

Grace Murray Hopper

引用自：單維彰，計算機概論十六講，中央大學數學系

Grace Hopper (1906--1992) 本姓 Murray，Hopper 是夫家的姓。西元 1906 年 12 月 9 日在紐約出生。Grace 的爸爸是個很特別的人物，在那個年代裡，很少有人家會供家裡的女生去受教育。Grace 的爸爸不是個高級的知識份子，在當時的工作是個保險推銷員，後來得了病，將雙腿鋸掉，以木腿當作義肢。用義肢練習走路了一段時間後，他又開始從事拉保險的工作，所以他對這件事情相當樂觀，他常對他的三個子女（一個兒子、兩個女兒）說：「我用這雙木頭腿都可以出去工作，所以你們應該是任何事情都可以辦得到的，你們應該沒有辦不到的事情。」這些話對於孩子們的影響很深，三個小孩都讀到了大學，但是只有 Hopper 拿到了博士學位。



Hopper 回憶她小時候最喜歡上的課是數學課，特別是幾何課。為什麼她最喜歡上幾何課呢？因為她可以把她鉛筆盒裡所有有顏色的筆全部拿出來用。她從小還有一個特色，雖然她是個女孩子，可是她喜歡玩各種的器具，舉凡各種量角尺、計算尺，她都喜歡拿來玩，研究它們是用什麼原理作用的。她還有做一些很像男生的事情，她曾經在六、七歲的時候，把她家所有的鐘都拆開來，但是沒有一個有裝回去，因此受了很嚴厲的處罰。

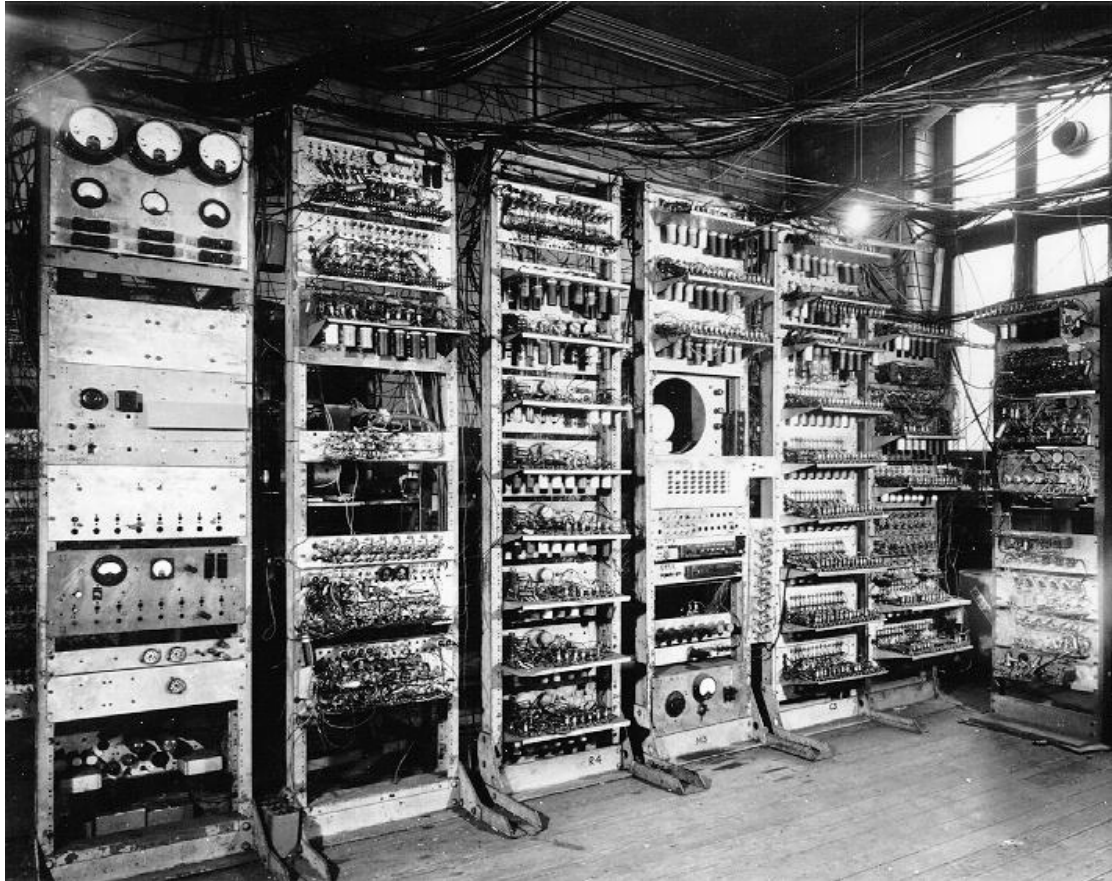
Hopper 在 1928 年畢業於 Vassar 大學，取得了數學與物理的學士學位。隨後到耶魯大學攻讀碩士，並在 1930 年得到數學碩士。畢業後沒有繼續念博士，而是回到

她的母校 Vassar 大學擔任教職。1930 年 6 月 15 日與 Vincent Foster Hopper 結婚，Vincent 是紐約大學英文系教授，但是他在 1945 年時過世了，他與 Grace 沒有生育子女。結婚沒多久，Grace 就決定要攻讀博士，所以 Grace 一邊教書，一邊在耶魯大學在職進修博士學位，並在 1934 年取得學位，前後只花了四年的時間，這算是相當快的。她的博士論文是寫：用一個幾何的方法去解決一個代數的問題，英文標題是 A new Criterion for Reducibility of Algebraic Equations，到這個階段為止，還看不出來這個人會跟計算機產生任何的關係。

1941 年，Grace 在她的人生中產生了極大的改變。當時歐戰爆發，Grace 有了從軍的念頭，她想加入海軍。當時女人從軍都是做後備軍人，大部分都是護士，再不然就是擔任後勤。如果是受過高等教育的女性，就會被分配要去做有關計算的工作，例如：計算彈道，讓前線的砲兵知道如何使用砲彈。Grace 在受過半年的訓練後，因為有著相當高等的學位，所以被分派到的工作也比較高級，她被分派到哈佛大學的一個後勤的計算局 (Bureau of Ordinance Computation at Harvard University)，當時的主持人是 Howard Aiken (1900--1973)。他是 1939 年的哈佛物理博士，也是 Mark I、II、III、IV 這一系列電機計算機的設計及製造者。Mark I 原來的名字是 ASCC (Automatic Sequence Controlled Calculator)。它是由哈佛與 IBM 合資建造的，完成於 1943 年，有 35 噸重，內部的線路總共有 500 英哩長。但是在 1944 年 Mark I 啟用典禮之後，IBM 和哈佛鬧翻了，原因哈佛人認為 IBM 只是個出錢的財主，%D 要的智能貢獻是哈佛人的功勞，而 IBM 認為自己也在工程上做了許多研究和創新，只是哈佛認為那些工程上的創新都不值一提。所以 IBM 就從哈佛的 Mark 計畫中抽腿，後來的十年間，IBM 在學術界的主要合作伙伴，變成了哥倫比亞大學。

Mark 系列計算機的設計理念，與 Babbage 的設計非常類似，但是增加了電動機械的幫助。Mark I 的數值都是 23 位的十進制整數 (或定點數)。做一個加法要 6 秒，一個除法要 12 秒。Aiken 持續在電機計算機方面發展，直到 1952 年的 Mark IV。到那時候，已經明顯可見，電機計算機的設計，必將輸給電子計算機。由此可見，精明如哈佛，也並非一開始就押對了寶。

根據 Grace 自己的說法，當她走進哈佛的計算工廠，第一眼看到那巨大、醜陋的 Mark I 時，就立刻愛上它了！其實，IBM 是很有格調的公司，他們設計了 Mark I 的外形，還不算醜陋啦。以下是一張 Mark I 的照片。



因為 Grace 從小就喜歡各種的計算尺，所以當她見到這個電動計算機時，她說這是她看過最有趣的計算尺。在她之前有兩個男生在 Mark 計算機上寫過程式，這兩個男生後來幫 Hopper 在三天之內寫出了她的第一個程式。所以算起來，Hopper 是第三個在電機計算機上寫程式的人。以下第二張照片就是 Mark 計畫的工作群，中坐者是 Aiken，唯一的女性，當然就是 Grace Hopper。而背景就是 Mark I。從這些水手服，可以看出來，這是海軍開發的計畫。左邊的照片，就是當時 Hopper 在打了洞的紙卷上檢查程式的情形。Mark I 的程式，就是靠這些打了洞的紙卷送進去。這個設計其來有自。早在 Babbage 設計分析機的時候，就考慮以卡紙傳送程式進入計算機。而且，資助 Mark I 的 IBM 公司本身，也是從打卡和讀卡機起家的。




1945 年 9 月 9 日，發生了一樁對電腦界而言非常重要的軼事。那天因為天氣很熱，他們都把窗戶給打開了，然後飛進來一隻蛾，結果那隻蛾被打死在一支繼電器裡面，造成電路不通，讓機器當機，使他們沒辦法算出他們要的結果。經過了近一天的檢查，Hopper 找到了那隻蛾，她用她的髮夾去把那隻蛾給弄出來，還把那隻蛾的屍體貼在她的管理日誌上，上面寫著：「就是這個 bug，害我們今天的工作無法完成。」這個消息傳開之後，那個實驗室裡的人每逢老闆詢問為何還沒做出結果時，都把過錯推給 bug。爾後，在電腦界中，遇到程式中有錯，就稱之為 bug。除錯叫做 debug。下面這張照片，就是當時的那隻蛾，以及 Hopper 寫的記錄。

9/9

0800 Antan started
 1000 stopped - antan ✓
 1300 (033) MP-MC $\frac{1.95247000}{2.130476915}$ { 1.2700 9.027 847 025
 033 PRO 2 2.130476915 } 9.027 846 985 check
 conv 2.130676915
 Relays 6-2 in 033 failed special speed test
 in relay 11.00 test

1100 Started Cosine Tape (Sine check)
 1525 Started Multi-Adder Test.

1545  Relay #70 Panel F
 (moth) in relay.

First actual case of bug being found.
~~1545~~ Antan started.
 1700 closed down.

1945 年二次大戰結束後，所有的後備軍人應當除役，但是 Grace Hopper 卻決定辭去 Vassar 那邊的教職，要專心的在 Aiken 的實驗室裡做個 programmer。1949 年，Hopper 離開哈佛，到了費城，進入 Eckert 和 Mauchley 合開的電腦公司 (Eckert-Mauchley Computer Corporation)! 擔任資深數學家，主要的工作是忙設計軟體。這家公司設計出來的第一套電子計算機，也是全世界第三台，叫做 UNIVAC I，在這上面發展一些組合語言出來。1950 年因經營不善，被 Remington Rand 徐裕吽 C 過沒多久，Remington Rand 又跟幾家小公司合併成立 Sperry。Grace 一直在這家公司做資深數學家、程式設計人員，到 1971 年她 65 歲屆齡退休，才離開這家公司。

Grace 對電腦界的貢獻相當多，像是 bug 這個名詞的引用，只是一個小小的插曲，最大的貢獻是發明了全世界第一套的 compiler 叫做 A-0。在當時是沒有任何組合語言及程式語言存在的，所有的程式設計人員，都是要把程式翻譯成機器碼，就是翻成 0011000101.. 這樣的形式，在紙上打洞，再送到機器裡面去讀。Grace 在進 Eckert-Mauchley 這家公司之後，她便有了一種想法，她想設計一種程式，讓人可以用類似英文的語法，把想做的事寫下來，然後用這個程式把英文翻譯成機器的語法，交給機器去執行。這個想法就是今日的 compiler (編譯器)。當初她提出這樣的構想時，眾人皆曰不可。所有人都告訴她電腦只能做計算，只能加減乘除，只能處理數字，電腦是不懂英文的。由此可見，在 1950 年代，大部分人尚未意識到電腦是用來處理資訊的工具，所有的人就是認為電腦是個計算機而已。Grace Hopper 可能是第一個想到而且有機會做下去的人。爾後，Grace Hopper 就到處去演講，到處去跟人要錢來作這項計畫。這段期間，有很多她的朋友問她說：「妳怎麼這麼勇敢呢？萬一搞砸了，妳該怎麼辦？」，Grace Hopper 回答道：

It's always easier to ask forgiveness than it is to get permission.

(以後要道歉，比現在要拿到錢簡單多了) 這句話成為她一生中的至理名言之一。

在 1952 年 Grace 終於發展出第一套實驗性的編譯器，在 Sperry 的機器上可以執行的，叫做 A-0，後來又發展了 A-1、A-2。當初在寫 A-0 時，為了向出錢的老闆炫耀，她還設計了三個版本：英文、德文、法文。她給人看 compiler 不僅可以看得懂英文，也看得懂德文跟法文。但是後來德文跟法文的 compiler 都沒再做下去。後來 Grace Hopper 漸漸發展她的 compiler 在 UNIVAC I & II 上面能夠執行，1956 年她已經做出來一套蠻完整的程式語言，叫做 FLOW-MATIC，海軍採用了這套系統（這時 Grace Hopper 還是海軍的一員）。後來海軍跟一些民間的公司想要把 FLOW-MATIC 變得更標準一點，這也是 Grace Hopper 第二個對電腦界重大的貢獻。因為海軍幅員廣大，各地因為自行稍加將 compiler 修改一小部份，以致發生 A 地的程式在 B 地可能無法執行的問題。Grace Hopper 寫了一套程式，用來檢查這些程式之間是不是用同樣的編譯方式，稱作 Validation。後來影響到民間，漸漸發展出一套新的語言，偏向商業用的語法，這套程式語言就是著名的 COBOL (COmmon Business Oriented Language)。在那個年代只有三種程式語言，COBOL、ART、FORTRAN (IBM 的產品)。



左邊這張照片，是 Hopper 頒獎給 Knuth 的鏡頭。前者是開創電腦程式語言的早期領袖之一，後者是計算機演算法則的當代領袖之一。這是一張難得的合照。

1966 年 Grace Hopper 滿六十歲，海軍又叫她退休了，因為她當時的官階是海軍的中校，六十歲就該屆齡退休了。在退休的那一天，Grace Hopper 說這是她一生中最悲傷的一事了，因為人家已經告訴她她太老了。可是海軍在她退休後沒多久，發現沒有她是不行的，因為海軍裡還有很多電腦化、自動化、正規化的工作尚未完成，所以在她退休的五個月後，海軍就要求她復職。所以在她退叨的半年後 (1967 年 8 月 1 日)，又回到了海軍，回去之後擔任了好幾個海軍的計算中心的主持人或是顧問，指揮那些海軍的技術人員，到處去演講、宣傳她的觀念、管理觀。其中，有件很有趣的事，她在演講之中，總是沒有辦法讓她的聽眾懂得什麼是 *nanosecond* (十億分之一秒)。多快的時間是一個 *nanosecond*? *Microsecond* (百萬分之一秒) 跟 *nanosecond* 差多少的時間？你很難去解釋，因為它們都是很短很短的時間，相差了一千倍。Grace 想到了個點子，她跑去工程部切了段電線，這節電線是 11.78 英吋她就拿著這將近一呎的電線跟聽眾說：「這個長度就是電波在一個 *nanosecond* 可以跑的距離」，同時她又拿了好幾捆的電線放到桌上，差不多一千呎 (約莫三百三十三公尺) 的電線，就是一千倍，然後她就說：「這個長度就是電波在一個 *microsecond* 可以跑的距離」此時，聽眾就清楚了，所以她說：「你們要小心，絕對不要隨便浪費一個 *microsecond* 的電。」下邊的照片，就是 Hopper 拿著她的 *nanosecond* 演講的鏡頭。



後來有一位參議員，他從來都沒見過 Grace Hopper。但是他聽說了這個人以後，就私下做了點調查，然後他在國會裡面主動提出 Hopper 的申請案。他認為這樣重要的女性不應該海軍裡面只作一個校官而已，覺得她應該做將官。在國會裡面，很快

的通過這個提案，就通知了海軍，海軍就將 Hopper 升職了，所以她就變成了海軍少將，是美國第一個女性到達這個官階的人，在 1985 年 11 月得到了這個官階。在 1986 年，她七十九歲，是所有活著的、最老的、還沒除役的美國軍官。此時是她第二度要退休。

在她的退休的 party 上，總共來了兩千多個人，有認識的，也有不認識的。她退休之後，又跑去跟 Digital 公司簽約，Digital 公司聘請她代表他們演講、推銷他們公司的產品。Digital 公司當時主要的產品是 minicomputer。事實上，在 1986 年 PC 已經出來了，那時候叫做 microcomputer。在海軍裡，Grace Hopper 極力推展使用 PC 的人之一。她在這方面也有一句名言。她說在古老的時候，人都是用牛跟馬來拖東西，後來人類發展越來越蓬勃，東西越來越重，但是人們沒有發明更大更壯的物種來搬運東西；事實上，人們是用更大一批的牛跟馬來做這些更加粗重的工作。她用這個比喻來說，電腦不應該越做越大，應該用小小的東西，但是用一大堆來做要做的事情。

Grace Hopper 逝世於 1992 的新年（一月一日）的凌晨，在參加了新年 party 之後。確實時間不明。她生前的一個心願是，活到西元 1999 年 12 月 31 日的晚上，因為她說她想參加那一場 party。顯然，Grace Hopper 是個很喜歡 party 的人。



Grace Hopper 是個非常 amazing 的人，顯然崇拜她的人相當多。雖然她的事蹟很多，但是很多跟她有一樣事蹟的人並沒有像她這樣受到眾人崇拜。由其中一點我們可以看出來。從 1947 年開始 (二次大戰結束後第二年)，她獲得了第一個榮譽博士學位 (賓州大學)，然後很長一段時間後，自 1976 年開始，她到處獲得榮譽博士學位，她一生獲得了四十個以上的榮譽博士學位。她的名言有很多，她自己最喜歡的，也是她最喜歡對所謂的年輕人說的，在她年老時，她所謂的年輕人就是「年齡不到我的一半的人就叫做年輕人」，這句話是

A ship in port is safe, but that is not what ships are built for.

(停泊在港灣的船是安全的，但那並不是我們造船的目的)

課外讀物：

[1] Aiken 的簡傳

<http://www-groups.dcs.st-and.ac.uk/~history/Mathematicians/Aiken.html>

[2] Michelle Hoyle 的計算機簡史講義 <http://www.eingang.org/Lecture/toc.html>