

第五章 結論

本文從最初的微中子振盪的由來背景，及振盪的進一步理論，到最後應用於微中子穿越地球的情況及預測都做了很清楚的交待。我們得到了各種 e 及 μ 微中子的殘存及轉換機率的解析型式，並詳細指出了它們之間的關係，而且繪出了它們的函數圖形；特別是我們在最後一章討論了很多不同的圖形，以及分析各相關參數對它們的影響。同時我們也做了一些預測，並仔細地檢視各項結果所表現的物理意義；最後也利用趨近單一密度的方法來驗證機率表示式的正確性。透過此篇文章，期待有更多的人，尤其是具有電腦數值方面經驗的，能夠以本文第四章為根基，做更深入的研究。畢竟，本文所取的不過是地球的近似密度模型，絕對無法做到百分之百的實際，盡管結果的圖形看起來似乎差不了多少。

還有我們也比較關心的是有不少這方面的專家並非只是採用本文所用的最簡單的函數關係，即機率對能量的單一函數。他們多數探討的是雙層甚至多層密度，其中以每層的長度作為獨立的變數，而使得機率擁有許多的變因，並一一分析它們之間的關係。這樣子的做法我們先前也提過，尤其是針對干涉的現象，所得到的物理條件會比用能量去分析來得清楚；並且對產生節點或共振的區域也似乎能夠比較有掌握，當然所做出來的情況也是複雜的多。我們用能量為變數，配合參數變化的分析，盡管似乎單薄了一點，但是多少也能體驗出一些有趣的物理來，或者甚至於也有學者專家嘗試將這些結果全部結合起來討論，那當然就是最完整的。有不少關於這一方面的文獻(盡管有些用的是舊的數據，如同本文所引用的一些圖形)，建議各位讀者可以參考對地球微中子的振盪研究有豐富經驗的學者的著作，在此不吝推薦給各位例如：M.V.Chizhov 與 S.T.Petcov 的[2, 33, 34, 36, 38, 39, 58, 61, 62, 64, 72]，M.Freund 的[26, 41, 68]，以及 M.Lindner 的[21, 25, 60, 66]等都是屬於質量俱佳的上乘作品，本文的參考資料內也有不少他們的文章。

不過話說回來，對微中子振盪的研究其實僅是一種手段，真正的目的是要應用它於科學各方面的測量，畢竟微中子是無所不在的；微中子不僅在粒子物理中扮演弱作用的關鍵性的角色，在天文物理中也是解開黑暗物質之謎的關鍵之一，它在近代物理概念及宇宙觀的形成過程中扮演著重要的角色。一般對微中子物理的研究追根究底也都主要是想知道微中子的產生背景及傳播環境的性

質。我們可以利用微中子振盪測量地球內部的密度變化，太陽的密度成份，以及微中子的本徵值及混合角的關係等。尤其質量方面的部分問題，至今似乎還無法完全有明確的答案；而且既有的微中子實驗也只能定出這些參數的範圍而已，要更精細地測量則需有待加速器方面的實驗。目前科學界也有不少這一方面的計畫。因此，我們也真的希望有那麼的一天能夠看到本文對整個人類產生貢獻，也期待各位能夠持續努力！

