近距離這個交換的作用就會產生，例如氫原子：兩個氫原子靠近他們的電子就會互相交換，我原子中有你，你原子中有我，因為交換使氫原子結合在一起成為氫分子，這種交換是很緊密的將兩個氫原子拉的很靠近，電子頻率非常高，大約 10^{-22} ，絕大部分的分子，他們的電子都是這樣交換，原子排列成一大堆，電子在原子之間游走，這叫做雲游電子。基本上無法將磁帶著到處游走。強磁因某種原因交換，他排列的距離，讓他電子之間的交換律不是一般的交換，而變成正的交換，造成磁的方向排列都排成同一方向，這種原子就很少，只有鐵、鈷、鎳。就元素來講，化合物及核心就很多，但是就元素來講就不多，當然有一些元素到低溫的時候也會有正交換，但是絕大部分都是，這樣就會產生很奇怪的問題，例如鐵、鈷、鎳他們都是強磁性，那麼他們原子跟原子之間磁的方向都一樣，但是我

們發現他們卻沒有磁性，這個問題苦惱了科學家很久，到了1912年，科學家在研究，他們就提出一個很大膽的假說，鐵原子之間，會自己產生正的交換，產生磁場，他們彼此會互相影響產生磁性，這樣就給自己找了很大的麻煩，但一般的鐵並沒有磁性，所以就產生了第二個假說，這在科學上最好的一個演譯法的例子。**你還沒有看到，但卻可以提出另一個完美的假說，假說錯了就是胡說八道，對了就非常了不起。**他認為我們看這些材料，其內部並不單純，他劃成許多區域，每一個區域方向的一致，但是區域跟區域的方向就不一致，整體來看這億萬個區域就將磁場混亂，彼此互相抵消，合力為零。所以磁是多麼迷人。而電子的磁是怎麼來，是一種繞著軌道旋轉和自轉，整個看起來磁是依附著電子而生，所以磁的起源看起來很簡單，其實不是這樣，如果我們將磁一直分割下去，一樣會產生N跟S的磁極，可是他們總合加起來，磁性卻會互相抵消，這是我們從巨觀來看。但是我們從量子的角度來分析，他們的磁不一定有N或S，他們再計算原子核結構的時候，發現有一種東西叫磁單極，就是單一的N或是單一的S，其實N跟S是對等的，磁單極按照他們的理論去計算，他的質量非常的大，可是體積非常的小。因為他質量大在太空中長途旅行的時候，他一樣會受到磁場的影響，但是他本身能量很高，他會穿越所有的物質，這是理論算出來的，原子核裡面缺少這個東西。有些科學家設法捕捉磁單極，但是卻沒有捕捉到。

小記者好奇的問：『磁單極是存在於原子裡面的嗎？』金教授答道：『理論上是原子核爆炸，磁單極存在的一種形式。』

很多人生病都會到醫院做核磁共振，為什麼叫核磁共振，因為人體百分之七十是水，每個組織都有水，水的原子核就是磁極，水是由氫原子構成，他有一定的震盪頻率，所以我們人送到MRI的機器裡面，MRI是一種高磁極的微波，來照射我們身體各個部位，來去取得那個位置的核磁共振，所以只要把骨折的手伸進去，就能照出他是否有問題。當然手骨折比較簡單，只要去照X光、超音波，如果都沒辦法，才做核磁共振。特別是在身體深層內部，就是靠那一部分的水位的原子核產生磁，跟外界的高頻磁極產生互相作用所造成的影響，來分辨正常與異常狀態的差別。回到剛剛的問題，如果磁力消失的話，當然這是幾乎不太可能的事，因為任何星球多半會有一個硬殼，按照現有的理論，都是由大爆炸所形成的。大爆炸當初產生的能量非常的高，產生相當多的氣體，之後氣體互相的凝縮，就形成一個個的星球，在凝縮的過程中就會產生高溫。因為大爆炸多半會產生離心力，重的物質會沉澱在中心。地球如果沒有磁性，你就沒有磁場定位的方向，然而你對於宇宙的射線就不會有偏折作用，像有一些帶電荷的物質來到地球，就會受地球磁場的影響而產生偏折；更不用說很多動物都是靠著地球的磁場。很多的動物在演化的過程中，他們都是競爭搶鐵；像我們人也需要鐵，如果鐵不夠，紅血球造血就有困難；因為鐵就是紅血球的核心，所以幾乎所有動物在早期演化過程中都在搶鐵，只要搶到鐵他就能活下去；所以在演化過程中就產生很多的鐵蛋白，靠著鐵蛋白去搶鐵，鐵就能沉澱出氧化鐵。最明顯的例子就是鴿子、魚還有

人體腦在解剖時在太陽穴附近也會發現氧化鐵。所以地球磁場是一個很厲害的現象。當然地磁並不是一成不變，因為地心是岩漿組成。有一些貝殼類的生物，他的牙齒跟我們的組織不一樣，牙齒的成分就是四氧化三鐵。而我們的牙齒是磷酸鈣。所以磁經過我簡單的介紹，事實上是非常有趣的。

小記者懵懵懂懂的問：「為什麼磁鐵有N和S及呢？」據教授表示，這整個都必須回歸到電子跟質子，電子在自轉時都會產生磁極，一定要有N和S才會照成磁矩，N和S是想像出來的，就跟磁力線一樣無法看見。他在空間分布時，你無法感覺到他。像電流一定要流過導體，可是磁力線不用，從太空就這樣飄過來，飄過去，所以磁-無所不在的。

假設現在有一種藥，靠某種方式可以將藥直接送到病變處，不需要經過消化道。例如注射，經由血液輸送到病變處慢慢累積，大概需要四個小時，他可以發揮他的效果。同樣是注射，可是他裡面有包含磁性的藥物，這時靠著磁場的引導，可能只需要半小時。所以藥物都集中到病變部位，所以可以使藥劑需求量減少，因為他已經被指定到病變的部位了。

小記者這時又問了：「磁對人的影響到底有多大？」金教授表示：如果沒有磁就不會產生電，沒有電就沒有現在的文明。電是由磁產生，火力發電不是從火來的嗎？火只是其中動力，任何的發電都必須要有旋轉動作。原子爐是由原子產生熱，熱加溫成水蒸氣而去推動渦輪，渦輪上有很多繞線，繞線不管是交流或直流，假如是直流電極，就將磁鐵放在外面。你的繞線組放在外面或裡面，所以磁和電要互相切割，這樣才會產生電流。如果你沒有磁場什麼動不了，事實上他是磁場跟磁場互相的推動，所以發電機和馬達是互相對應關係。任何發電機都可能做成馬達，所以沒有磁就可以說是沒有今日的文明，因為所有的演化都受到地磁的影響。

由於金重勳教授曾經是清華大學磁浮列車計劃主持人，所以小記者就問到：『為什麼磁浮列車可以跑得那麼快，又那麼穩定，還不會脫軌？』金教授答道：磁浮列車是利用自動化來控制電流然後產生磁，清華大學之所以能夠發展很好的技術，其背後還要有很好的工程配合。磁浮列車之所以能在高速下還能保持穩定是因為每一分、每一秒都在控制磁浮列車的間隙，上海德國製的磁浮列車是利用相吸原理，列車包覆軌道而且間隙只有短短的1cm，所以能夠在高速的情況下穩定車身。而日本超導體的磁浮列車則是利用相斥原理，所以他讓人感覺是向下沉的。

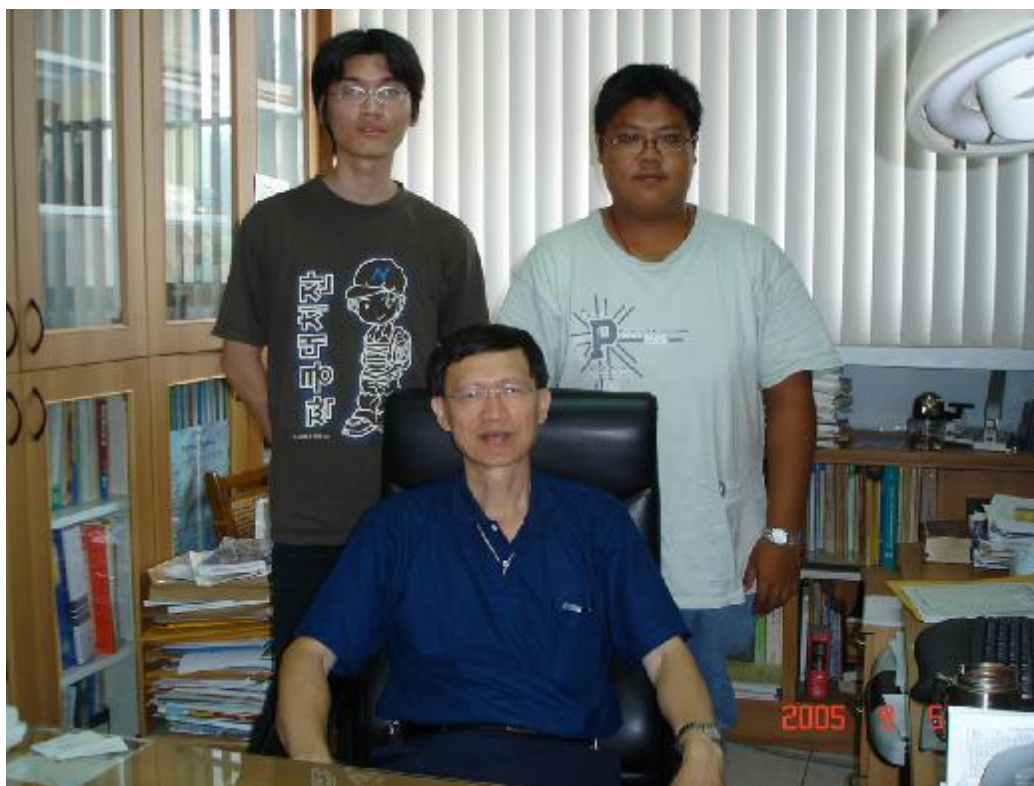
而小記者一直很想在台灣看到磁浮列車，所以不禁向教授提問到：『製造磁浮列車軌道的成本高不高？』教授答到：『軌道的成本相當相當的高，不是一般人所付得起的。磁浮的軌道構造非常的複雜，需要電力，要產生超導體的磁場

也要電力。用三向電力『UVW』，產生讓車子前進的隱形波，是做在軌道上的。磁浮列車基本上，並沒有像一般高速列車要有高壓電塔，其電力就靠著軌道兩邊的八字型的電源，就可以讓車子跑到一百公里上的速度，當然，磁浮列車的電源也可從外面傳輸進來的。』

最後，金重勳教授鼓勵年輕人，對於創意和興趣要自我培養，不管你從事什麼研究，都必須要有所創意，並且時常保持挑戰心，因為**真正的現實世界並沒有標準答案，大部分的答案都是隨著時代的變遷**。而現今年輕人無法擺脫尋求標準答案的心態，即使是我的理論也有可能是錯誤，因為我學習是經過我過去的經驗的標準，在我演講時可能又有新的事物，由於很多可能還是不正確，但是能作一個參考，所以年輕人要保持求知心與挑戰心，不要去依賴標準答案，全世界沒有絕對的正確標準，牛頓的力學也被修訂，愛因斯坦的力學開始也有人在挑戰，「真理就是相信未來能找到新的真理」，能夠超越現在理論，假使不去學習新的事物，只能停留在過去標準答案，這是無法超越自我，所以這是現在年輕人所需要突破的考驗。



金重勳教授



金重勳教授與小記者合照