

本系列介紹一些有趣的科技大發現與發明故事，這些靈機一動的突破思維常帶來創新的工具、方法、理論等，也促進了人類的福祉。

# 卡門的發明經驗—— 從失敗中求成功

■ 林天送

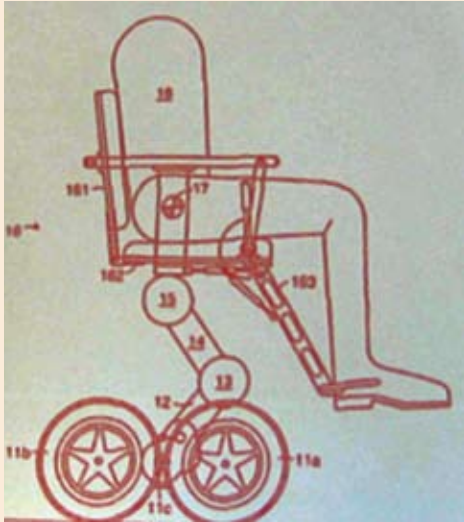
每一個新嘗試都可能失敗，  
但每次失敗都可以學習到新的教訓，  
一個成功的發明是經過無數的失敗與挫折才達成的。

愛迪生是位偉大的發明家，他那不屈不撓尋找答案的精神令人感佩。例如爲了選擇電燈泡的燈絲材料，他試驗了一千多種才找到碳絲，他卻說：「我沒有失敗過，在實驗過程中，我知道了有一千多種材料不適合做爲燈絲。」不遑多讓，帝恩·卡門（Dean L. Kamen）擁有四百多項發明專利，有人稱他是現代的愛迪生。

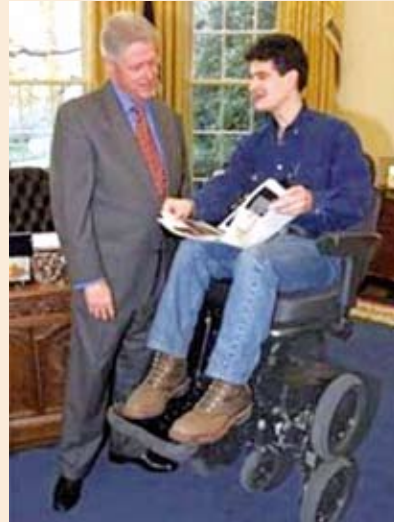
## 小百科

卡門在1951年出生於紐約州，從小就喜歡發明，無師自通，並學會一些電子遙控的技術。讀高中時就成立了一家小公司販售電子遙控產品，後進入麻薩諸塞州的伍斯特理工學院（Worcester Polytechnic Institute）修讀物理與機械的課程。念完大一時，由於公司每年已有6萬美元的盈利，於是在大二那年就退學專心於發明的工作。

他最出名的發明是iBot（一種可上下階梯的電動輪椅）、可隨身攜帶的胰島素泵、手提式的洗腎機器、可精緻微調的義肢「盧克手臂」（Luke Arm）、賽格威（Segway）電動雙輪車等。



iBot的設計圖



給柯林頓總統做iBot示範（2008年白宮）。



可上下階梯的電動輪椅。

## 靈機一動

有一天，卡門看到一位坐輪椅的殘障朋友在街道上爲了跨過人行道邊一個5英寸高的台階，折騰了半天，難過之餘他就思考解決的辦法。於是他開始設計一個可以上下階梯的電動輪椅，經過數次的嘗試與失敗，10年後終於推出iBot產品。2000年美國柯林頓總統頒給他國家科技獎章時，卡門還示範操作iBot給柯林頓看。

又有一次，他看到一位朋友從伊拉克戰場回來但失去了手臂，雖然套上義肢，還是很難做如拿杯子或寫字等細膩的動作。於是他與工程師花了好幾年的時間設計，利用腦神經來控制微調各種機械的動作，使義肢能聽從腦的指揮，行爲如同真正的肢體，這發明就是「盧克手臂」。這項研究成果斐然，也獲得了美國國防研究基金會的贊助。

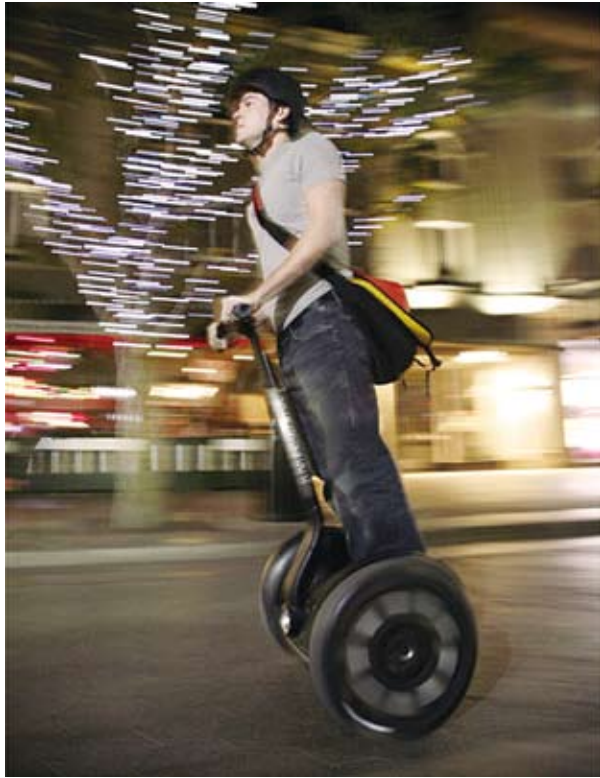
## 第一個發明

卡門的第一個發明是微量藥物的釋放。起因

是：他的哥哥是哈佛大學醫學院的實習醫師，負責嬰兒部門，有一天哥哥向弟弟求助說：「嬰兒服用的藥物劑量都非常小，而且必須定時給藥，但有些藥物毒性頗大，如果過量會有致命的危險，你能幫忙解決嗎？」

那時微處理器剛上市，卡門就以微處理器來控制馬達及注射的藥物劑量，經過幾次的嘗試與失敗，終於完成一部示範儀器，可以定時釋放定量的藥劑。臨床實驗的結果相當理想，主任醫師也很滿意，並把結果發表在《新英格蘭醫學學刊》上。幾個月後，卡門的公司就接到大批訂購單。後來他的哥哥又建議他製造一個可隨身攜帶的胰島素泵，並能定時定量地供給胰島素，改善糖尿病患者的生活品質。

1979年，卡門把公司遷移到新罕布什爾州，並命名爲DEKA公司。他仍然致力於發展新科技，希望能改善民衆的生活。如又發明了一個水處理系統，可以把受汙染的水變乾淨，而不需消耗太多能



賽格威式輕便車

源。這項發明造福了貧窮地區的人民，使他們可以有乾淨的水喝。卡門把這項創新研究免費提供給窮人使用，因而獲得了2006年聯合國的全球人權獎。

### 從失敗中求成功

卡門是位成功的發明家，也極為富有，但



賽格威式個人汽車

仔細探究他的發明歷程，會發現每樣發明背後都經歷了許多次的失敗與挫折。他說每一個新的嘗試都可能失敗，但每次失敗都可以學習到新的教訓，一個成功的發明是經過無數次的失敗與挫折才達成的。

以下是Segway的發明經過。卡門原先規劃的產品是電動輪椅，這被列為公司的「標的」(target)計畫，公司的工程師們得時時思考，但過了2年仍無結果。有一天他在洗澡時，不小心幾乎滑倒，幸好捉住旁邊的扶手才沒有四腳朝天，這給了他一個靈感—保持平衡是這個電動輪椅設計的關鍵。

於是他用微處理器來控制馬達的速度與方向，用陀螺儀來保持輪椅的平衡，雖然如此，成品仍然很難操作。後來利用感應器是一個重要關鍵，因為感應器能隨時告訴微處理器去調節馬達的速度、左右前後的方向，以及保持陀螺儀的平衡。微處理器、陀螺儀、感應器都是市面上現成的零件，如何配置卻是個問題，尤其早期的陀螺儀是用來穩定船舶與飛機的，體積龐大且笨重。

經過5年的努力，終於完成一個原始模型，但它重達3百磅，他們的目標又變成如何減輕重量。到1998年微小的電子陀螺儀上市後，原型機的重量就降到2百磅了。電源是另一個問題，機器必須使用永固耐用的電池，但為預防萬一，仍必須有一個備份電池。經過了整整10年，卡門才推出理想的iBot產品；目前他已把發明權利簽發



卡門上電台主持「科技與發明」節目。

給美國的強生—強生（Johnson—Johnson）公司。

藉由iBot的研發經驗，卡門繼續研發其他衍生產品，Segway電動雙輪騎車的開發就是一例。Segway也是利用馬達和陀螺儀來保持平衡，以電池做電源，但這並不很經濟。卡門就進一步研究史特林引擎（Stirling engine），因為史特林引擎構造簡單且耗油量也低。當然研發過程中，仍有許多細節必須考慮，如裝在手把上的速度與方向控制器很難操作也不容易學習，卡門又花了10年時間才推出理想的Segway。

美國通用汽車公司看好它既省油又可避免塞車，尤其是在短距離交通上的使用，因此於2009年與DEKA公司簽約要大量生產賽格威式汽車（Segway vehicle）。

## 提高年輕人的科技興趣

雖然卡門是位成功的發明家，但他覺得目前很多年輕人都在追逐致富的捷徑，如成為NBA球星就可以有幾百萬元的年薪，但那是切不實際的，因為成功率少於幾百萬分之一。他要說服年輕人去改變世界，因此鼓勵學生去學科學或工程。1986年，他成立一個科學營叫做SEE（Science Enrichment Encounter）互動學習中心，讓學生有機會接觸最新的科技。

1989年，他又成立一個FIRST（For Inspiration and Recognition of Science and Technology，激勵及認識科學與技術）的組織，鼓勵學生學習科技與工

程。這組織每年舉辦全國性的機械人比賽，激勵參賽的青少年創造複雜的機械人，並從創造與實驗中求進步。

2002年，卡門榮獲Lemelson-MIT發明獎，獎金50萬美元，他全部捐獻給FIRST，可見他對這個計畫有很高的期待。

## 掌聲回響

卡門雖然沒有念完大學，但他得到好幾個榮譽博士學位，如凱特林大學（Kettering University, 2001），喬治亞理工學院（Georgia Institute of Technology, 2008），伊利諾理工學院（Illinois Institute of Technology, 2008）和普萊茅斯州立大學（Plymouth State University, 2008）。1977年，卡門被選為國家工程學院院士，1999年得到Heinz 科技經濟獎，2005年更入選國家發明家名人堂。

最近他在地球綠色（Planet Green）電台主持「科技與發明」節目，以他獨特發明家的感受與觀念闡述科技與生活的關聯，頗受大眾歡迎。卡門是美國很有成就的發明家之一，而且不惜出錢、時間、資源去教育大眾，還成立SEE和FIRST計畫推動鼓勵、培養下一代的科技人才，真是難能可貴。

林天送

美國華盛頓大學（聖路易市）化學系

## 深度閱讀資料

Brown, D.E. (2003) *Inventing modern America: from the microwave to the mouse*, pp. 24-29. MIT Press, Cambridge, MA.

Schwartz, E.I. (2004) *Juice : The Creative Fuel that Drives World-Class Inventors, Embracing Failure*, Ch. 9, Harvard Business School Press, Boston, MA.