



譯/ 蕭如珀、楊信男

1911 年 4 月：Onnes 開始研究超導性

〈譯自 *APS News* · 2007 年 4 月〉



Heike Kamerlingh Onnes

2007 年，物理界慶祝高溫超導體「物理界的伍斯托克」會議 20 週年，以及 BCS 超導理論 50 週年。然而，超導性的故事實際上卻是開始於 1911 年，那年 Heike Kamerlingh Onnes 最先發現了超導現象。

Kamerlingh Onnes 於 1853 年 9 月 21 日誕生在荷蘭的 Groningen，他的父親經營砌磚的生意。Onnes 1870 年進入 Groningen 大學就讀，然後於 1871-1873

蕭如珀 自由業
楊信男 台灣大學物理系
E-mail : snyang@phys.ntu.edu.tw

年的兩年間到德國海德堡學習，之後再回到 Groningen，於 1879 年獲得了 Groningen 大學的博士學位。

Onnes 是知名的「絕對零度先生」，他奉獻一生的心力找尋更低的溫度，並發掘在極低溫度下的物質行為。他對低溫的探索工作大約從他 1882 年任職於 Leiden 大學，並著手研究低溫的氣體時開始。做為一個獻身、盡職的實驗者，他的座右銘就是「測量為知識之本」。

1898 年，Onnes 的對手 James Dewar 擊敗他，優先將氫液化。Onnes 於是將新目標轉移至氦的液化上，而這次，換 Onnes 勝出，於 1908 年 7 月首次成功地製造出液態氦。雖然他當時只液化了很少量的氦，但氦的液化使得其他物質也能降到如此的低溫。Onnes 因此得以將液體降到大約絕對零度上 1 度，這是當時所能達成的最低溫度。

液態氦很難使用，因此 Onnes 接著花了 3 年開發使用與儲存液態氦的裝置，以做為更進一步的研究之用。Onnes 不再繼續探求極低的溫度後，他將重心轉移至液態氦的使用上，以研究接近絕對零度的物質特性。

1911 年春天，Onnes 開始研究金屬在低溫時的導電性。當時的物理學家都知道，當金屬樣品降溫時，電阻通常會跟著下降，但他們對於接近絕對零度如此

極低溫時的電阻變化卻沒概念。有些科學家做了假設，認為電阻會一直緩慢地下降，最後當溫度到達零度時，電阻也會是零；另外有些科學家相信電阻下降至某一定值時就會停下來，不再改變；還有一些科學家，包括 Kelvin 爵士，則認為接近絕對溫度時，電子都會就地凍結，電阻也會變得無限大。Onnes 想找到此問題的答案。

Onnes 選用水銀做研究，因為他認為金屬中的雜質會破壞研究的結果，而他可以製造出極高純度的水銀樣品。雖然他當時也研究金，但他還是選擇了水銀。這是一個幸運的決定，假使他堅持採用金的話，就不會發現了超導現象。

Onnes 將水銀置入兩端接有金屬線的 U 型管中，然後通入電流，降低溫度，測量其電阻。起初當溫度下降時，電阻也慢慢地減少。之後，突然在 4.19°K 時，電阻急遽地消失了。Onnes 大吃一驚，因為從未有人做過這樣的預測。

一開始，Onnes 不相信他所看到的，他以為是電線短路了，或是裝置的其他問題所造成。他和他的研究團隊重複著相同的實驗，直到最後他才相信此出乎意料的結果的確是真的。1911 年的 4 月末，他在 Leiden 物理實驗室的《通訊》中發表了第一篇論文，標題為「純水銀在氦溫度的電阻」。5 月時他發表了第二篇論文；另外在 1911 年 11 月，Onnes 又發表了一篇論文，標題為「論水銀電阻消失速率的突然改變」。

在發現水銀有超導性後，Onnes 很快地又證明了錫和鉛在低溫時也有超導現象。

雖然其他的物理學家無法立即掌握到此發現的重要性—Onnes 於 1912 年的一個會議上發表時並未引起迴響—然而 Onnes 卻是很快地意識到它的商業潛力。他預測有一天超導電線可用以傳輸電力給用戶，既便宜，又幾乎可無限供應。可是過沒幾年，Onnes 發現超導電力只要遇到一點小磁場就會遭到破壞，為此他感到很失望。

1913 年，Onnes 首度使用“supraconductivity”來描述超導現象；後來他改用“superconductivity”〈超導性〉。到了 1914 年，他發現了另一個有趣的現象：他在鉛線中導入了超導電流，1 年後，他發現超導電流仍在流動，沒有明顯的改變。

1913 年，Onnes 在做了此驚人的發現後才 2 年就獲得了諾貝爾獎，得獎的理由是他對於低溫物理研究的貢獻，尤其是氦的液化，並非特別因為超導現象的發現。

Onnes 長期以來身體都很虛弱，1926 年離開人世。在 Onnes 發現超導性後的幾十年間，無人能解釋此現象，Onnes 認為量子力學可用以說明，可是他自己又無法想出一個理論。終於在 1957 年，Bardeen、Cooper 和 Schrieffer 提出了一個成功的理論〈BCS 超導理論〉，可以解釋超導現象。1958 年，Bednorz 和 Mueller 首度發現了高溫超導體，此突破引發了進一步研究的風潮，以及 1987 年美國物理學會三月會議中一個持續幾乎整個晚上的研討會，就是知名的“Woodstock of Physics”〈物理界的伍斯托克，Woodstock 是美國有名的搖滾音樂季〉。超導體現在可用於磁浮火車、核磁共振設施、高能物理、以及一些電力的應用上。