一顆科技巨星的隕落（上）—英特爾的興起

賴昭正

前清大化學系教授、系主任、所長，IBM 研究顧問化學家；合創科學月刊

我當時負責管理一條用於生產記憶體晶片的裝配線。
我認為微處理器是個非常大的麻煩。

-Andrew Grove
（英特爾首席執行官）

蕭克利（William Shockley Jr.）1910 年 2 月 13 日出生於英國倫敦，父母是美國人，1913 年返回美國，在加州帕洛阿爾托（Palo Alto）接受教育，1932 年加州理工學院畢業，1936 年取得麻省理工學院物理學博士學位後，到貝爾電話實驗室工作。第二次世界大戰爆發後，研究中斷，1942 年 5 月離職，擔任哥倫比亞大學雷達研究、反潛戰作戰小組的研究主任。1945 年戰爭結束後不久，回到貝爾電話實驗室與化學家摩根（Stanley Morgan）領導新成立的固態物理小組； 1956 年與同事巴丁（John Bardeen）和布拉頓（Walter Brattain）因「在半導體和電晶體效應方面的工作」而榮獲諾貝爾物理學獎。1954 年蕭克利離開貝爾實驗室，到加州理工學院任國防部武器系統評估小組副主任兼研究主任。因想嘗試將新型電晶體設計商業化，於 1956 年回到故鄉附近的山景城（Mountain View），在 Beckman Instruments, Inc.的資助下，建立了自己的公司「蕭克利半導體實驗室」（Shockley Semiconductor Laboratory），專注於開發矽基半導體裝置。

蕭克利半導體公司舊址
(Wikimedia)

「蕭克利半導體實驗室」為現在被稱為「矽谷」（Silicon Valley）的第一家致力於開發半導體裝置的高科技公司。蕭克利跑遍全美國招募了許多優秀員工，但因其傲慢；粗魯、專制、不穩定的管理、和研究方向不同而造成許多人才不久便紛紛離開，在附近創立新公司，將原本主要產業為種植李子、到處都是杏樹和櫻桃樹果園的舊金山灣區南部發展成為今天全世界科技中心的「矽谷」。在後來被稱為「叛徒八人」（traitorous eight）於 1957 年辭職後，「蕭克利半導體公司」就再也沒有從中恢復過來；在幾次轉賣後，終於在 1969 年壽終正寢。幾經曲折，當初引發半導體革命的建築物現在已經完全消失，為新建築及一些紀念蕭克利對矽谷開端所做之貢獻的噴泉、雕塑和幾塊牌匾等取代。

蕭克利雖然被《時代》雜誌評為「本世紀最重要的科學家之一」，但創業的目的完全失敗，只能眼睜睜地看著財富和權力落入他人手中。1963-1974 年蕭克利擔任史丹佛大

學電機工程教授；在生命的最後二十年裡，他力倡種族主義和優生學，毀了其名譽；除了忠實的第二任妻子之外，他與大多數朋友和家人都疏遠了，非常孤獨。蕭克利於 1989 年 8 月 12 日死於攝護腺癌，享年 79 歲。

誰是那被蕭克利稱為「背叛」（betrayal）的八位頂尖科學家呢？因為編幅的關係，我們在這裡只提將要出現在本文的四位：諾伊斯（Robert Noyce）、摩爾（Gordon Moore）、赫爾尼（Jean Hoerni）、與拉斯特（Jay Last）。

仙童半導體公司

諾伊斯 1953 年獲得麻省理工學院物理學博士學位，於 1956 年加入蕭克利半導體實驗室團隊。一年後，諾伊斯因對蕭克利的管理風格產生疑問與其他七人一起離開。諾伊斯說服了商人和投資家費爾柴爾德 (Sherman Fairchild)，八人共同創立了仙童半導體公司（Fairchild Semiconductor）。新成立的仙童半導體很快就成長為半導體產業的領導者及「矽谷」的孵化器，直接或間接地促成了包括英特爾（Intel）和超微半導體公司（Advanced Micro Devices, Inc.，簡稱 AMD）在內的數十家「仙童小孩」（Fairchildren）公司的創建。

50 年代前，電路都是用手將許多離散零件（電阻器、電晶體、和電容器等）用電線連接在一起來控制內部電流的。1959 年德州儀器（Texas Instruments）的基爾比（Jack Kilby，註一）和諾伊斯分別同時發展出將所有零件放在矽（鍺）晶片上，再用銅線將它們連接起來。同年，赫爾尼開發出透過二氧化矽層保護的平坦表面來製造電晶體的平面製程（planar process），隨後諾伊斯提出在晶圓頂部沉積鋁「線」來互連晶圓上的電晶體；拉斯特的團隊於 1960 年製造出第一塊平面「積體電路」（integrated circuit，簡稱 IC ）。這種製程不但使得電路更穩定，還可以完全避開緩慢手工接線的需求，使得大規模生產電路成為可能，催生了現代電腦晶片（chip）產業，開創了前所未有的電子設備小型化，徹底改變了我們的日常生活範式。

1968 年，諾伊斯因未能晉升到公司的領導職位，及想尋求更多的自主權和建立具有新願景的新公司，與摩爾離開仙童半導體公司，共同創立英特爾；不久開發助理總監格羅夫（Andrew Grove）也離開仙童半導體公司，於英特爾成立之日加入，成為第三號員工。

英特爾的成立

英特爾成立的初衷是做半導體記憶體。1970 年 10 月英特爾開發和製造第一款商用動態隨機存取記憶體 (DRAM) 積體電路；相對於當時廣泛使用的磁芯記憶體，因其較小的物理尺寸和較低的

價格，它在許多應用中取代了後者，為 1981 年前英特爾的主要業務。

1971 年 10 月 13 日英特爾首次公開募股，為首批在當時新成立的全國證券交易商協會自動報價（納斯達克，NASDAQ）證券交易所上市的公司之一。

雖然英特爾解決了不少內部基本技術問題，但他們認為也應該進行一些根據客戶的特定規格製造晶片的客製化工作。因此於 1969 年 4 月與一家日本計算器公簽訂了一份晶片製造合約，為其一系列不同的計算器型號構建不同的顯示器、印表機、內存量等等的晶片。沒想到這決定竟然使英特爾能即時在日本以品質更優越、成本更低的記憶體晶片侵食其主要產品市場時，脫胎換骨成為今天我們所知道的英特爾，不再是記憶體的大供應商。

霍夫(Ted Hoff)於 1962 年獲得是史丹佛大學電機博士，在史丹佛大學工作一段時間後，於 1968 年 9 月被諾伊斯挖角成為英特爾第 12 號員工。當他在塔希提島（Tahiti）裸露上身的海灘上時，不知道看到什麼（美女？），突然悟出了一種解決日本計算器製造商專案的革命性方法：類似於諾伊斯和基爾比的想法，將處理器的所有基本元件組合到一個小晶片上。在當時，處理器是由一個實際處理資料的核心晶片、一些準備資料供核心晶片使用的邏輯晶片、及一些記憶體等不同元件組成的，因此體積很大，為大型主機中的巨大部件。當時唯一存在的微型處理器是計算器內部的處理器，它們僅針對一些數學函數而設計，無法重新編程來處理文字、圖形或其它事物。

1971 年 11 月 15 日英特爾推出首款霍夫的微處理器（microprocessor, 註二）4004。半年後發表第一款 8 位元微處理器 8008。1974 年 4 月，英特爾推出具有 4,500 個電晶體的第一款通用 8080 微處理器，啟動了個人電腦（PC）的開發。1978 年 6 月英特爾推出成為個人電腦業界標準（x86 指令集）的 16 位元微處理器 8086。

綽號「矽谷市長」的諾伊斯被認為是英特爾早期願景及其大部分企業文化的製定者，而摩爾則是一位技術奇才，以 1975 年預測未來 10 年積體電路上的電晶體數將每年翻倍的「摩爾定律」（Moore's law）聞名；在他和格羅夫的領導下，英特爾在矽存儲器及微處理器領域取得早期領先地位，並成功地將公司從 80 年代中期的記憶體轉型到微處理器。英特爾雖然開創了電腦記憶體、積體電路、和微處理器設計的新技術，但它真正成為一顆科技巨星則是運氣加上豪賭的結果━且聽筆者道來。

IBM 的個人電腦

早在蘋果公司的小鬼們在車庫裡建造個人電腦之前數年，雄霸商用電腦、目中無人的 IBM（國際商業機器公司）就已看出了個人電腦的發展前途與機會。但十幾年過去了，卻只聞樓梯響，不見人下來；因此在 1980 美國國慶的前一個禮拜，舉行了最高階全權管理委員會會議。會中董事長卡里（Frank Cary）生氣地問：「我的蘋果電腦在哪裡？」當通用產品部負責人羅傑斯（John Rogers）回答說他的部門手頭緊，無法資助個人電腦研發時，卡里立刻說：「好，不用操心，我來資助它。」他轉問曾做過有關開發個人電腦演示的羅傑斯下屬洛比爾（Bill Lowe）：「你是否有任何場外土地可以放置一個與他人隔

離的開發團隊？」洛比爾回說：「有，佛羅裡達州的博卡拉頓（Boca Raton）。」卡里：「你帶四十個人到那裡，然後挑選一位直接向我匯報的菁英來管理。我給你一個月的時間去組織起來向我匯報。」

IBM個人電腦(1981)
Creative Commons

事實上不是金錢，而是 IBM 的官僚及各部門之明爭暗鬥扼殺了其個人電腦的發展。因此洛比爾挑選了一位謙虛、穿牛仔靴、完全不符合 IBM 形象、幾乎被 IBM 踢出大門的 43 歲中階管理「菁英」伊斯基（Philip Donald Estridge）。既然有太上皇令箭，伊斯基就大膽地、毫無顧忌地違反所有 IBM 的規則去推進洛比爾的項目。基於過去失敗的經驗，為了避免內部不停的干擾，及像他人在個人電腦市場上花費兩三年的時間，伊斯基決定選擇開放式架構和現成元件，在 IBM 外部購買操作系統軟體和幾乎所有的硬體零件。當 IBM 個人電腦於 1981 年問世，1982 年和 1983 年真正開始流行時，IBM 的收入開始起飛：從 1981 年的 290 億美元增加到 1984 年的 460 億美元；股票市值在 1984 年底達到約 720 億美元，為當時全球最值錢及最賺錢的公司。在《財星》雜誌的美國企業年度調查中，IBM 成為最受敬佩的公司。

當初領導一個只有 14 人的「臭鼬工廠」團隊，竟然開發出了 IBM PC 產業，伊斯基「瞬間」成為個人電腦界名人，被稱為「IBM PC 之父」，出現在各主流雜誌和報紙上，好像他就是 IBM；儘管外界不停地挖角，他都以「在 IBM 工作」為榮拒絕（註三）。但在 IBM 內部，伊斯基則成為高階主管既羨慕、又嫉妒、又恨的對象，於 1985 年年初表面上將他「提升」為製造副總，負責監督全球所有製造業務，但實際上是沒大權責的貶職；伊斯基私下向親友表示不懂為什麼會被打下來，也因此曾經想離開 IBM（註四）。正方興未艾的個人電腦事業則不再獨立、被歸入稱為「入門級系統」的公司部門編制，由伊斯基以前的老闆、IBM 官僚體系內的洛比爾接管。

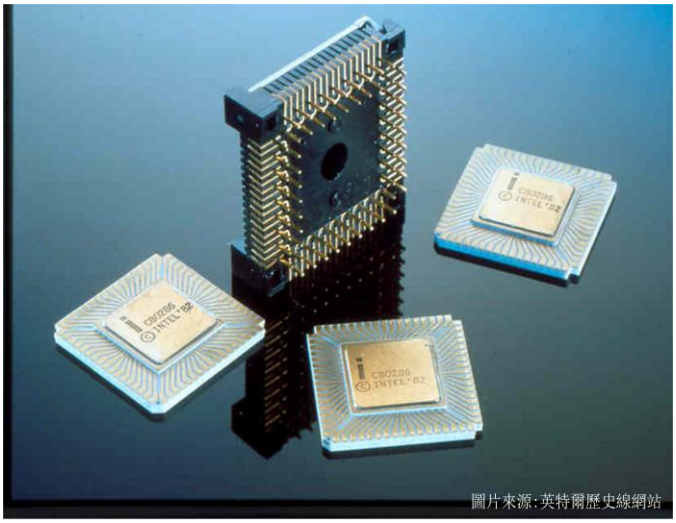
英特爾的興起

相信大部分讀者都已經知道，伊斯基決定在 IBM 外部購買操作系統軟體和幾乎所有的硬體零件的最大幸運受惠者是：前者是微軟公司（Microsoft Corp.），後者就是本文的主角英特爾。但如果僅此，英特爾可能將永遠只是活在 IBM 陰影下的零件供應商而已。

話說 IBM 的大佬們都想控制小型系統團隊，因此將伊斯基提升為公司製造副總，將他所帶領的獨立團隊併入母公司體系，依照官僚體制製定了一項基於英特爾 1982 年 2 月推出之 80286 微處理器的「個人系統二號」（PS/2）十年計劃。1985 年 10 月，英特爾推出一款可更快地同時運行多個軟體程式的 32 位元 80386 微處理器晶片時，IBM 還是圍繞著 80286 開會又開會、討論又討論、…。英特爾不能眼看這項先進技術擱置在哪裡等待別人來追趕，因此決定進行一豪賭：尋找新客戶。英特爾很清楚這項決定可能會摧毀它，

因為 IBM 不但是銷售最多個人電腦的大客戶，還擁有世界一流的製造處理器技術，惹惱了可以隨時推出更強大的英特爾晶片變體來取代 80386。

最後決定還是賭了：英特爾轉向 1982 年成立的康柏電腦公司（Compaq Computer Corp.）。1986 年 9 月，康柏電腦非常成功地在紐約市展示一系列**首次能與 IBM 個人電腦相容**、採用英特爾 80386 微處理器的個人電腦。這是 IBM 個人電腦主要元件由**非 IBM** 公司進行更新之首例：從 80286 處理器升級到 80386。《紐約時報》謂 Deskpro 386 的發布確立了康柏作為個人電腦行業領導者的地位，「在聲譽和金錢方面，沒有任何一家公司比 IBM 受到更大的傷害」。《資訊世界》（InfoWorld）在其 1986 年 9 月 15 日刊的封面上刊登了標題：「康柏推出 386PC，挑戰 IBM 與之匹敵」。IBM 終於在 1987 年 7 月發布了他們的第一台基於 386 的個人電腦 PS/2 Model 80，但為時已晚，IBM 標誌已經開始失去其商標價值，個人電腦的未來已經改由英特爾和微軟主導了！微軟創辦人蓋茨（Bill Gates）謂：



改變IBM主導個人電腦市場的英特爾80386微處理器(1985年)

> 個人電腦產業歷史上的一個重要里程碑是 IBM 的員工不信任 386。因此我們鼓勵康柏繼續生產 386 機器。那是人們第一次意識到不僅僅是 IBM 在製定標準，這個行業（已）有自己的生命力，而像康柏和英特爾這樣的公司正在做新的事情，人們應該關注。

英特爾這場賭博得到了回報：康柏的成功加速客戶轉向新的英特爾 80386 晶片後，英特爾在某些年份的獲利超過了 IBM，其股票市值在 90 年代初期也超過了 IBM，於 1999 年成為代表美國 30 主要工業的道瓊指數之一。

********** 註 **********

（註一）基爾比獲 2000 年諾貝爾物理學獎；在他的「諾貝爾演講」中，三次提到了已經過世（1990 年）的諾伊斯對積體電路的貢獻。

（註二）英特爾的微處理器事實上是一「中央處理器」（Central Processor Unit，CPU）。微處理器和 CPU 的相似之處多於不同之處。事實上，所有 CPU 都是微處理器，但並非所有微處理器都是 CPU。兩者之間的主要區別在於它們在電腦系統中的功能和用途。CPU 是一種具有多種角色的處理器；而微處理器通常僅負責一

項特定任務，能夠非常出色地完成該任務。CPU 向微處理器發出指令，微處理器依令將資料傳送到 CPU 或 CPU 指定的其它元件。微處理器的任務是執行特定且可重複的操作，而 CPU 的任務則是執行廣泛且多樣化的任務。如果將 CPU 比喻成電腦中的大腦，那麼身體的腿和手將成為微處理器的區域。

（註三）蘋果電腦創辦人賈伯斯（Steve Jobs）曾提供一份身價數百萬美元的蘋果電腦總裁職引誘。

（註四）1985 年 8 月攜妻度假，飛機失事雙亡。

********** 延伸閱讀 **********

- 「日常生活範式的轉變：從紙筆到 AI」（泛科學，2023/03/08）。