

第 I 部

碳奈米管的基礎

碳奈米管 (CNT, Carbon NanoTube) 是在 1991 年由我國的飯島在以電弧放電法製作 Fullerene 後，在碳電極上所發現的。該年正好是發現 FullereneC₆₀ 的鹼金屬鹽具有超導性以及其有機鹽具有強磁性的那一年，碳化合物以全新概念的電子材料登場，非常風光的一年。在 90 年代前半，研究這些新碳化物材料的重心都是放在華麗的 C₆₀ 或是 C₇₀ 等 Fullerene 家族及其導電體的性質上。CNT 則是隱藏在 Fullerene 的影子下，帶點土土的風格的物質。

CTN 的基本骨架是由一片石墨 (graphite) 捲成直徑數 nm 到數十 nm，長度 1 μ m 左右的筒狀構造。CTN 可以分為多層與單層兩種，多層 CNT (multiwalled CNT, MWCNT) 是由直徑不同的同心圓筒所組成，也就是 1991 年時首次被發現的東西。在 CNT 被發現後，馬上就有人由理論上來預言隨著 CNT 形狀的不同，其會具有特異的電子狀態。接下來在 1993 年，利用表面塗有金屬微粒的碳電極進行電弧放電，而發現了單層 CNT (single-walled CNT, SWCNT)，這時候也開始扎實地累積各方面的研究。依照看法而定，可以把 CNT 看成是極細的碳纖維，因此很快地就吸引了研究碳纖維與活性碳領域的研究者，而 CNT 的研究者和 Fullerene 的研究者也有交集，畢竟其研究最主要的根據地還是 Fullerene 這個研究領域。這個時期主要是以電子顯微鏡來觀察 CNT 為主要的研究重心。在其性質的測定與 Characterization 時，首先必須要去除碳的奈米微粒等不純物，也就是純化的問題。這時候對於要如何取出直徑只有數 nm 到數十 nm 的極細物質來測量完全束手無策。此外和 Fullerene 不同，CNT 無法溶於有機溶劑中，也還沒有發展出大量合成的方法，這是和 CNT 相關的實驗遲遲無法進行的主要原因。

到了 1996 年，由於各方面的條件成熟，終於成功的量測到單一 CNT 的電氣傳導性質。這好在這個時候，對於奈米技術的興趣大量地湧現。使得稍後 CNT 的物性突然間受到了注意，像是決堤般的開始測量其電氣的、電子的、光學的特性。這一年，Fullerene 的發現者，R. F. Curl；H. W. Kroto；R. E. Smalley 正好獲得了諾貝爾化學獎。但是這時候 Smalley 已經開始把研究的熱情轉向 CNT 了。他在得獎時所提出的自傳中寫道：

Now our motto is "if it ain't tubes, we don't do it." We are convinced that major new technologies will be developed over the coming decades from fullerene tubes, fibers,

and cables, and we are moving as fast as possible to bring this all to life.

(田中一義)

日台翻譯樣本 DO NOT COPY