



# 量子演算法

作者：張慶瑞

作者簡介

張慶瑞是臺灣大學物理學系特聘教授。

割之彌細，所失彌少，割之又割，以至於不可割，則與圓周合體而無所失矣。——三國魏國，劉徽（225年～295年）

古典計算就像獨奏的聲音，只是美妙音符的單純串接。量子計算就像一首交響樂，眾多天使樂章相互和鳴。——美國，賽斯·洛依德（Seth Lloyd，1960～）

綱要：

- 1 甚麼是演算法
- 2 量子演算法
- 3 如何開始量子計算
- 4 結語與思考題

## 第一節：甚麼是演算法

大家常用的 YouTube, Instagram, Facebook 等，或者是手機各種 App 軟體，不同業者都有自己獨門的演算法與特殊功能。使用者常會覺得某些軟體好用或是特別友善，主要的差別就是其中演算法好壞。但演算法到底是甚麼？演算法是解決特定問題的有效且按部就班的實施步驟，小學時常用的輾轉相除法就是一種標準演算法，而電腦則是可以執行任何演算法的通用性機器。英文名稱「Algorithm」演算法出自「Algoritmi」，是9世紀偉大波斯數學家花拉子米（Al-Khwarizmi）的拉丁譯名。「花拉子米法」利用「移項」與「消去」的制式步驟解出一元二次方程式，這些序列步驟在現代稱為「程式」或是「演算法」。演算法在中國古代則稱為「術」，最早出現在《周髀算經》、《九章算術》。特別是《九章算術》，給出四則運算、最大公約數、最小公倍數、開平方根、開立方根，線性方程組求解的演算法，而三國時代的劉徽割圓術給出計算圓周率到任意精確度的疊代程序的求圓周率的演算法。但是只有演算法沒有實施演算法的良好工具是無法完成真正工作，所以劉徽當時利用他的極限演算法只能先分割圓為192邊形，並估計出圓周率 $\pi$ 為 $157/50 = 3.14$ ，再計算出正3072邊形的面積，求得圓周率 $\pi = 3927/1250 = 3.1416$ ，稱為徽率。劉徽的九章算術注文明白寫著：「割之彌細，所失彌少；割之又割，以至於不可割，則與圓周合體而無所失矣。」劉徽知道極限的概念，也

作者感謝卓建宏整理部分資料與校稿，卓妙如繪製書中圖畫。