

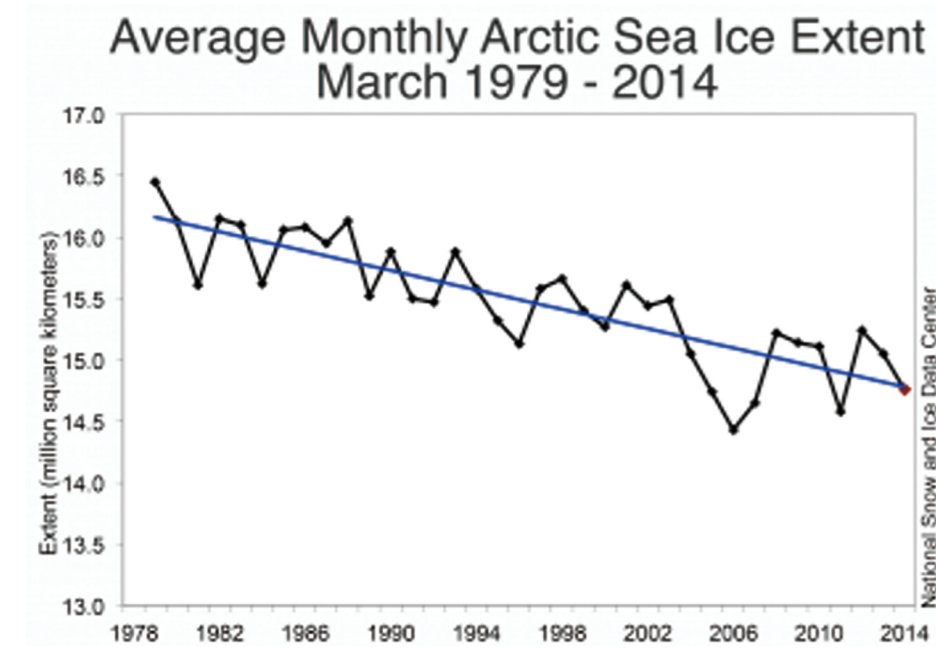
# 冰氣奇緣

-探討海冰面積之消長因素-

## 北極

右圖顯示從1979-2014年每年三月的平均海冰面積，每十年下降2.6%。

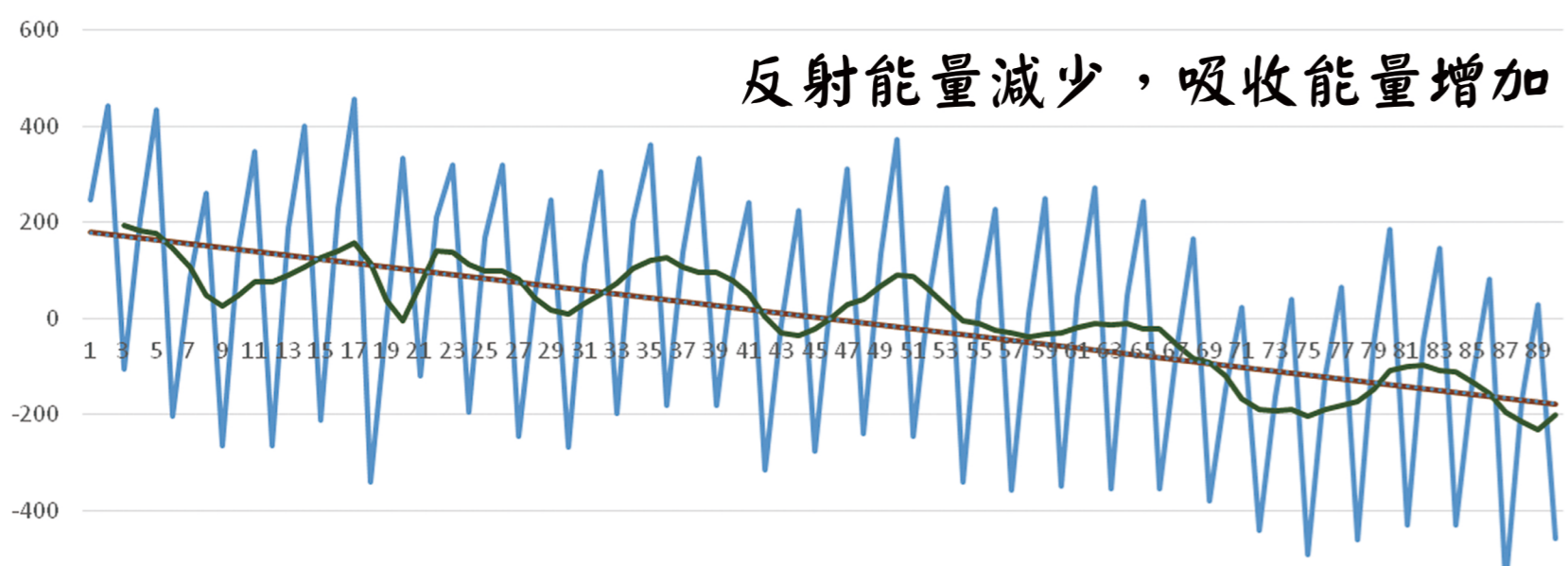
為何北極的冰面積逐年減少



## 北極輻射能量的變化

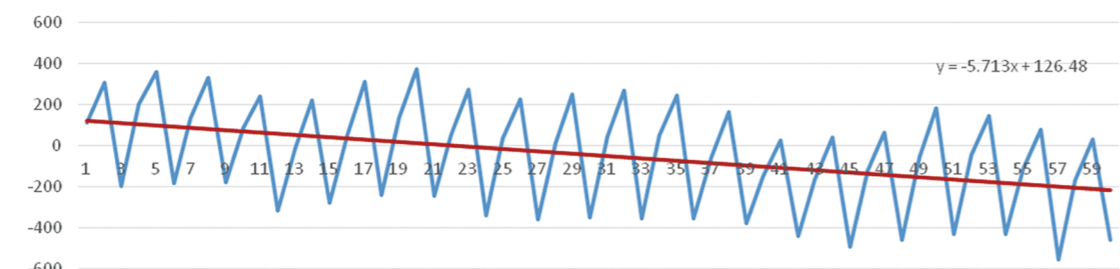
1982-2011冬半年能量變化 (近30年趨勢)

反射能量減少，吸收能量增加

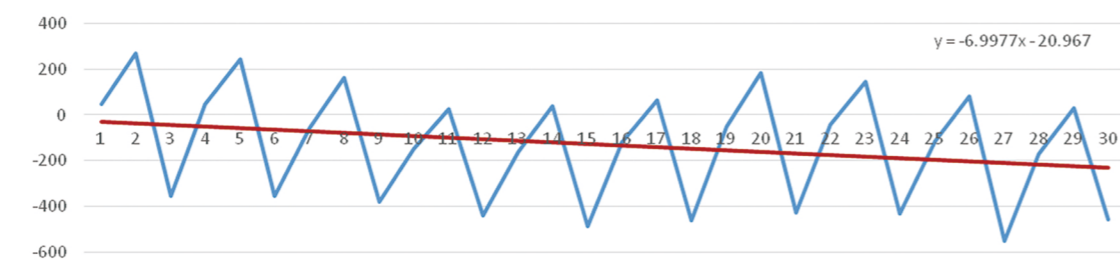


海冰單位面積的反照率約為0.8 海洋單位面積的反照率約為0.08  
 $(\text{Sea ice area} - \text{Sea ice area average}) \times 0.8 = E1$   
 $(\text{Sea ice area} - \text{Sea ice area average}) \times 0.08 = E2$   
 $\Delta E = E1 - E2$  即為海冰面積變化所對應的輻射變化量。

1992-2011冬半年能量變化 (近20年趨勢)

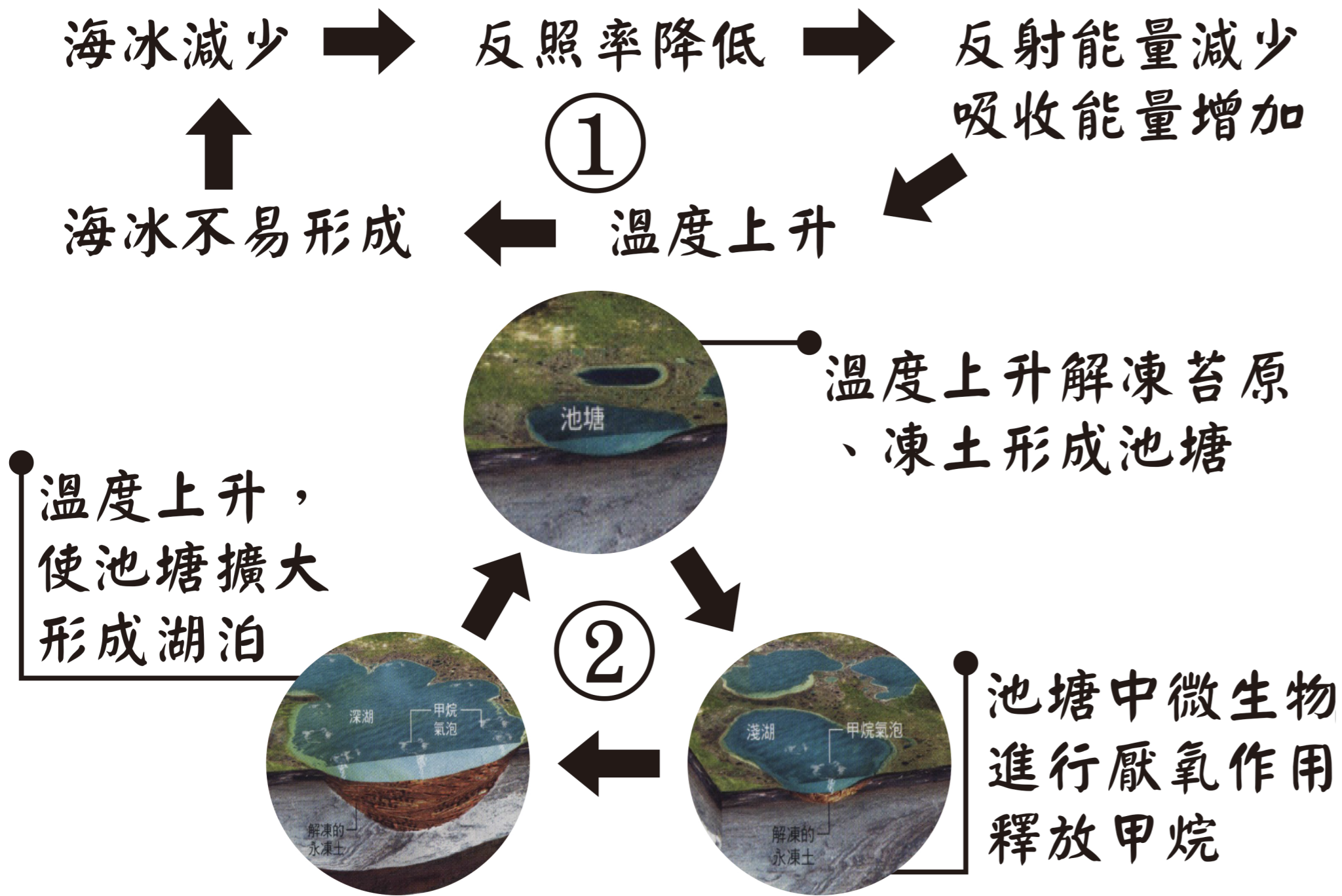


1992-2011冬半年能量變化 (近10年趨勢)

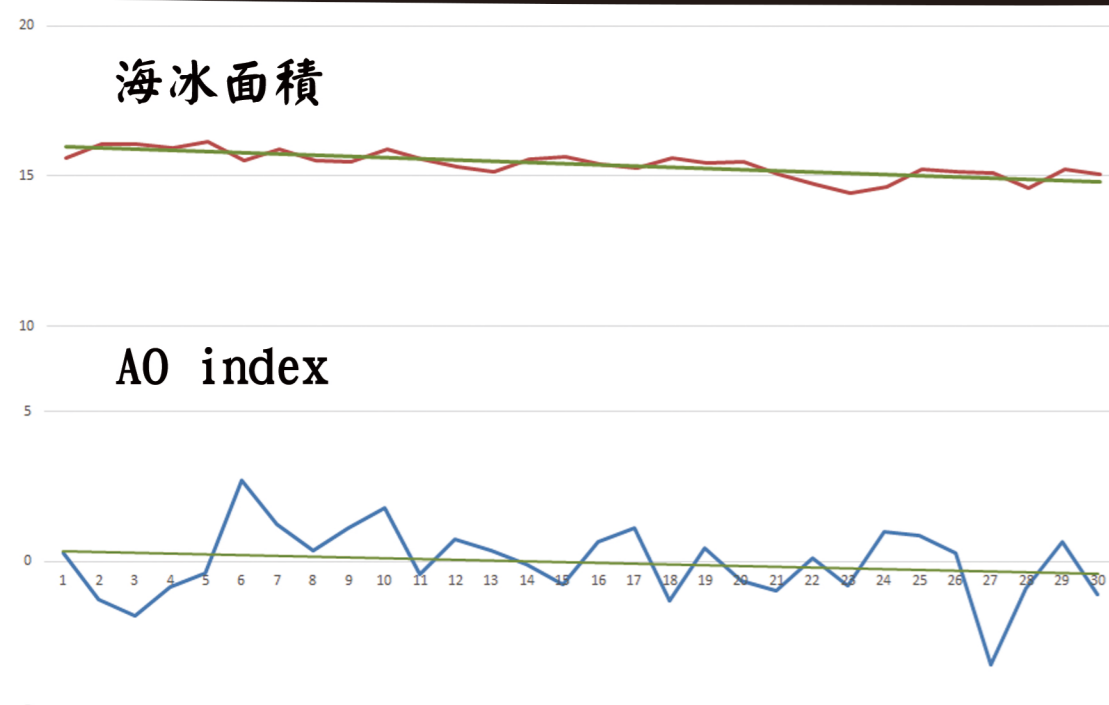


1982-2011 30年的趨勢線其斜率為-4.005，近20年趨勢線斜率為-5.713，最後近10年趨勢線斜率為-6.9977。代表其趨勢是越來越明顯、越來越劇烈。換言之地表多吸收的能量也越來越多。

## 北極放大效應回饋機制



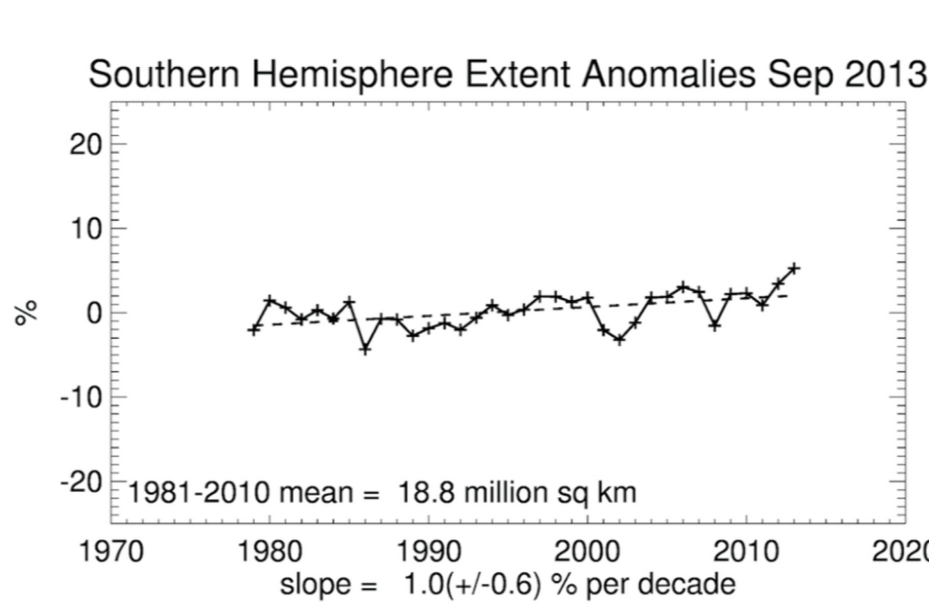
## AO與海冰面積



從右圖來看，近三十年北極海冰的面積及AO index的趨勢線，均為負相位，AO不只影響了北半球的天氣變化，正負相位出現的頻率也影響著海冰面積的變化。

## 結論

北極海冰面積減少原因：  
 1. 海溫的升高  
 2. 北極放大效應  
 3. 極地高壓減弱



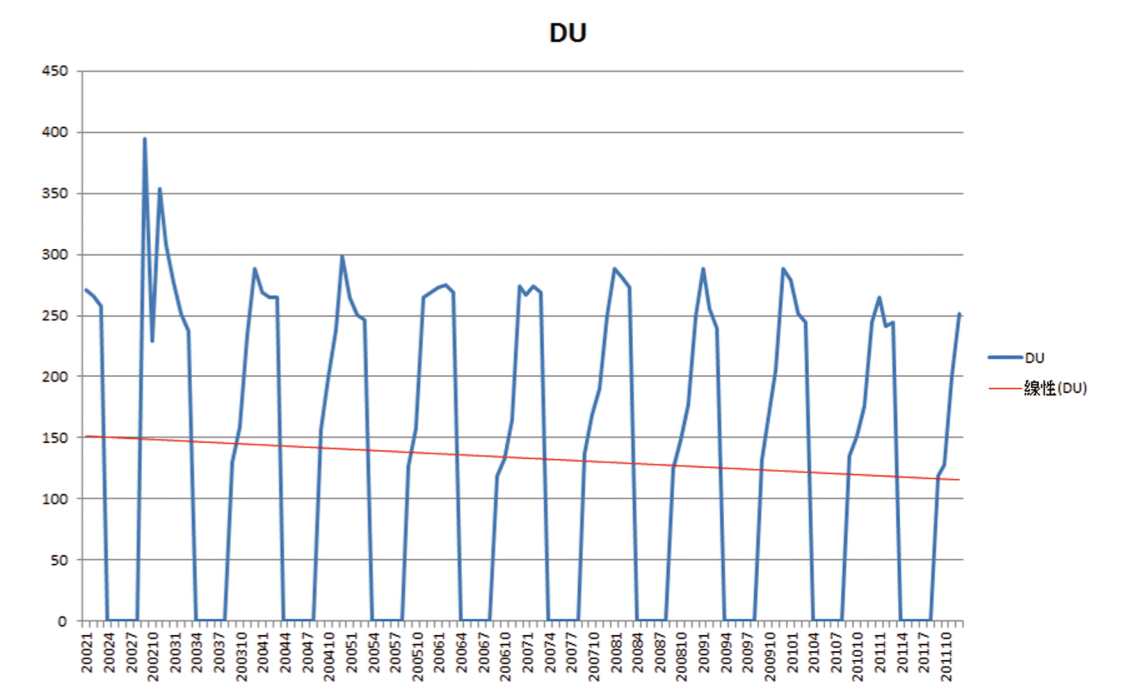
右圖顯示從1981-2010年每年九月的平均海冰面積，每十年增加0.5%。

## 南極

為何南極的冰面積逐年增加

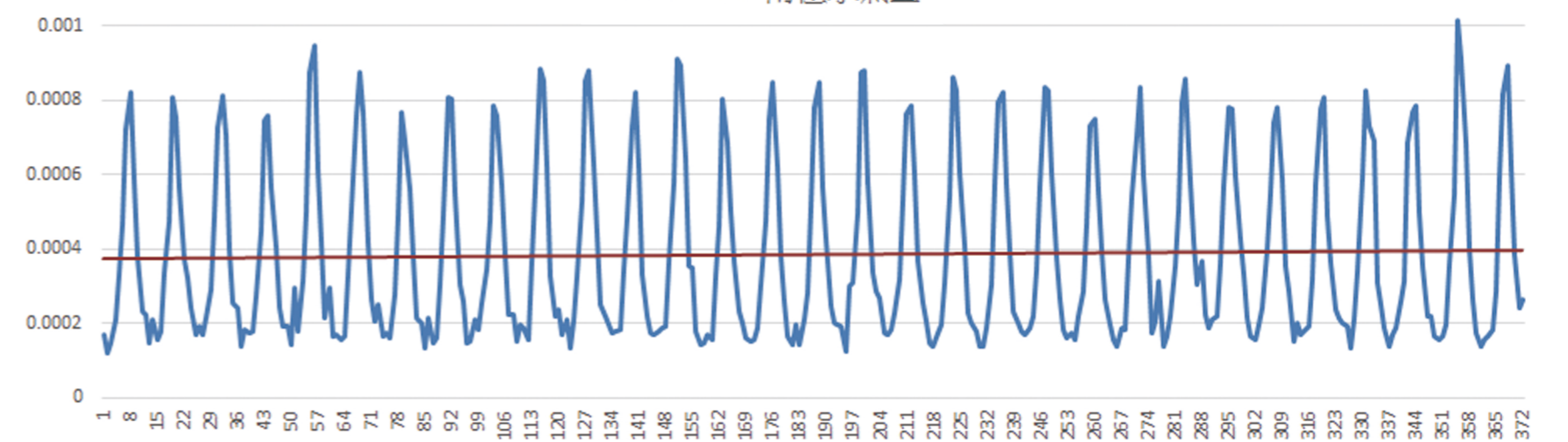
## 臭氧濃度變化

左圖顯示從2001-2011年月平均的趨勢線，有明顯的季節變化，在南半球冬季時臭氧濃度非常低，而且在整體的趨勢上，平均濃度逐年減少，在平流層因臭氧減少，吸收能量減少，對平流層有冷卻的效應。



## 水氣量變化

1979-2009南極水氣量

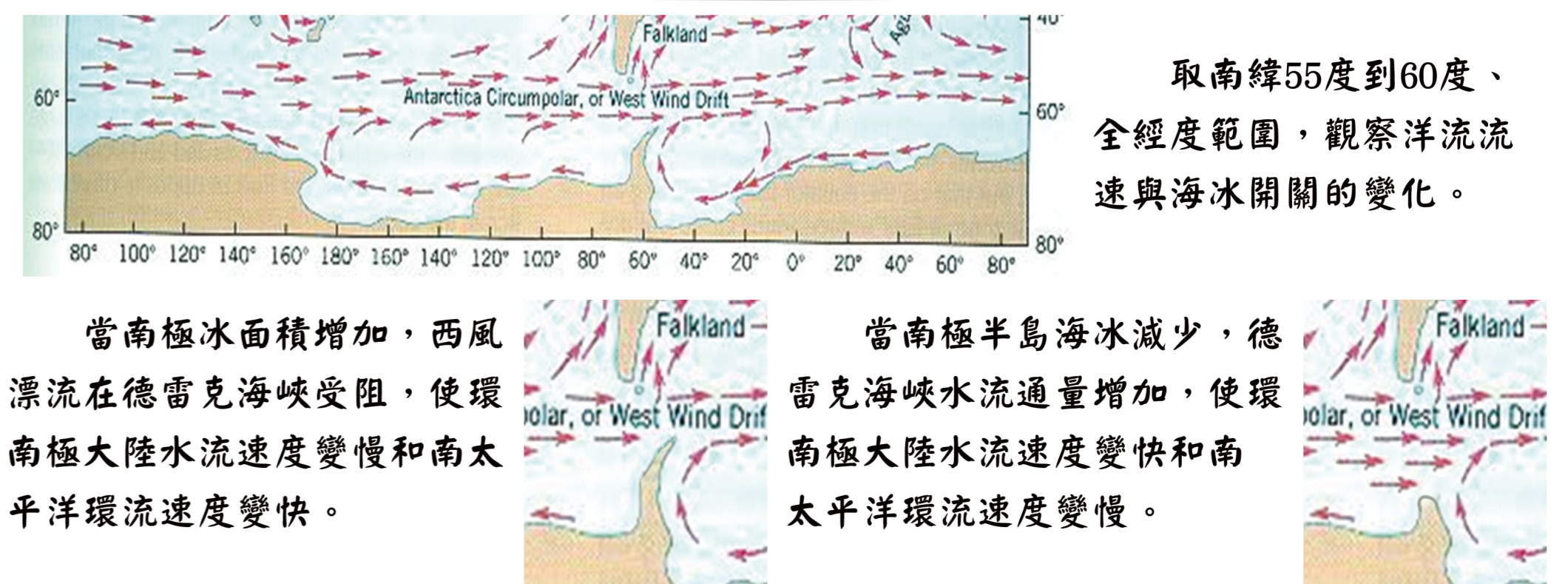


由於臭氧的逐年減少，輻射能夠達到地表，使海洋表面有更多的水蒸發成水蒸汽，空氣中水氣量增加，降水量隨之增加，南極溫度夠低，降水容易形成冰。

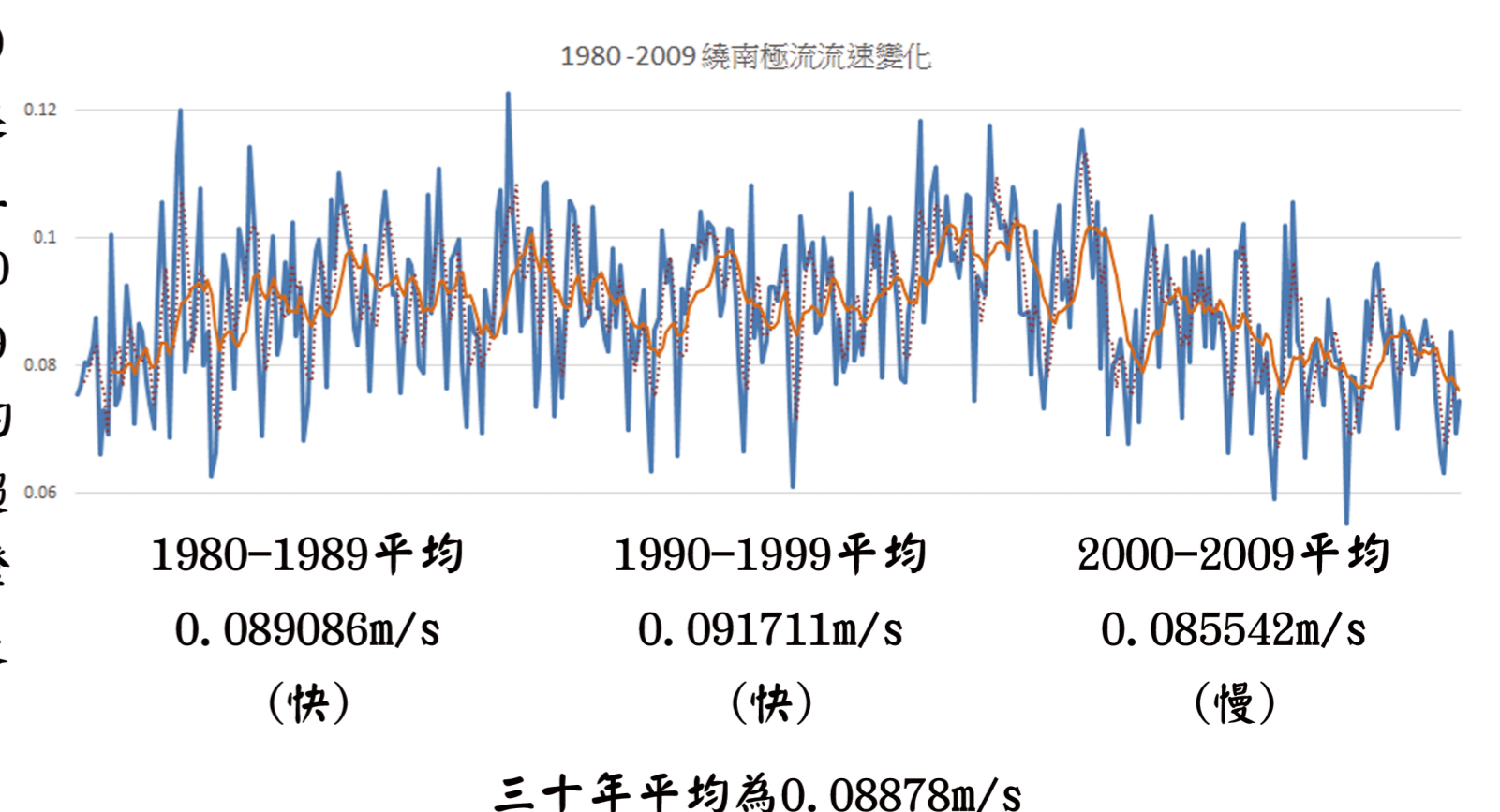
## 臭氧對海冰增加機制



## 西風漂流與海冰開關



右圖為1980-2009年西風漂流流速的逐年月平均序列；由三十年的平均，與1980至1989、1990至1999、2000至2009年平均比較，得到洋流的趨勢是在變慢，也就證明南極冰面積平均是不斷在增加的。



1980-1989平均 0.089086m/s (快)  
 1990-1999平均 0.091711m/s (快)  
 2000-2009平均 0.085542m/s (慢)

三十年平均為0.08878m/s