第 5 單元：太陽黑子與閃焰

太陽黑子是太陽表面上有趣且研究歷史悠久的現象之一。它們是太陽磁場異常集中的區域，溫度相對較低，因此呈現暗色。當太陽黑子的磁場結構劇烈重組時，會釋放出大量能量，形成太陽閃焰，即突然增亮的劇烈爆發現象。閃焰常與活躍的太陽黑子區域相關，並對太空環境造成影響。下表列出了由美國國家海洋暨大氣總署(NOAA)於 2004 年 11 月 6 日起至 2005 年 1 月 19 日間，活躍產生閃焰的太陽黑子資料。

日期	黑子編號	黑子面積	閃焰等級
11 月 6 日	696	820	M
11 月 7 日	696	910	M
11 月 8 日	696	650	X
11 月 10 日	696	730	M
11 月 11 日	696	470	X
12 月 2 日	708	130	M
12 月 3 日	708	150	M
12 月 9 日	709	20	C
12 月 29 日	713	150	M
12 月 30 日	715	260	M
12 月 31 日	715	350	M
1 月 1 日	715	220	M
1 月 2 日	715	180	X
1 月 4 日	715	130	C
1 月 10 日	719	100	M
1 月 14 日	718	160	C
1 月 15 日	720	1540	M
1 月 16 日	720	1620	X
1 月 17 日	720	1630	M
1 月 18 日	720	1460	X
1 月 19 日	720	1400	M

太陽黑子的面積以「太陽半球面積的百萬分之一」為單位。例如，面積數值 1630 表示占太陽表面積的 0.163%；作為比較，地球的表面積若以此單位表示，約為 169 單位。在這 75 天期間內，總共記錄了 24 個太陽黑子。以下表格只列出其中曾產生閃焰活動的黑子。而太陽閃焰根據亮度強度分為 C 級、M 級與 X 級三類：M 級閃焰的亮度約為 C 級的 10 倍，而 X 級閃焰又比 M 級高出 10 倍。（注意：表格只列出每日最強閃焰，其他小型閃焰可能未被列出。）

請依照表格資料，回答以下問題：

問題 1：
若地球的面積在此單位系統下為 169，表格中的黑子面積最大與最小分別是多少？

解答：
最小面積：編號 709，面積 20。
換算：(20/169) × 100% = 11% 的地球面積。
最大面積：編號 720，面積 1630。
換算：(1630/169) ≈ 9.6 倍地球面積。

問題 2：
產生 X 級、M 級與 C 級閃焰的太陽黑子，其最小面積大約是多少？

答案：
X 級閃焰出現在面積約 180–1620 的黑子中。
M 級閃焰出現在面積約 130–1630 的黑子中。
兩者範圍有重疊，沒有明確的面積界線。
C 級閃焰多出現在較小面積（20–130）的黑子中，但樣本數太少，無法確定是否有真正的相關性。
（注意：表格只列出每日最強閃焰，其他小型閃焰可能未被列出。）

問題 3：
在這 75 天期間內，有多少百分比的太陽黑子產生了 X 級閃焰？

解答：
24 個太陽黑子中，有 3 個（編號 696、編號 715、編號 720）產生了 X 級閃焰。
計算：(3/24) × 100% = 12.5%，四捨五入為 13%。

問題 4：

在這段期間內，有多少百分比的太陽黑子沒有產生任何閃焰？

答案：

只有 8 個太陽黑子有產生閃焰，因此 16 個沒有。計算：(16/24) × 100% = 67%。

重要結論：有一大部分太陽黑子並不會產生顯著閃焰。

總結：

本次作業透過觀察太陽黑子面積與閃焰活動的資料，認識了太陽黑子在不同活躍程度下所伴隨的能量釋放現象。

分析結果顯示，儘管部分大面積黑子與強烈閃焰（如 X 級）存在一定關聯，但黑子面積與閃焰強度之間並無明確且固定的對應關係。此外，多數太陽黑子在活動期間內未曾產生任何顯著閃焰，突顯出太陽活動的高度變異性與不可預測性。未來更大規模的觀測與統計資料，將有助於進一步深入了解太陽黑子與太陽閃焰之間的深層關聯。

另一方面，幾乎所有大型、強烈的太陽閃焰（特別是 M 級、X 級）均源自活躍的太陽黑子區域。然而，小型閃焰（特別是弱小的 C 級或更小型閃焰）有時亦可在無明顯黑子的區域中發生，這些地區雖然磁場較弱，仍可能出現局部磁場重連現象。整體而言，大型太陽閃焰通常需依賴活躍黑子區作為能量來源，而小型閃焰則可在較為分散或局部的磁場結構中偶爾產生。

參考資料：Space Math http://spacemath.gsfc.nasa.gov