

# 複雜性科學的歷史與發展

# 複雜性科學的起點

- 人類研究複雜系統已有數千年歷史
  - 最早可追溯至亞里斯多德 (384-322 B.C.)
  - 亞里斯多德強調自然界是由「整體與部分」組成的，他的名言： - 「整體大於部分之和」 (The whole is greater than the sum of its parts)
- 複雜系統科學的核心理念：
  - 整體行為不能簡單地由局部特徵加總得出。
  - 與動態系統理論 (Dynamical Systems Theory) 的關聯
  - 時間、 $\Delta T$  的概念

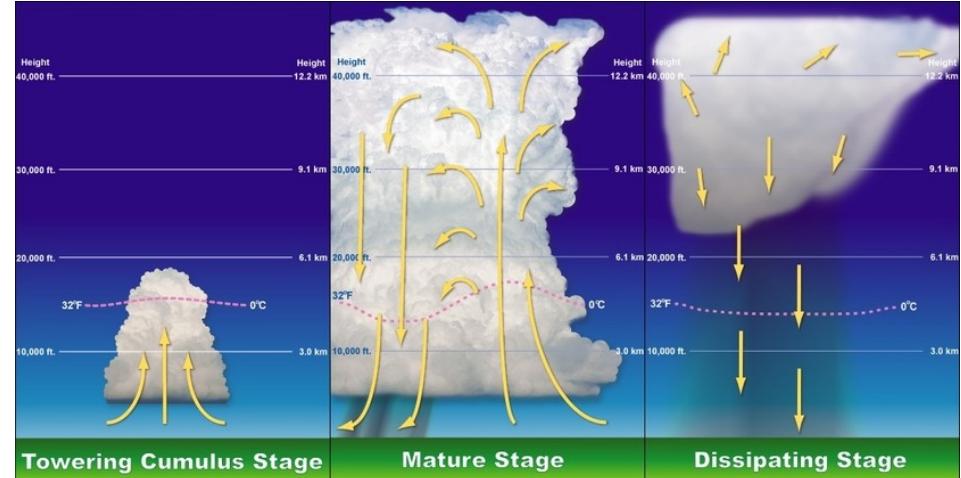


# 牛頓與動力學

- 伽利略對運動的研究挑戰傳統
- 牛頓建立了動力學科學基礎被認為是「動力學史上最重要的人物」
- 拉普拉斯 (1814)：
  - 基於牛頓力學，提出「萬物可預測」的假設

# 龐加萊的發現

- 19 世紀末：Henri Poincaré 模擬天氣行為
- 人類首次接觸混沌系統
- 開啟了長期天氣預測的研究夢想



# Lorenz 與混沌理論

- 1963 年：Edward Lorenz 的電腦氣象模型
- 發現簡單系統也會因初始條件而產生巨大差異
- 「蝴蝶效應」的起源
- 顯示自然系統的非線性本質

# 複雜性理論的誕生

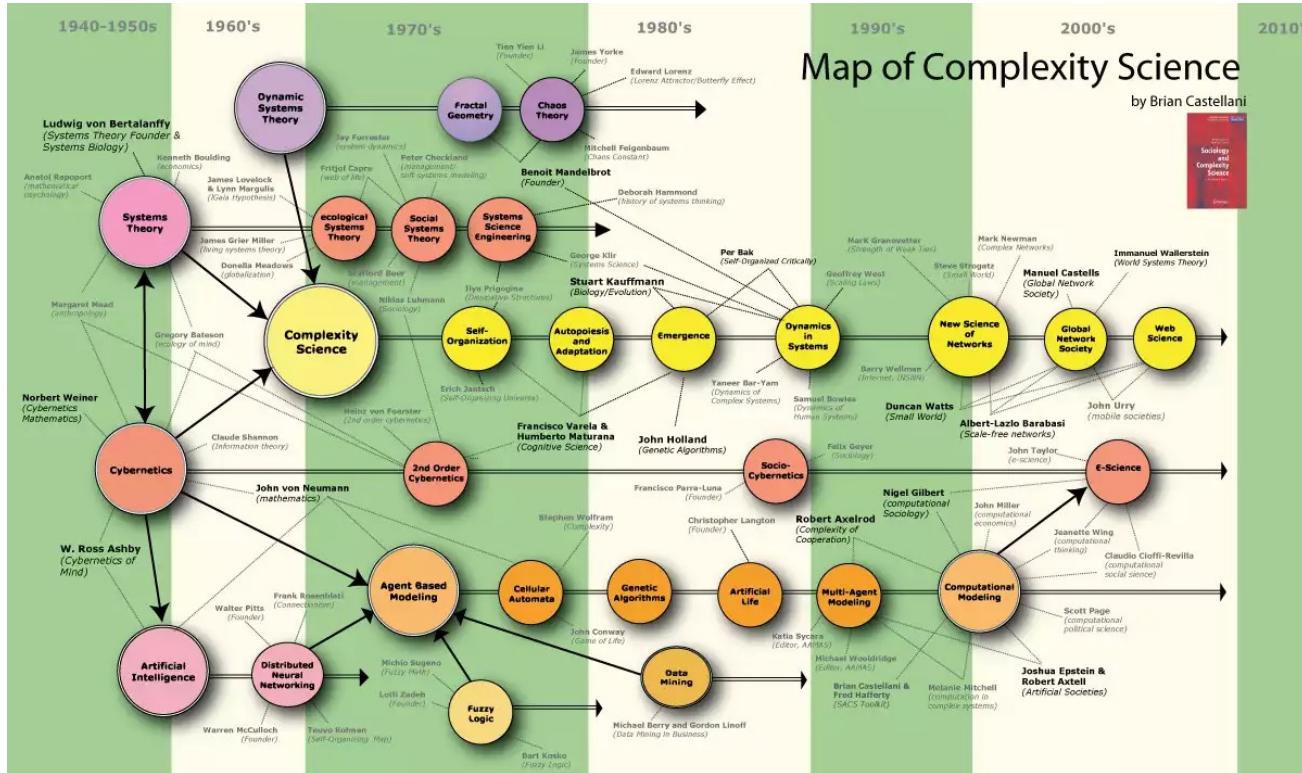
- 混沌理論逐漸演化為複雜性理論
- 1970 年代起對複雜系統的專門研究增加  
(Vemuri, 1978)
- 聚焦於複雜適應系統 (Complex Adaptive Systems)

# Santa Fe 研究所

- 全球第一個專門研究複雜系統的研究所
- 由 24 位科學家與數學家創立
- 多數來自洛斯阿拉莫斯實驗室
- 後續其他研究機構成立，研究範圍涵蓋：
  - 生物系統
  - 社會系統
  - 經濟系統

# Definitions of Complexity

- <https://serc.carleton.edu/NAGTWorkshops/complexsystems/definitions.html>



# 總結與延伸閱讀

- 複雜科學仍在快速發展中
- 延伸資源：
  - Mitchell (2009) 《Complexity: A Guided Tour》
  - <https://www.complexityexplorer.org/courses/185-introduction-to-complexity#gsc.tab=0>
  - Castellani (2018) 發展地圖