

HHT 方法在南海晚第四紀古氣候時間序列分析 之應用 (MD972142)

Application of HHT Methods in South China Sea Paleoclimatic Time Series Analysis (MD972142)

翁海馨¹；蕭良堅¹；陳崗熒²；陳明德¹

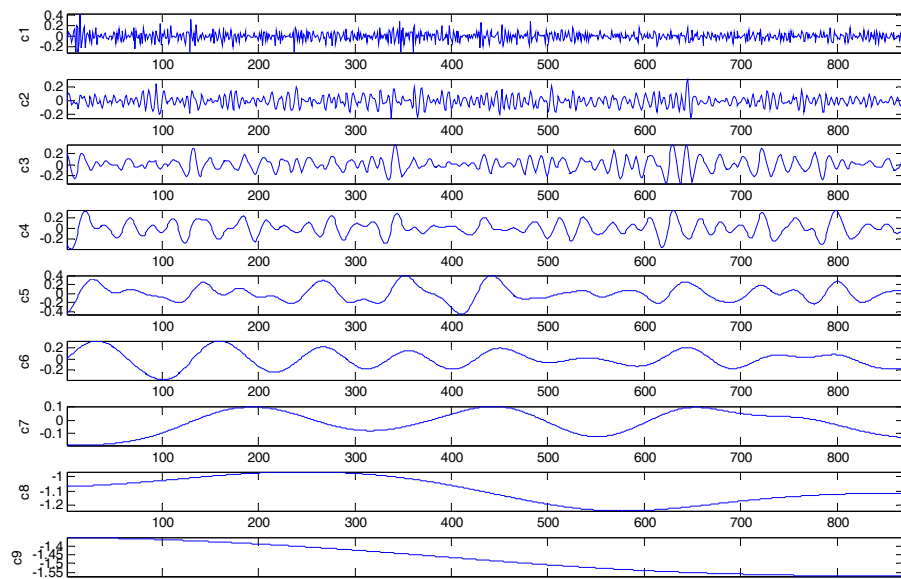
1. (國立海洋大學應用地球科學研究所，基隆)
2. (私立華梵大學電子工程系，台北)

分析氣候變化數據的週期性為了解氣候變化控制因素的重要環節。氣候變化的資料多為非穩定 (nonstationary)、非線性 (nonlinear) 的時間序列，且資料本身的長度不足，使得傳統分析方法如快速傅利葉轉換 (FFT, Fast Fourier Transform) 有許多的困難。使用 FFT 分析適用於線性、穩定、時間域廣的時間序列，應用上難免會因數據與理論條件的不吻合而產生雜訊，且所轉換的頻譜只有顯現出平均的能量分布；希爾伯特轉換 (HT, Hilbert Transform) 雖可以解析出時間序列的瞬時頻譜，但仍無法克服非線性與非穩定性的問題，而新的希爾伯特-黃轉換 (HHT, Hilbert Huang Transform) 分析方法 (Huang 1998) 可以適用在非線性、非穩定的時間序列上。HHT 的經驗模態分解 (EMD, Empirical Mode Decomposition) 的時間序列拆解方法可得到具有物理意義的內建模態函數 (IMF, Intrinsic Mode Functions)，可以在已知有限的時間序列上，提供更佳的頻譜轉換與更好的解析度及穩定性。

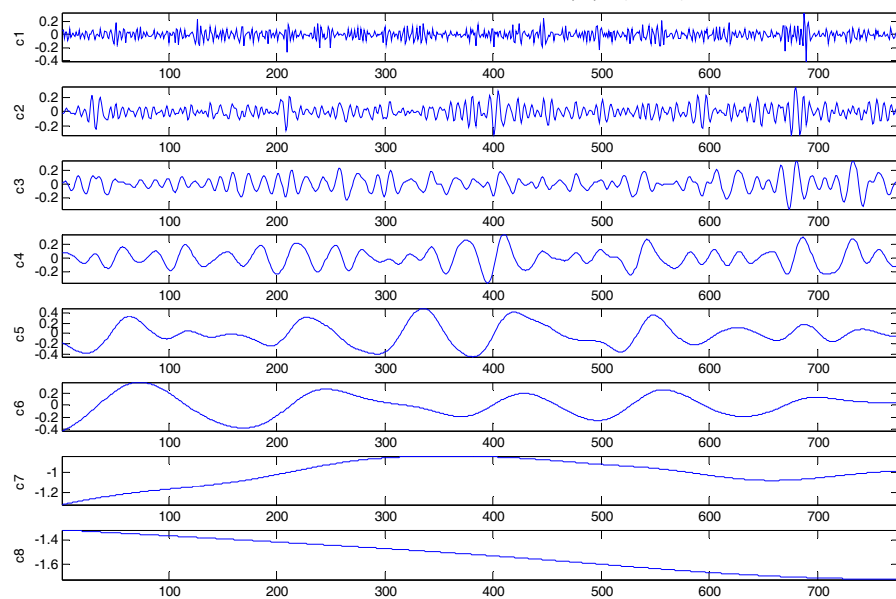
基於 FFT 的時間序列分析曾被利用在國際海洋全球變遷研究計畫 (IMAGES) 在南海西北部靠近巴拉望島西北隅所採的近九十萬年岩心記錄 MD972142 的時間序列分析 (蕭良堅，碩士論文，2002)。以 MD972142 的氧同位素記錄為例，基於軌道力微調年代模式 (Imbrie *et al.* 1984) 的時間序列在 FFT 的分析之下，頻譜的能量集中在 23K、41K 與 100K 的週期上，而以 HHT 的 EMD 方法拆解，本研究濾出四個主要的 IMF (圖一)，其主要頻率分別為 19K-23K、23K、41K-100K 與 100K，而在希爾伯特頻譜分析 (HAS, Hilbert Spectrum Analysis) 下只顯現出 100K 與 23K 的主要能量；若僅以古地磁年代模式 (Brunhes / Matuyama Boundary) 建立的 MD972142 氧同位素記錄，則可得到 23K、23K-41K、100K 等主要週期的 IMF (圖二)。本研究亦使用濾波器 (Filter) 濾出 FFT 轉換的頻譜振幅隨時間的變化，以 MD972142 氧同位素記錄的 100K 週期為例 (圖三)，振幅自 500Kya 以來有明顯增大的現象；而 MD972142 氧同位素記錄以 HHT 的 EMD 方法轉換下則表現

出更顯著的自 500Kya 以來的 100K 週期振幅增強現象，顯示此一現象可能與時間序列分析方法的限制無關。

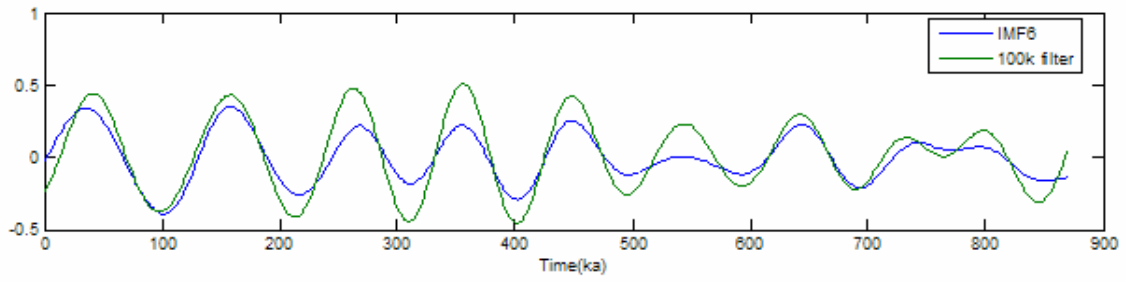
本研究亦比較基於軌道力年代模式的 MD972142 氧同位素與烯酮類海水表面溫度 (Alkenone Sea Surface Temperature) 記錄。FFT 方法顯示出兩者在三個主要的軌道力週期有顯著的相干性與同相 (In-Phase；冰期時海水表面溫度為極小值)，顯示南海海水表面溫度隨全球冰期氣候同步變化；而在 HHT 的轉換中，MD972142 氧同位素與烯酮類海水表面溫度的軌道力週期 IMF 也顯示出同相的關係 (圖四)。值得注意的是，MD972142 海水表面溫度的 100K 週期振幅在 500Kya 之前亦如同氧同位素記錄所顯示的有減弱的現象，暗示南海海水表面溫度在 100K 週期與全球冰川體積變化的密切關係。



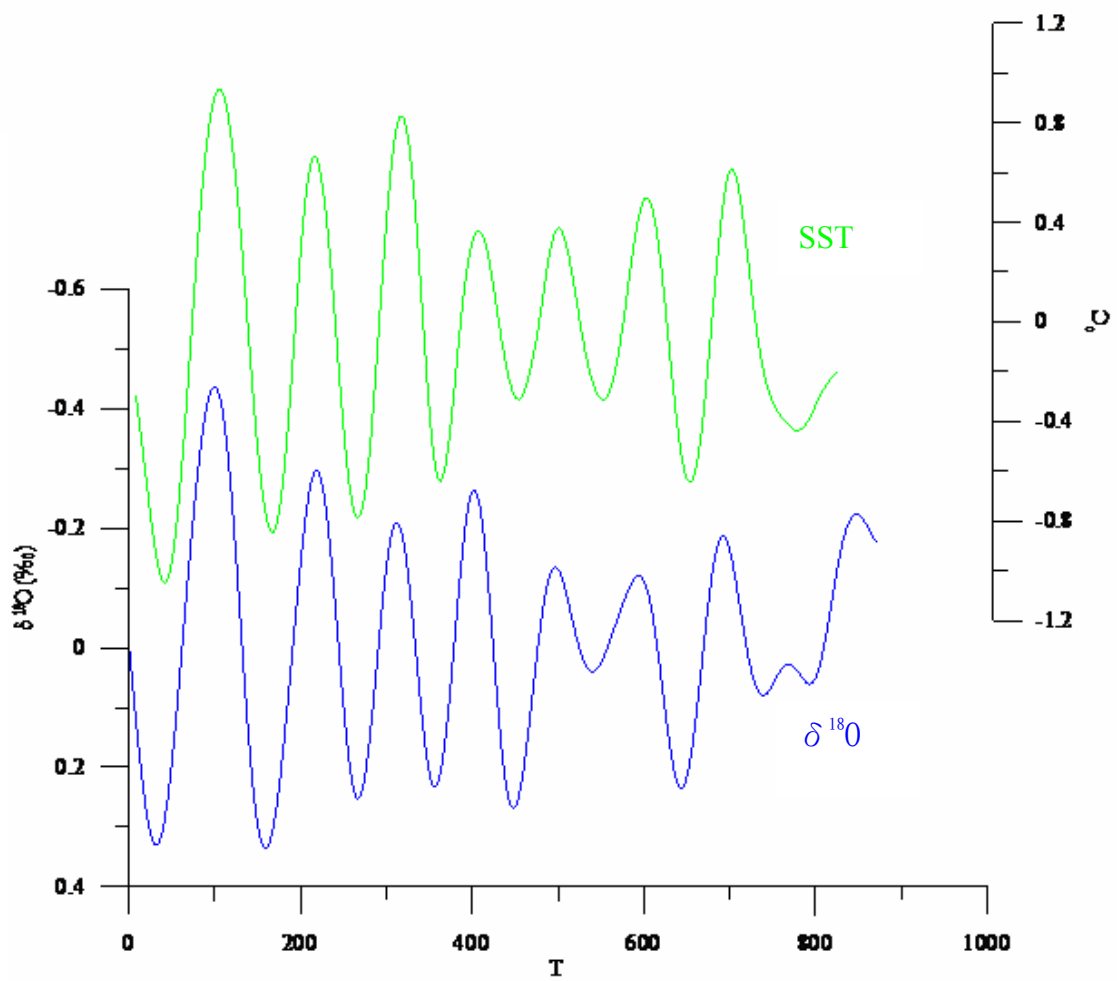
圖一：MD972142 $\delta^{18}O$ 軌道力年代模式之 IMF



圖二：MD972142 $\delta^{18}O$ 古地磁年代模式之 IMF



圖三： $\delta^{18}\text{O}$ 記錄在經過 FFT 分析 100K 濾波器與 EMD 濾出的 IMF6（100K 週期）的比較



圖四：MD972142 $\delta^{18}\text{O}$ 與 Alkenone SST 在 EMD 所拆解出 IMF6（週期 100K）的變化