

# 四種限制可預測度的誤差來源 及其交互作用

林 和

國立台灣大學大氣科學系

(中華民國七十七年七月十日收稿；八月三十一日定稿)

## 摘 要

傳統可預測度的研究偏重系統中初始場隨機誤差的非線性指數成長，這裡假設系統的完美形式已知，並且能被正確預測，但是現實世界中很難達到如此要求。我們對系統的認知不但有限而且訊息時常受到預測工具的隨機性侵蝕，甚至大氣本身（對我們而言）即包括隨機因素在內。面對這情況，我們必須釐清誤差來源。除非能正確掌握導致誤差的機制，我們的預測錯誤將難以累積成下次改進的經驗。

本文將誤差分為自然、系統、氣候與隨機四類，經過簡單的動力系統，我們模擬這四種誤差的成長行為。它們的交互作用及在誤差成長曲線的特徵將予以詳細分析，希望其結果能指示客觀或主觀預報的極限。由此程度預報可改進的空間。

關鍵詞：可預測度，平均開方誤差，隨機誤差，初始誤差，系統誤差。

## 一、前言

從動力系統（e.g.; Guckenheimer & Holmes, 1985）的研究顯示，有限次元、非線性、耗散系統（finite dimensional、nonlinear、dissipative system）往往在相空間（phase space）內環繞著奇異吸子（Strange attractor），沿著奇異吸子盆地 Basin 的軌跡加以密度平均，相當於氣候，若吸子不止為一，則各種“短”氣候狀態的平均形成“長”氣候。）旋轉，沿軌跡每一點皆處於不穩定狀態（相當於天氣振動），圖 1 為很好的示意例子。而軌跡的去向，對初始值極端敏感，所謂“差之毫厘，失之千里”。如果我們觀

察許多相鄰兩點的發展，其距離就平均而言，會漸漸呈指數型擴張。初始值所包含的有限訊息（finite information）將逐漸受到侵蝕（初始值永遠不能完全準確，finite accuracy），所以可預測度的長短，代表系統與生俱來的特質。

傳統可預測度的計算，經過實際大氣或數值模式或紊流理論，比較兩組開始類似而其後分歧的演進過程（Lorenz, 1969），由 MSE（mean squared error）的時間函數決定系統的預報極限。這裡假設預報過程為完美（perfect）的，所有的誤差皆由初始值所引致，而初始誤差為隨機變數，這兩點假設當然與實際狀況不合。地球大氣受洋流、太陽輻射、水相變化影響，天文及邊界因