

地球科學科

科別：地球科學科

組別：高中組

作品名稱：亞太地區電離層電子濃度與層峰高度之研究

關鍵詞：電離層、太陽黑子、電離層最大電子濃度及高度

編號：040502

學校名稱：

國立中壢高級中學

作者姓名：

劉芳如、鄧美君、施伊涵、張詩婕

指導老師：

鍾鼎國、劉家賓



摘要

從台灣中壢崙坪觀測站及美國 NGDC 的網站上取下中壢及日本各站之電離層最大電子濃度 (f_oF_2) 及 F 層的底層虛高 ($h' F$) 加以分析，發現電離層最大電子濃度及 F 層的底層高度，隨著日夜及太陽活動性有極明顯的變化，而且最大電子濃度及 F 層的底層高度隨太陽黑子數有正相關及負相關，兩者有明顯的差異。例外，我們將台灣及日本各站之資料繪圖進行整理，發現台灣的電子濃度為所分析各站之電子濃度最高者，受太陽活動性的影響亦最大！

壹、研究動機

高中基礎地球科學課本第 6 章 6-5 節講述大氣的垂直結構時，有提到電離層，但只提到與通訊有關，對其結構與分布則完全沒有任何說明。課本第 10 章 10-1 節講述太陽時題及閃焰對大氣中電離層游離化有影響，至於如何影響，亦未說明，再高二的物科學地球科學篇及高三的地球科學對電離層亦未有任何的描述。我們希望能對影響通訊的電離層有所了解，於是我們對電離層產生了研究的興趣，希望對通訊如此發達的今日對地球環境有更深一層的認識！

貳、研究目的

利用分析電離層隨日夜之變化，即隨太陽活動性的變化，進而了解太陽對電離層的影響，並利用不同緯度的觀測站來了解電離層電子濃度隨緯度的分布，進而認識台灣地區電離層在亞太地區所扮演的角色。

參、研究設備及器材

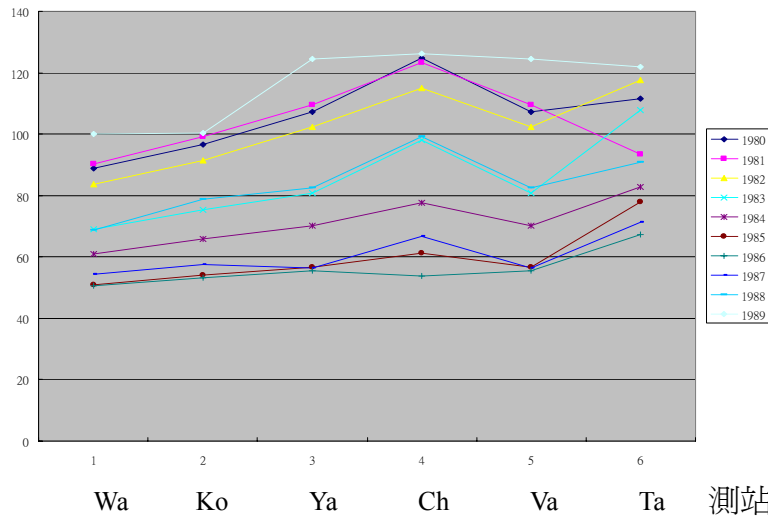
個人電腦，含網路連線設備，OFFICE 2000 作資料的整理及作圖

肆、研究過程或方法

分析 Chung-Li(13.7°N , 120.3°E)、Okinawa(15.4°N , 126.3°E)、Yamagawa(20.4°N , 128.6°E)、Kokubunji(25.6°N , 126.1°E)、Wakkanai (35.4°N , 126.8°E)及 Tahiti(15.3°S , 128.8°E)六站的資料(均為地磁經度及地磁緯度)(附表一.附表二)，所取的年份在 1976~1994 年之間，均可跨過一個太陽活動期！

站名	地理緯度	地理經度	地磁緯度	地磁經度
Wakkanai	45.5	141.7	35.4	200.8
Kokokubunji	35.7	139.5	25.6	206.1
Yamagawa	31.2	130.6	20.4	198.6
Chung-Li	24.9	121.2	13.7	190.3
Vanimo	-2.7	141.3	-12.4	211.9
Tahiti	-17.7	210.7	-15.3	283.8

F_oF₂ 年中位數平均質



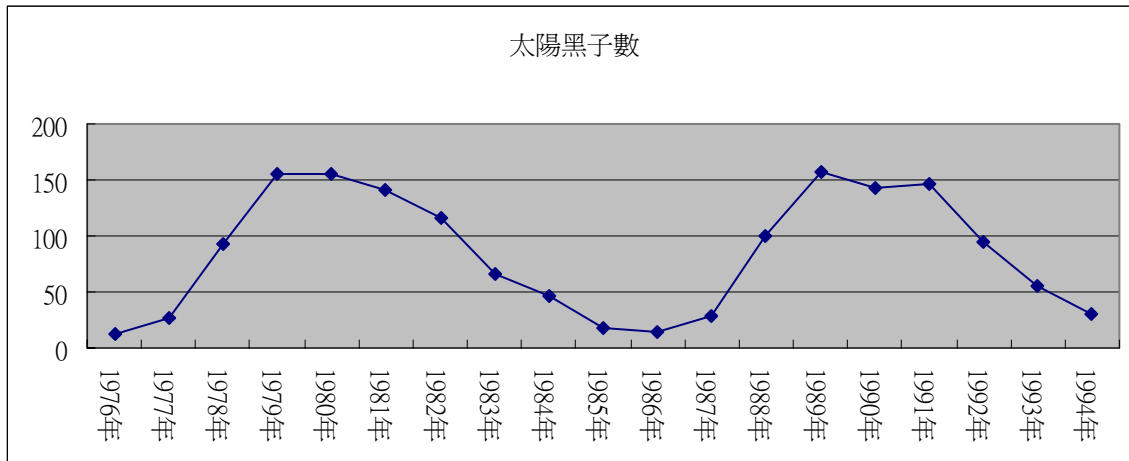
(附表一)

(附表二)

爲了得到電離層穩定狀態的變化，我們利用各觀測站，每月每小時的紀錄，取每月 24 小時之中位數，並將月中位數取年平均代表該年之 24 小時之平均變化以排除磁暴及閃焰的效應，繪出各站各年之 foF₂(F₂ 層正常波回波頻率，可轉換爲電離層最大電子濃度)及 h' F(F 層底層虛高)。另將各站各年之 foF₂ 及 h' F 取各年之最大值及最小值與太陽黑子數做比較。

伍、研究結果

一、 將 1976~1994 年之間的太陽黑子數繪圖，(圖一)(圖一· 1)

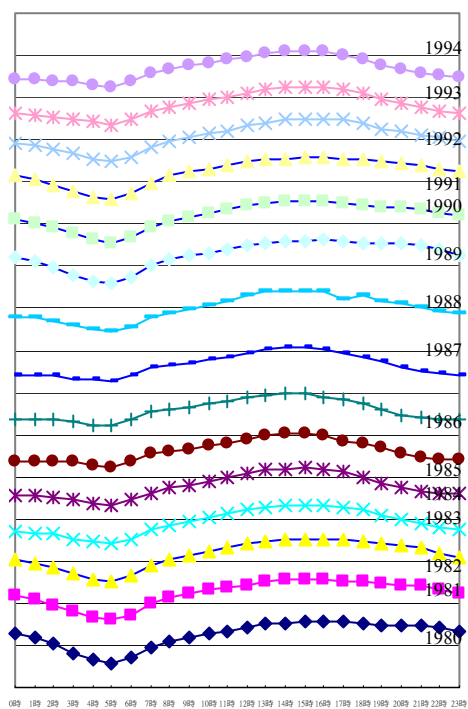


(圖一)

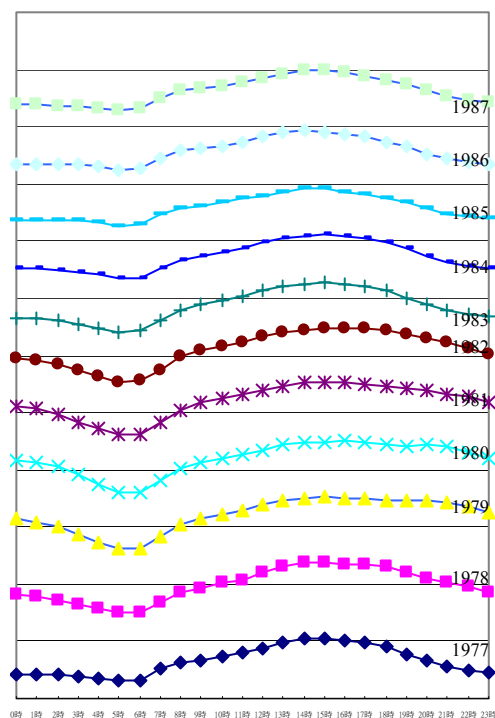
二、 電子濃度部份：

1. 中壢站：最大電子濃度發生在午後，地區時(LOCAL TIME)14:00~15:00，太陽活性大(黑子數大)時發生在 14:00，太陽活性小(黑子數小)時發生在 15:00。最小電子濃度發生在清晨，地區時 05:00，不隨太陽活性的改變而改變，(圖二)
2. Okinawa：最大電子濃度發生在午後，地區時 15:00，最小電子濃度發生在清晨，地區時 06:00，太陽活性的影響不大(圖三)。
3. Yamagawa：最大電子濃度發生在午後，地區時 15:00，最小電子濃度發生在清晨，地區時 06:00，不受太陽活性的影響(圖四)。

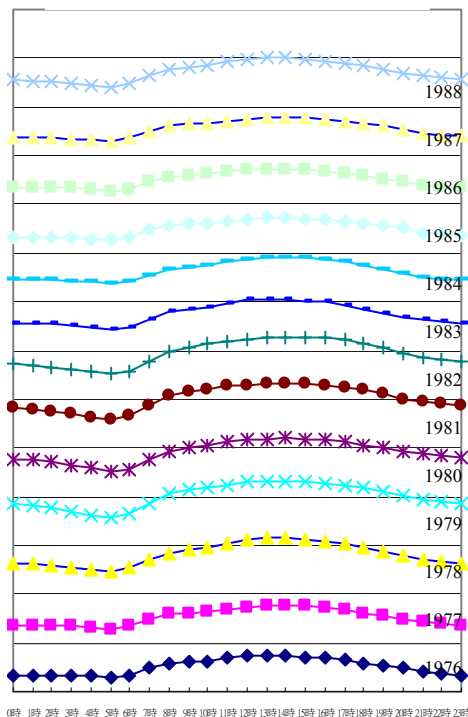
(圖二) Taiwan1980-1994濃度值



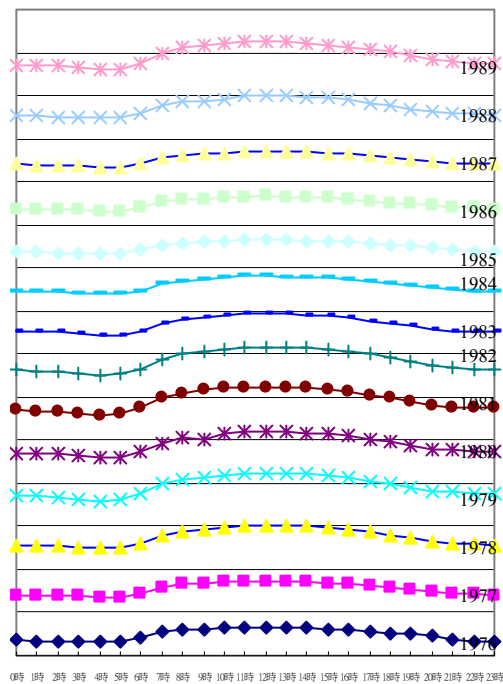
(圖三)Okinawa1977-1987濃度值



(圖四)Yamagawa1976-1988 濃度值



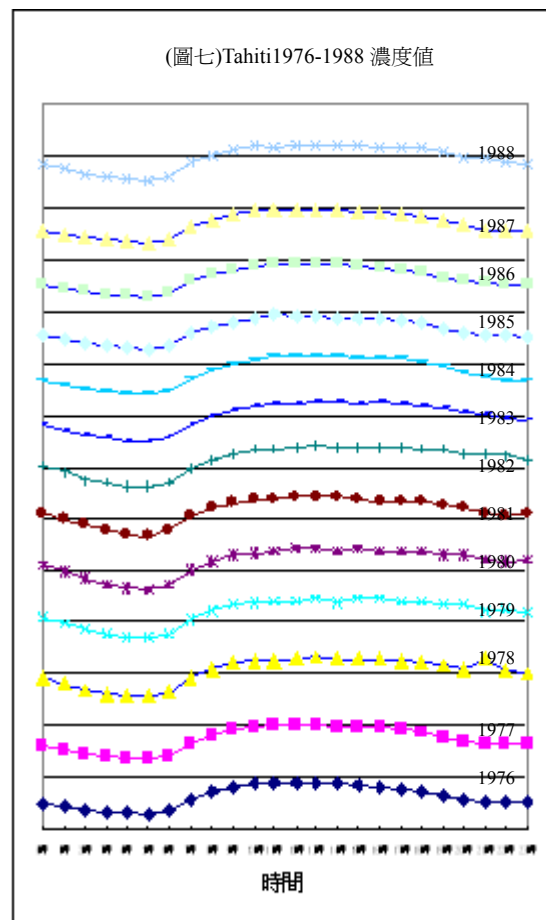
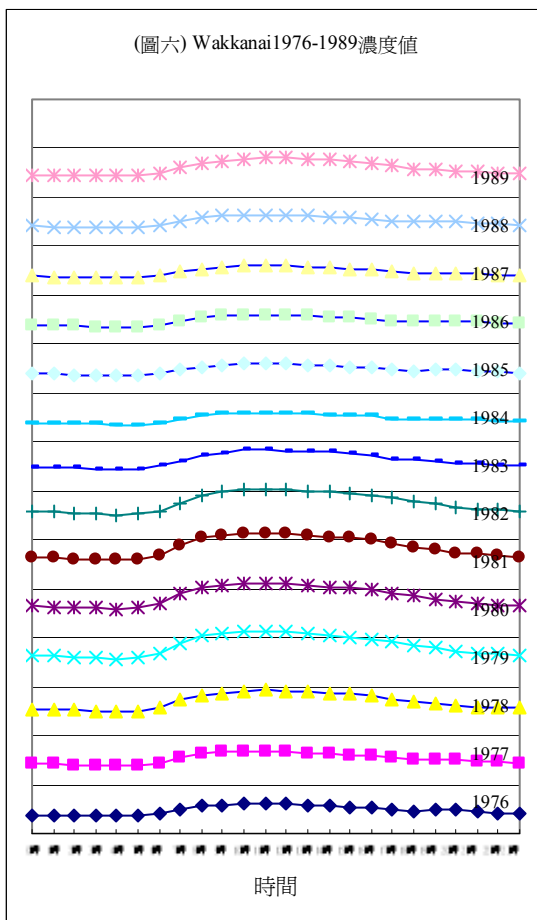
(圖五) KOKUBONJI 1976-1989濃度值



4.Kokubunji：最大電子濃度發生在中午，地區時 11:00~12:00，最小電子濃度發生在清晨，地區時 05:00，不受太陽活性的影響（圖五）

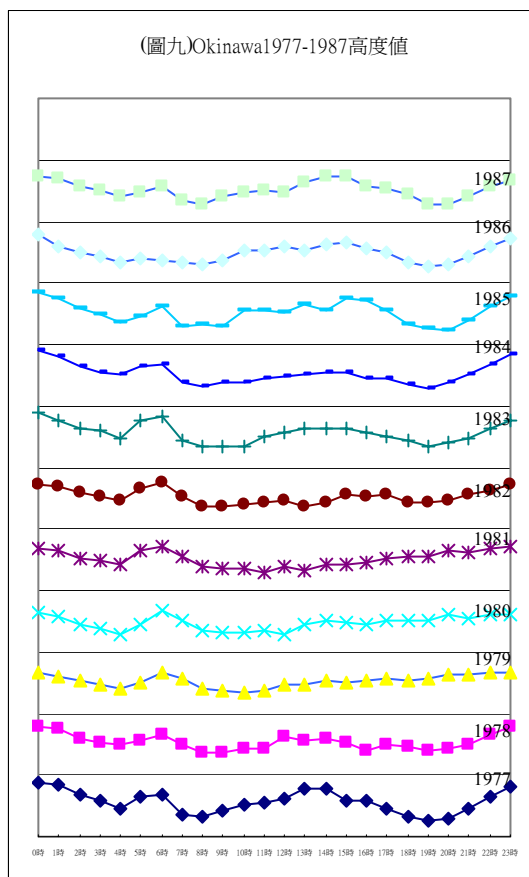
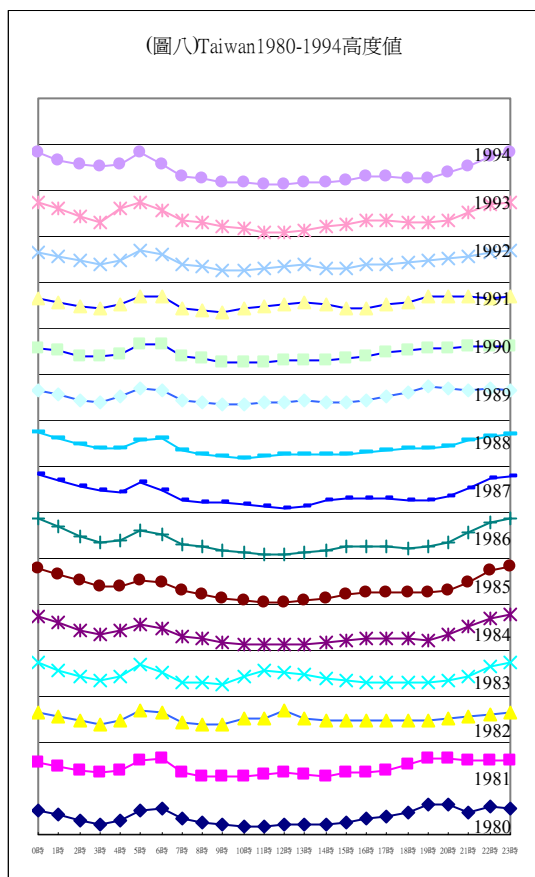
5.Wakkanai：最大電子濃度發生在中午，地區時 12:00，最小電子濃度發生在清晨，地區時 06:00，不受太陽活性的影響（圖六）

6.Tahiti：最大電子濃度發生在中午，地區時 12:00，最小電子濃度發生在清晨，地區時 05:00，不受太陽活性的影響（圖七）

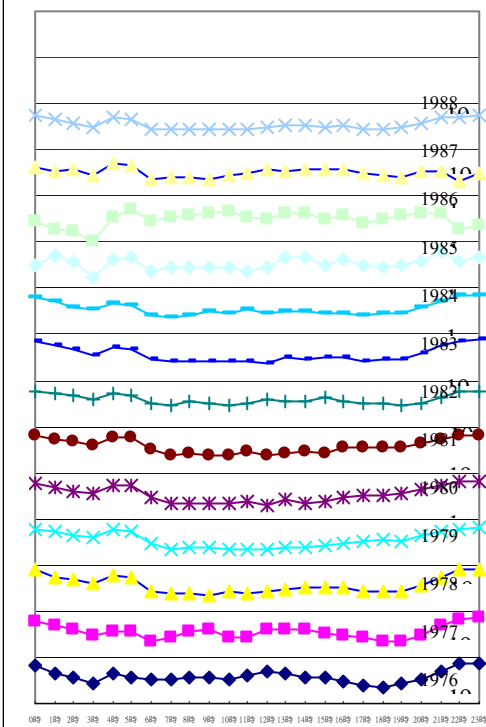


三、F 層虛高部份：

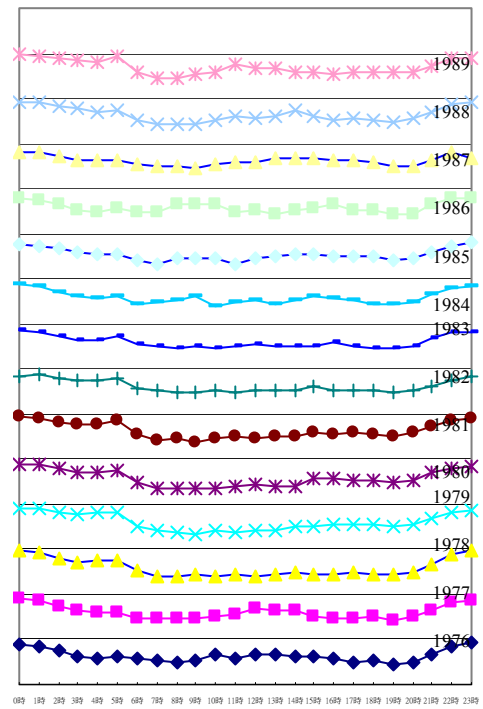
1. 中壢站：夜間 F 層虛高高於日間虛高。凌晨，地區時 05:00~06:00 有一抬升之現象，太陽活性大時發生在 06:00，太陽活性小時發生在 05:00（圖八）。
2. Okinawa，Yamagawa，Kokubunji：太陽活動性小時，日間 F 層虛高高度較高；太陽活動性大時，夜間 F 層虛高高度較高（圖九、十、十一）
3. Wakkanai：夜間 F 層虛高高於日間虛高。凌晨抬升不明顯。較不受太陽活性的影響（圖十二）
4. Tahiti：太陽活動性小時，日間 F 層虛高高度較高；太陽活動性大時，夜間 F 層虛高高度較高。受太陽活動性的影響較北半球各站均明顯。（圖十三）



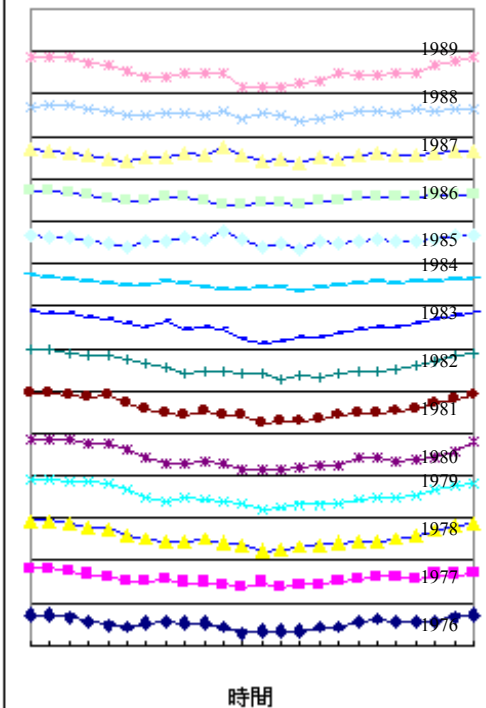
(圖十) Yanagawa1976-1988高度值



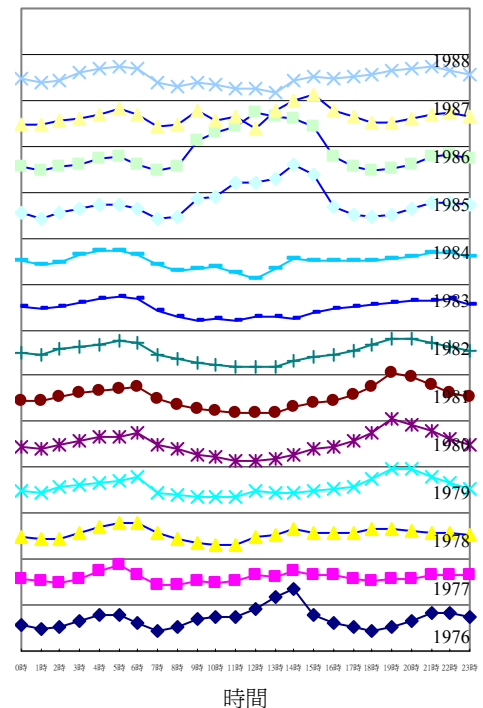
(圖十一) Kokubunji1976-1989高度值



(圖十二) Wakkanai1976-1989高度值

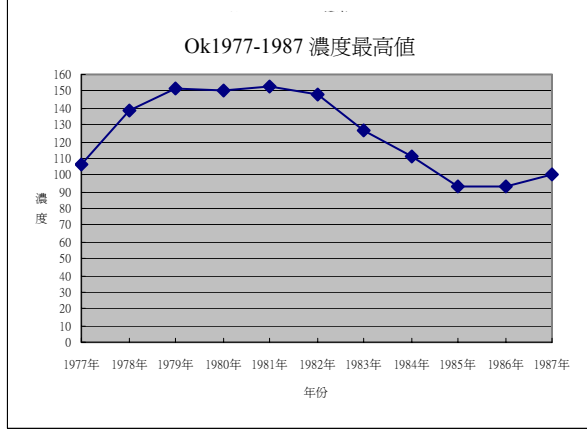
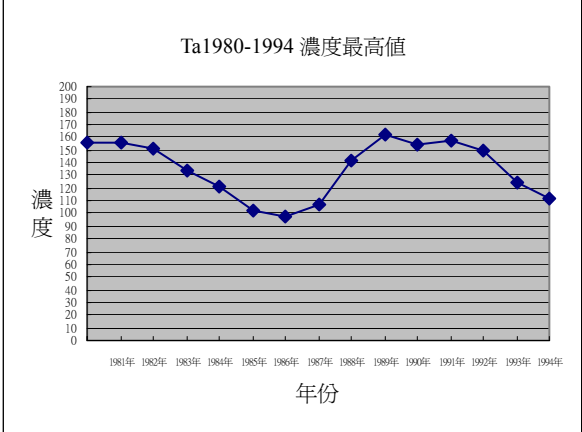
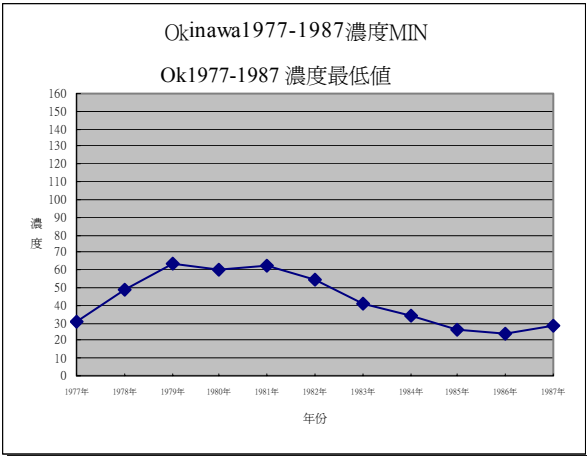
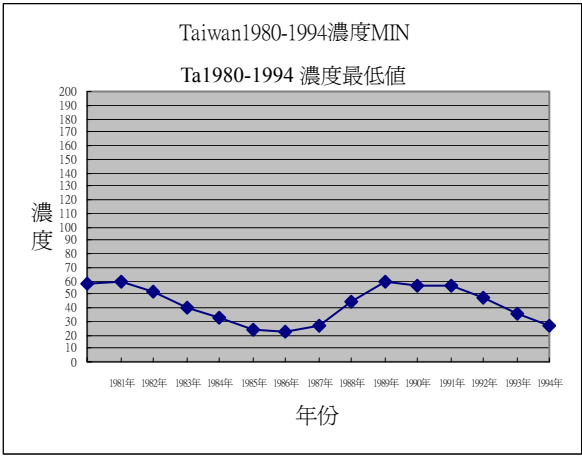


(圖十三) Tahiti1976-1988高度值



四、分析的各站明顯的顯示最大電子濃度及最小電子濃度均隨太陽黑子數有明顯的正相關(即

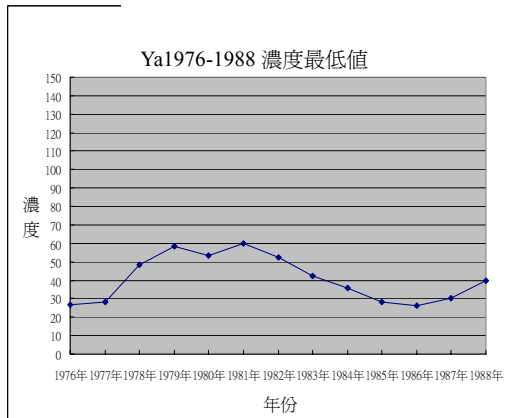
黑子數增加時電子濃度亦增加)，但在較高緯度 Wakkanai 於太陽活動性弱時趨向一定值，不隨黑子數而變（圖十四、十五、十六、十七、十八、十九）



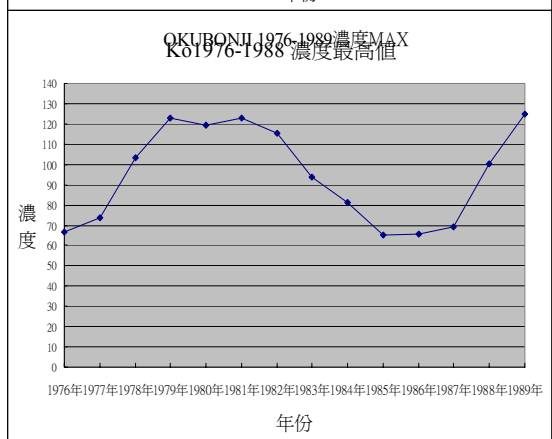
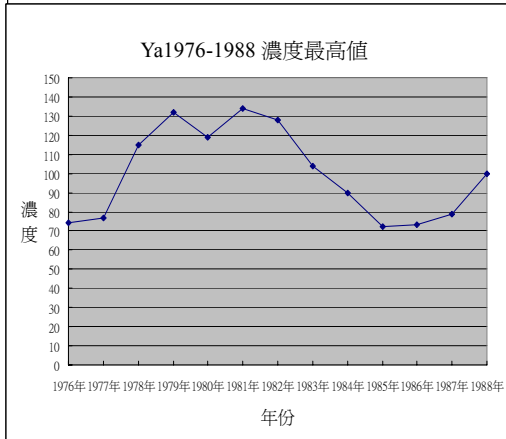
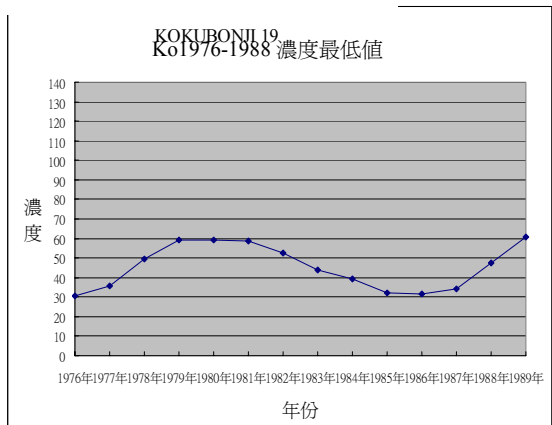
(圖十四)

(圖十五)

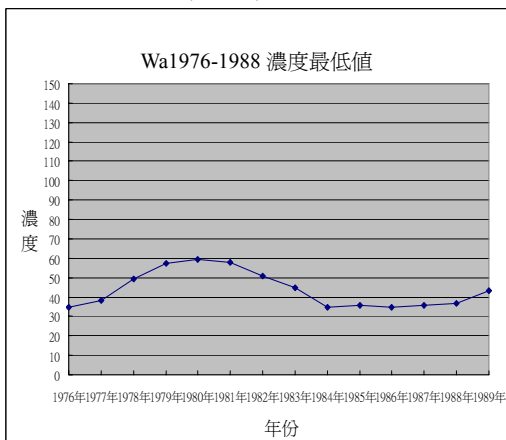
(圖十六)



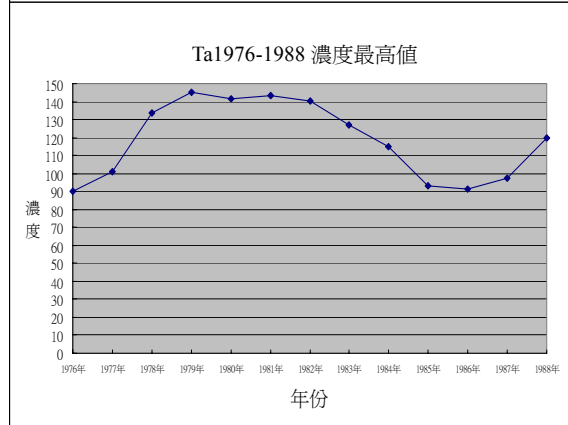
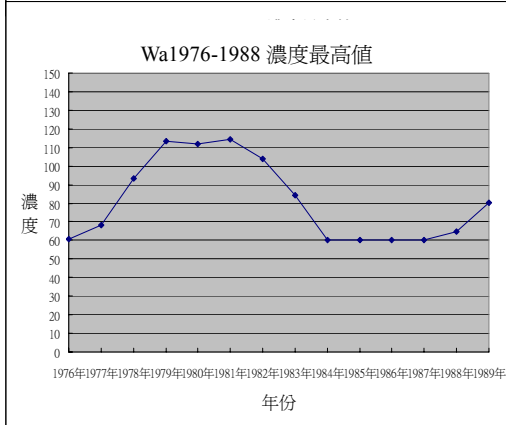
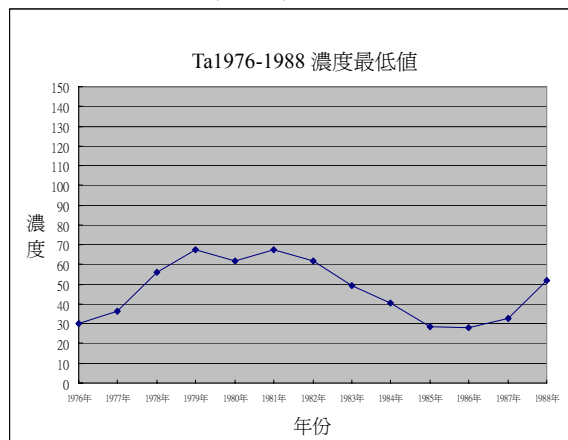
(圖十七)



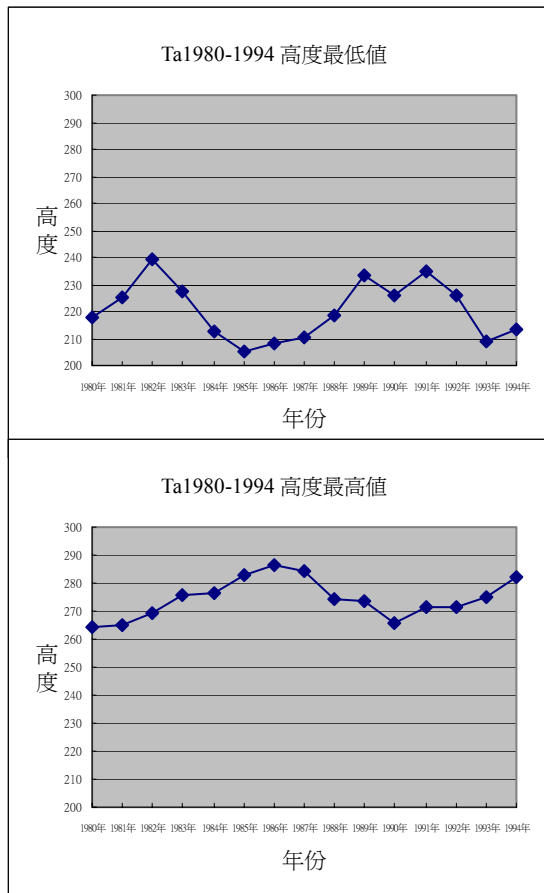
(圖十八)



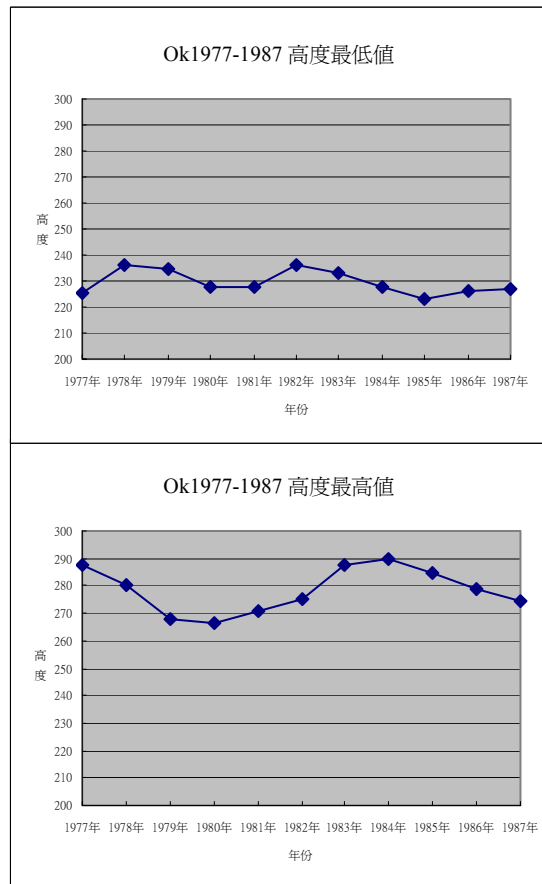
(圖十九)



五、台灣地區 $h' F$ 之最大高度與太陽黑子數有明顯的正相關，最小高度與太陽黑子數似有負相關。日本各站 $h' F$ 之最大高度及最小高度均與太陽黑子數無明顯的相關。Tahiti 之最大高度及最小高度亦與太陽黑子數無明顯的相關，但於 1986 年太陽活動性最弱時，最大高度及最小高度均為最大值（圖二十、二十一、二十二、二十三、二十四、二十五）

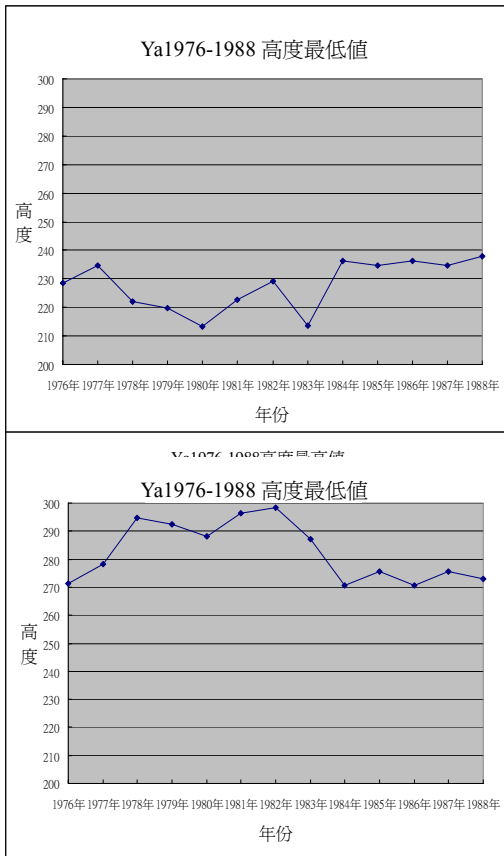


(圖二十)

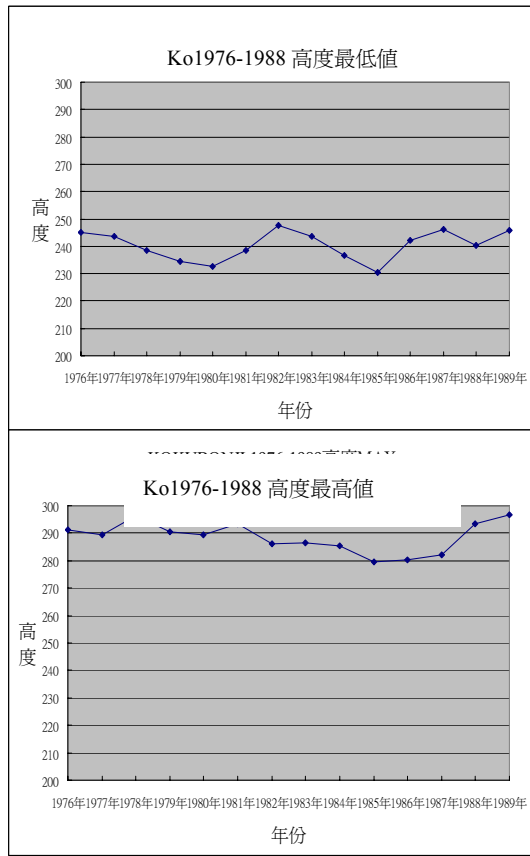


(圖二十一)

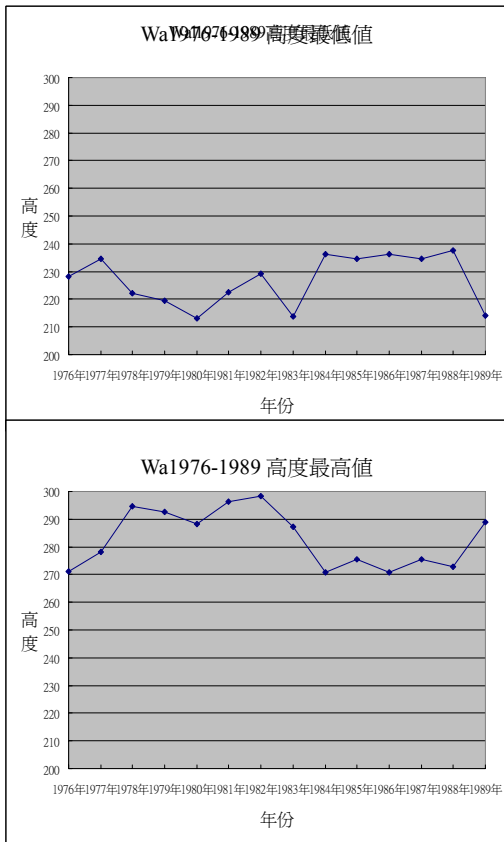
(圖二十二)



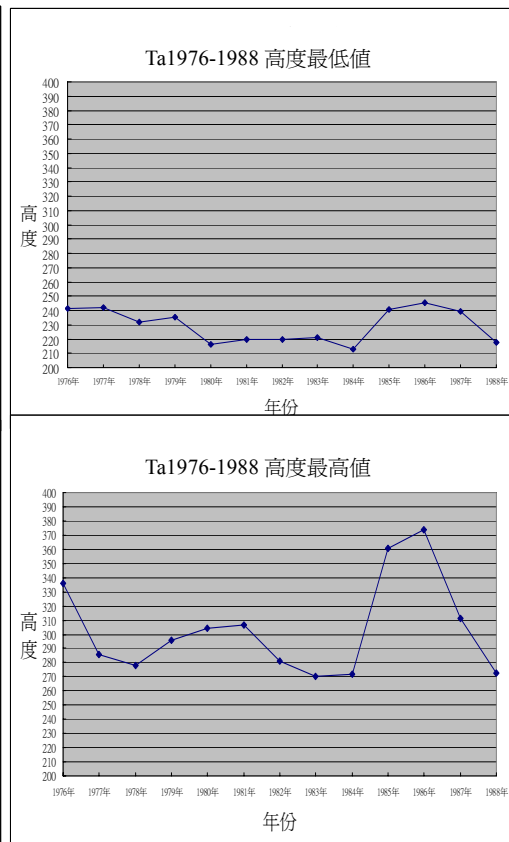
(圖二十三)



(圖二十四)



(圖二十五)



陸、討論

- 一、 分析的六個測站其電離層之最大電子濃度隨 24 小時均有一明顯的趨勢，即午間(正午或午後)最大，清晨(日出前)最小，此情形應與太陽的光化解離作用有關聯。由各站 foF2 之最大值與最小值均隨太陽黑子數幾乎同步的改變應可說明。
- 二、 台灣地區最大電子濃度發生的時間較緯度較高的日本各站最大電子濃度發生的時間約慢 2~3 小時且電子濃度與日本各站相較亦較大，因對照的時間均調整為當地的地區時 (LOCAL TIME)，光化效應應一致，時間的落後、濃度較高應與其他的動態機制有關(如赤道異常現象)。
- 三、 比較各站之 foF2 及 h' F 年平均值發現當電子濃度下降時其高度上升，電子濃度上升時其高度下降，此現象部份應可由觀測電離層時之電離圖記錄中解釋。此現象在低緯度出現，在高緯度則較不明顯，應與電離層之動態機制有關。
- 四、 於 F 層虛高之變化上僅看出台灣地區的資料與太陽黑子數有明顯的關聯，其他各站之資料均看不出與太陽黑子數有相關，此現象應有其他的變因，仍待釐清。

柒、結論

- 一、 電離層的擾動受太陽及地球磁場的影響非常之明顯，太陽的擾動會透過「光」及「粒子」的方式影響地球，明顯的表現就在「電離層」上。除了「光」及「粒子」的直接影響外，受到地球磁場的作用，仍有許多的動態效應影響著電離層的分佈。
- 二、 台灣地區之電離層受到太陽活動性的影響相當的大(相較其他各站)，在全球電離層的了解上應相當重要，有許多的效應和機制我們仍不清楚，日後應再多加強基礎科學的訓練，使我們對周遭的自然環境能更加了解。

捌、參考資料及其他

- 1.王執明，基礎地球科學(全)，台北，龍騰文化專業股份有限公司，P94，2002。
- 2.黃胤年。1988 在台灣的電離層及地磁研究。電工雙月刊，第 31 卷，第 4 期，第 281-294 頁
- 3.Kelley, M. C., 1989: The Earth' s ionosphere, Academic Press, p5.
- 4.鄭惇仁 蔡龍治。1999 應用模糊集合理論於中壢電離層探測儀自動化電離圖判讀。物理雙月刊，21 卷 5 期
- 5.交通部電信總局電信訓練所中壢電離層觀測報告。

參考網站： <http://spidr.ngdc.noaa.gov/spidr/index.html>

<http://www.ngdc.noaa.gov/ngdc.html>

<http://www.ngdc.noaa.gov/stp/SOLAR/solar.html>

評語

- 1 在收集資料上，能利用國內觀測資料及國外網站數據作整合分析，十分值得嘉獎
- 2 對數據的認知與科學分析仍宜加強