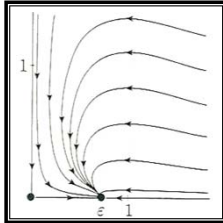
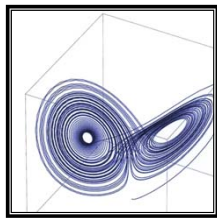


## 研究與教學經驗的分享

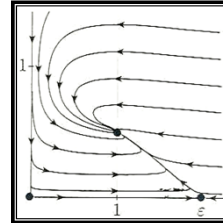
郭鴻基 教授  
大氣科學系



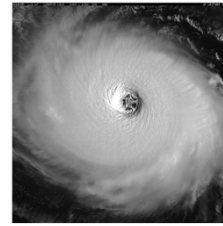
(掠食者的滅絕)



(Lorenz 吸子)



(掠食者與被掠食者共存)

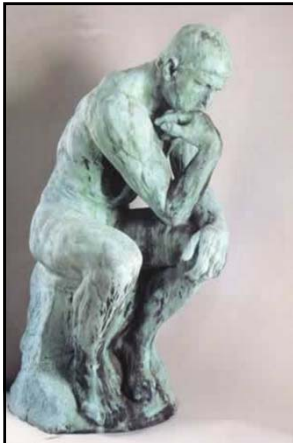


### 內容：

學術生涯就如非線性動力系統，充滿混沌和蝴蝶效應，差之毫釐，往往失之千里，有失必有得，也永遠會有機會，事在人為。一路走來，就個人學習經驗，分享對學術生涯規劃看法。

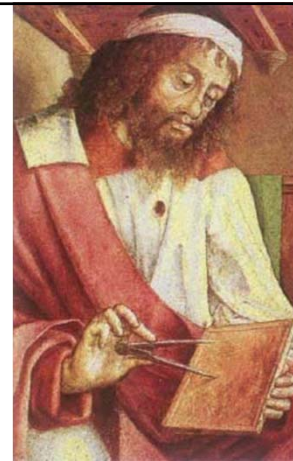
時間：2010/9/2 (四)

地點：臺大99年度新進教師研習營



## 讀 算 寫

幾何  
代數  
微積分  
電腦計算繪圖



+   -  
加、減  
線性  
大題大作

x   /  
乘、除  
非線性  
小題大作

數量化、數位化  
數學化--模式--動力系統



Sir Isaac Newton  
(1642-1727)

## Isaac Newton

**Principia 1687**

**Nature and nature's law  
lay hid in night,  
God said,  
Let Newton be,  
and all was light. A. Pope**

17世紀

力學

18世紀

力學、流體力學

19世紀

熱力學、統計力學、熱力學、  
電磁學、生物學  
(小獵犬號船長是一個氣象學家)

20世紀

輻射學、量子力學、  
原子物理、電腦、氣象科學  
地球科學、生命科學、天文學

21世紀

複雜科學

2005—2055 科技探索 Institute For The Future

生物模擬與計算

數學模型與生物結合

健康醫療規劃

生物資訊分析(Bioinformatics)

透過人腦、電腦介面，強化人體功能

生物檢測

**複雜系統**：生態、經濟、氣象等數學模式應用議題

數量化、數位化

數學化--模式--動力系統



## 專長

- 颱風與渦旋動力  
**Typhoon and Vortex Dynamics**
- 計算數學科學數學  
**Computational Mathematics /  
Applied Mathematics**
- 地球物體流體力學  
**Geophysical Fluid Dynamics**
- 兩度空間亂流  
**Two-Dimensional Turbulence**

## 郭鴻基 教授

### 學歷

- 科羅拉多州立大學大氣科學研究所  
碩士1981/09-1983/11  
博士1983/11-1987/03
- 國立臺灣大學大氣科學系  
學士1975/09-1979/06

### 曾獲得之學術獎勵

- 美國UCLA University of California教授交換獎 1994
- 國科會甲等獎 1992-1993, 1998-1999, 2001-2002
- 國科會優等獎 1994-1995
- 國科會傑出獎 1996-1997, 1999-2000, 2002-2004
- 國科會特約研究員 2005-2007
- 台大理學院教學優良教師獎 1998
- 台大教學傑出教師獎 2002
- 臺大終身特聘教授 2006
- 教育部國家講座 2007

### 經歷

- 國科會永續會防災氣象召集人 2006-2008
- 台灣大學理學院副院長 2004-2005
- Purdue University, 訪問教授 2002-2003
- 國科會自然處大氣學門審議召集人 1997-2001
- 地球科學集刊 (TAO) 期刊召集人 1997-1999
- 地球科學集刊 (TAO) 期刊大氣科學部分編輯 1995-1997
- Naval Postgraduate School 大氣科學系訪問研究教授 1997
- UCLA 大氣科學系訪問教授 (University of California教授交換獎) 1994
- 台灣大學大氣科學系教授 1993-
- 台灣大學大氣科學系副教授 1990-1993
- Naval Research Lab., 研究員 1988-1990
- Colorado State University, 博士後研究員 1987-1988

*Politics are for the moment  
An equation is for eternity*

但覺高歌有鬼神  
不知餓死填溝壑



VLADSTUDIO

君子致用在乎經邦，經邦在乎立事，  
立事在乎師古，師古在乎隨時。  
必參古今之宜，窮終始之要，  
始可以度其古，中可以行於今。通典

做人、做事的基本條件就是認識時代。

每個時代應有一個理想，由一批理想所需要的人物，研究學術，  
幹出理想事業，來帶領社會，社會才會進步。

不認識時代，沒有理想就是流俗。

每一個時代不愁沒有追隨時代的流俗，

而時代所需的是能領導此時代的人物、學術與事業。-錢賓四先生

**Being Critical! 不唯唯諾諾！**

認識時代，明辨是非，不與世浮沉。  
十萬軍容轉風雷，書生卻進安民策。

“Six monkeys, set to strum unintelligently on typewriters for millions of years, would be bound in time to write all the books in the British Museum.” Huxley

君子致用在乎經邦，經邦在乎立事，立事在乎師古，師古在乎隨時。  
必參古今之宜，窮終始之要，始可以度其古，中可以行於今。

共49個字，假設中文常用字為1000字，共有 $10^{147}$ 個選擇

地球歷史  $10^{18}$  sec

$10^{10}$  一百億之猴子在打字，假設每秒鐘打一萬字  $10^4$ ，

$10^{10} \times 10^{18} \times 10^4 = 10^{32}$

$10^{32} / 10^{147} = 10^{(-115)} \sim 0$  機率為零，不可能的巧合！

研究學問是苦心孤詣的事業！

## 絕大恆心毅力

舊學商量加邃密  
新知涵養轉深沉 朱子

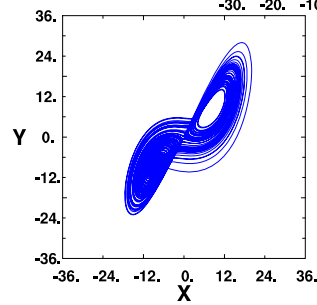
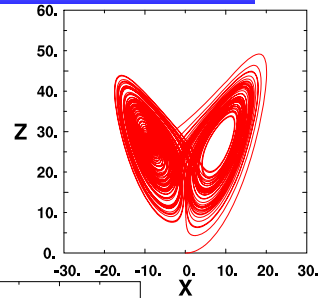
學而時習之 習者，鳥學飛數數反覆

讀書譬之煎藥，須是以大火煮滾，  
然後以慢火養之 朱子

算得到、熬得住、把得牢、做得徹。

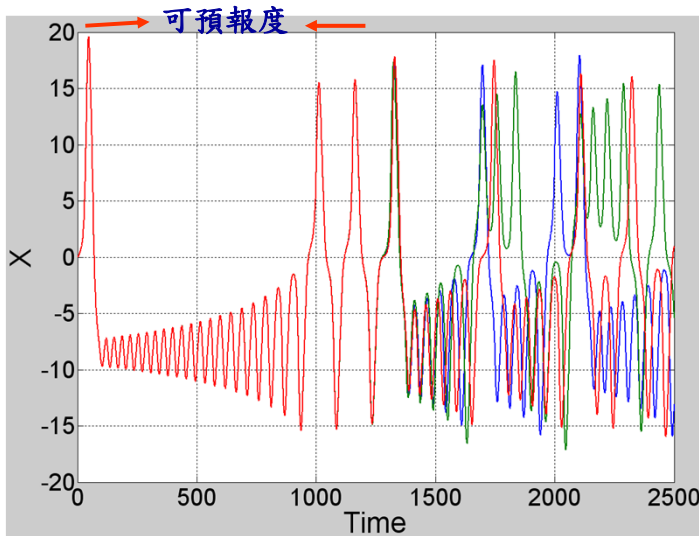


# Lorenz Model



$$\begin{aligned} \frac{dX}{dt} &= -\sigma X + \sigma Y \\ \frac{dY}{dt} &= -XZ + rX - Y \\ \frac{dZ}{dt} &= XY - bZ \end{aligned}$$

## Time Series – Initial Condition Slightly Difference



- (x,y,z)=(0,1,1)
- (x,y,z)=(0,1.001,1)
- (x,y,z)=(0,0.999,1)

蝴蝶效應

# Butterfly Effect Chaos 混沌

混沌

混沌

非線性

$$y = x^{30}$$

精確度有限  
非線性

$$0.02 \begin{cases} x = 0.99 \\ x = 1.01 \end{cases} \quad 0.61 \begin{cases} y \approx 0.74 \\ y \approx 1.35 \end{cases}$$

預報能力的喪失！！

“Sensitivity dependence on initial condition.” H Poincare

研究路上太多太多差之毫釐失之千里的機遇！

“whatsoever a man soweth,  
that he shall also reap”

Function

$Y=Y(x)$

$y$

$y = f(x)$

$y$  : exam grade

linear

nonlinear

$$\frac{dy}{dx} > 0 \Rightarrow \frac{d^2y}{dx^2} = ?$$

$x$  : hard working



# 微積分數學

$$u = u(x, y)$$

Chain Rule(連鎖律)

$$\frac{du}{dt} = \frac{\partial u}{\partial x} \frac{dx}{dt} + \frac{\partial u}{\partial y} \frac{dy}{dt}$$

偏微分

例如： $\frac{\partial x^2 y}{\partial y} = x^2$

只對y變數微分，不改變x變數

## 你快樂嗎？一個簡單的生涯規劃動力系統

$u$ : 快樂指數

$x$ : 研究工作量

$y$ : 休閒的時間

$$\frac{du}{dt} = \frac{\partial u}{\partial x} \frac{dx}{dt} + \frac{\partial u}{\partial y} \frac{dy}{dt}$$

不快樂的工作狂

$$<0 \quad >0 \quad <0 \quad <0 \quad >0$$

工作越多越快樂，  
休閒越多越不快樂

$\frac{\partial u}{\partial x} > 0$  工作多越快樂

$\frac{\partial u}{\partial y} < 0$  休閒多反而不快樂

人的個性

個性+境遇=人生

相形不如論心

論心不如則術

形不勝心

心不勝術 荀子非相

$\frac{dx}{dt}$   
 $\frac{dy}{dt}$  人的境遇

## 君子務本 本立道生

關鍵基礎能力 語文能力 能專精方能跨領域

## 誠不以富 亦祇以異

不同立場有不同地位 特色 專業水準 眼光

## 做自己有興趣且有長處的事業

It is easy to say!! 需要許多過程，自我追尋、自我瞭解、自我訓練，才能找到自己的路。

十有五而志於學，三十而立，四十而不惑，  
五十而知天命，六十而耳順，  
七十而從心所欲不踰矩。

十五歲到三十歲是基礎養成關鍵期。

三十歲到六十歲是事業期，三十年一世。

三十歲後每十年一個階段，調整腳步，調整研究方向。

博士學位後的十年，和資深的科學家(mentor)共事十分重要。

研究方向、題目選取，研究工作的進行，需要眼光智慧與耐力。

資料

**False facts are highly injurious to the progress of science, for they often endure long; but false views, if supported by some evidence, do little harm, for every one takes a salutary pleasure in proving their falseness.**

Darwin, The Origin of Man, chapter 6

理論、觀點 Theory

Never trust an observation without a supporting interpretation 資料解釋

預測 準確性 預測能力

## 讀、寫、算

寫作是最高階的研究工作

謀篇布勢 規模遠大 綜理密微 文字精確

太史公以李廣不侯為主旨寫李廣列傳，

『一軍皆哭，百姓聞之，知與不知，無老壯皆為垂涕。』

水滸傳以高俅拜相、王進遠走開篇，言亂自上也。

一個管理140科技人管理者的看法：

**忠誠度 (loyalty)** 主動、負責的關懷團體。

**吃苦耐勞** 好的工作的習慣，研究需有**耐心**。

**能力** 好的學習習慣，有方法，有步驟。

**使用與創新知識的能力**

組織、分析的能力

理路清楚，能識大體

苟大意得，不以小缺為傷

事先大功，政自小始

**精確表達溝通 的能力**

語言、文字、數據與圖表

**直覺 (intuition)**

➤ **愛好學術、尊重知識**

一犬吠虛 百犬吠實，人為名利所趨, 尤為勢所奪

➤ **一流期刊，言之有物，不是虛晃一招**

SCI文章數目不應無限上綱

➤ **建立本土性與自主性國際水準的研究**

不要成為僅提供研究資料供國外研究者使用，data provider

➤ **評鑑好壞的能力**

人情包袱、利益衝突、山頭主義

蝴蝶效應 混沌人生 知其無可奈何而安之若命

天爵自尊我自貴  
此生無怨亦無尤

天行有常 不為堯存 不為桀亡  
Adapt!

山窮水盡疑無路  
柳暗花明又一村

有得就有失  
永遠會有機會

長白又一村 自求多福 業精於勤荒於嬉

讀書(選career) 要找好老師好同儕  
做事找好老闆  
結婚找好伴侶

法弊---改制度容易  
時弊---人之本領心術難改

古之學者為己

今之學者為人

為己有餘 而天下之事可以為人矣

不要熱情有餘

做事能力不足

則不可以不為人

今始學之時 其道未足以為己 而志

已在於為人 則可謂謬用其心矣 --- 王荊公

自古大亂之世，必先變亂是非，  
而後政治顛倒，災害從之。

--- 曾文正公

堅持是非原則

不一定叛逆

但不輕易妥協

## Establish Yourself 建設自我

不可閉門造車，要合作解決大問題。  
合作是每個人都是完整工作的一部份，缺一不可，  
並不是credit的平分。

瞭解問題本質、解決問題才是重點，以credit為前提，  
年輕人將處處提防，一心只怕他人分食現有的成果。  
Credit 不是著眼點，能提出自己見解並證實才是重點。

一旦研究心態錯誤，將學術視為「商品」，  
做研究的寶貴機會與資源被拿來「股份分配」，本末倒置下，  
大家反而不再專注於分工合作，解決重要問題。

如果我們想在國際上有一點點立足的空間與知名度的話，  
應避免如此錯誤的價值觀。

化學系 王瑜院士

## 團隊力量-----以色列的故事

六日戰爭阿拉伯人的失敗必須從其文化弱點去瞭解，阿拉伯士兵在情況不利時，是以個人來作戰，只照顧自己，整個單位團體就瓦解。

超道德的家族主義—除了家族內，其他社會關係零和關係。  
社會關係很少因合作而共同獲利，只有在不與別人分享下才能發橫財。如  
任何收穫必定建立在其他人的損失，個人也拒絕為團體共同目標替別人犧牲，  
個人也不相信別人會為團體犧牲，預想變成事實。  
例如：「通有無」商業，生產力弱的小農社會。

超道德主義的文化，在緊張情形下只有單獨個人的活動，  
沒有團體也沒有團結所需的紀律。

通信系統容易成為誇大報告和謊報的系統，指揮系統依據錯誤訊息錯誤指揮，  
下屬單位報喜不報憂，也不相信上面的指揮。

軍隊的勝利必須前進、機動與攻擊；而這些行動，幹部的領導、協調和小  
單位的主動行動，缺一不可。以色列以機動戰扭轉戰爭劣勢。

Luttwak and Horowitz 以色列國防軍

遠景 策略 價值觀

天行健、君子以自強不息-----個人

見群龍無首、吉-----社群

美成在久-----價值觀

形成重視學術的傳統，  
健全的不屈不撓的學風，它之存在與持續，  
是代表人類保障文明最好的希望。 ---耶魯大學校長

A coffee lover's dream:

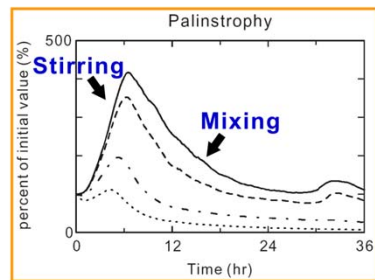
The best part of waking up, is the vortex in your cup!

$$\frac{D\theta}{Dt} = \frac{\partial\theta}{\partial t} + \vec{v} \cdot \nabla\theta = v\nabla^2\theta$$

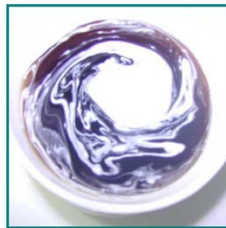
$$C = \frac{1}{2} \int \nabla\theta \cdot \nabla\theta \, dV$$

$$\frac{dC}{dt} = \int (\vec{v} \cdot \nabla\theta) \nabla^2\theta \, dV - \nu \int (\nabla^2\theta) \, dV$$

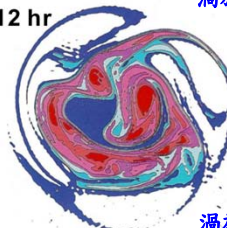
Stirring      Mixing



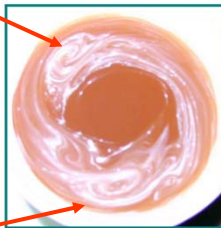
Coffee with white



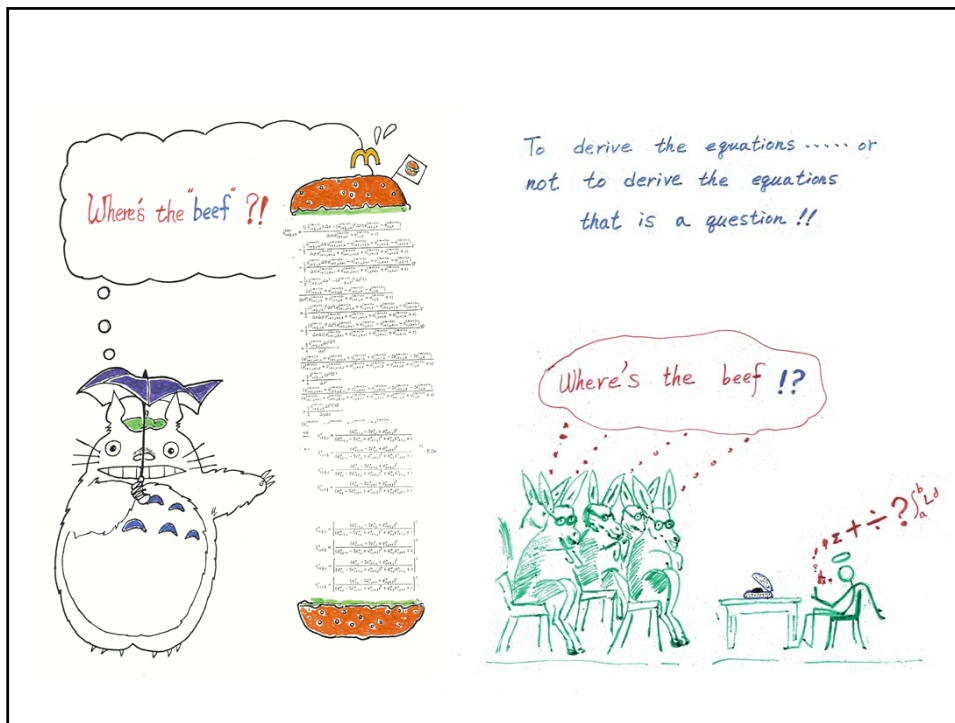
12 hr



渦旋



渦旋



## 重要獎項

### 臺大

傅斯年先生紀念獎  
 臺大特聘教授  
 臺大終身特聘教授  
 臺大教學優良教師獎  
 臺大教學傑出教師獎

### 國科會

行政院傑出科技貢獻獎  
 國科會傑出研究獎  
 國科會特約研究人員  
 國科會傑出特約研究人員  
 吳大猷先生紀念獎

### 中研院

中央研究院院士  
 中研院年輕學者研究著作獎

### 教育部

教育部國家講座  
 教育部學術獎

### 傑出人才發展基金會

財團法人傑出人才獎



## 免評估條件

四、符合下列條件之一者，得免辦評估。

1. 獲選為中央研究院院士者。
2. 曾獲頒教育部學術獎或國家講座者。
3. 曾擔任國內外著名大學講座經本校認可者。
4. 曾獲頒國科會傑出研究獎三次以上，或甲種（或教授級、副教授級）研究獎（或優等獎）十次以上者。  
（註：八十九學年度以前所獲一次傑出研究獎可抵二次甲種研究獎；九十一學年度以後所獲一次傑出研究獎可抵三次甲種研究獎；自九十一學年度至九十三學年度上學期，凡主持或共同主持國科會計畫一年半，等同甲種研究獎一次；自九十三學年度下學期起，凡主持或共同主持國科會研究計畫二年，等同甲種研究獎一次。九十四年度起，獲國科會各處核給三年最高一級計畫主持費等同傑出研究獎一次。同一研究案，僅得採前列各採計方式之一）
5. 曾獲本校教學傑出獎二次或教學優良獎十五次者（註：一次傑出獎等同八次優良獎）。
6. 曾獲其他教學、研究、服務獎項或其成果具體卓著，經各系、所向院及校方報准免辦評估者。

臺大教學優良教師獎  
傅斯年先生紀念獎  
吳大猷先生紀念獎  
中研院年輕學者研究著作獎

行政院傑出科技貢獻獎

中央研究院院士

臺大教學傑出教師獎  
國科會傑出研究獎  
臺大特聘教授

財團法人傑出人才獎

其他……………

國科會特約研究人員  
國科會傑出特約研究人員  
臺大終身特聘教授

國外獎項……………

教育部學術獎  
教育部國家講座獎

## Lewis Fry Richardson, 1881–1953.



L. F. Richardson, 1911

During WWI, Richardson computed **by hand** the pressure change at a single point.

It took him **two years** !

His 'forecast' was a catastrophic failure:

$$\Delta p = 145 \text{ hPa in 6 hours}$$

His **method** was unimpeachable.

So, *what went wrong?*

$$\frac{dQ}{dt} \rightarrow \frac{Q^{n+1} - Q^{n-1}}{2\Delta t} = F^n$$

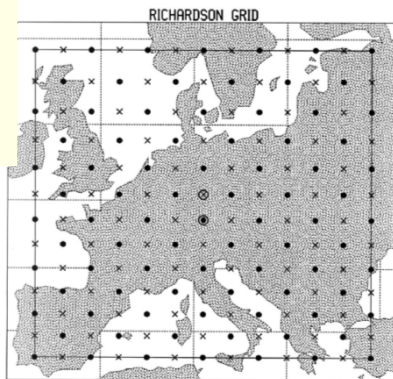
$$\frac{df}{dx} \rightarrow \frac{f(x + \Delta x) - f(x - \Delta x)}{2\Delta x}$$

和平非戰主義者  
一次大戰自願至西線開救護車  
同時發了兩年計算未來天氣

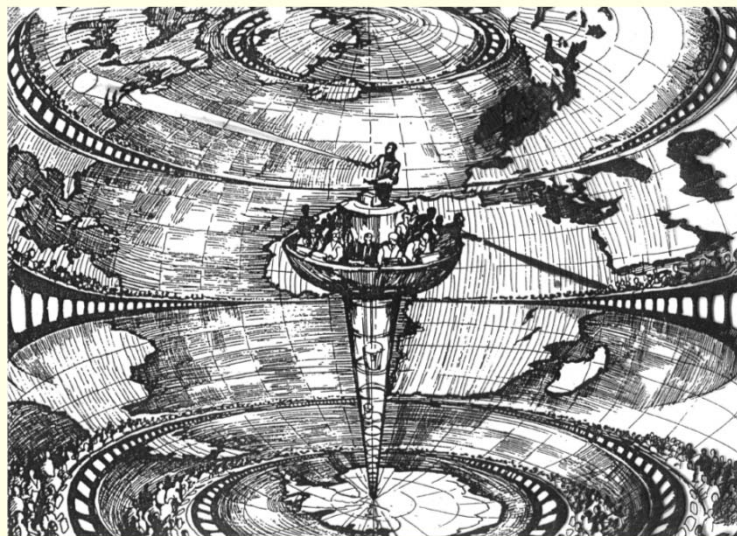
對於機槍、鐵絲網與碉堡產生  
的人類最血腥戰爭，以及氣象  
幫助毒氣施放深惡痛絕。

**13×13=169個ODE**

**169 自由度**



## Richardson's Dream



Richardson's Forecast Factory (A. Lannerback).

Dagens Nyheter, Stockholm. Reproduced from L. Bengtsson, ECMWF, 1984

**64,000 Computers: The first Massively Parallel Processor**

## Richardson's Game Theory 賽局理論

短文「軍備競賽可否不產生戰爭？」  
此文在Richardson逝世後，  
1953年受到重視。

### Arm Races

$$\frac{dx}{dt} = -a(x - x_0) + by$$

指數歸零降溫

$$\frac{dy}{dt} = -a(y - y_0) + bx$$

正回饋

(彼此越看越不順眼)

Richardson認為讓雙方加強軍備競賽，  
但因雙方都無必勝把握暫時不開戰，  
最後沒效率的國家因軍備競賽而經濟破產。

x, y war potential

**Could an arms-race end without fighting?**

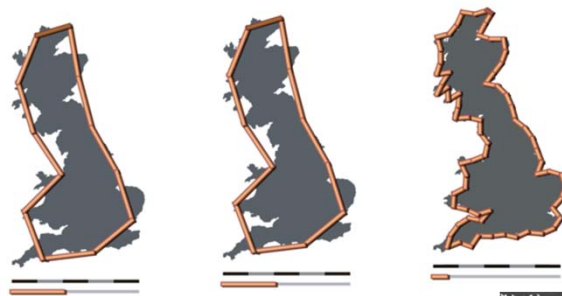
1/a < 1/b Truce

"Yes, without a shot being fired,"  
if one side outspent the other on armaments  
and the weaker nation bankrupted itself.

(Peace?)

A relation between the probability of two countries  
going to war and the length of their common border.

戰爭可能性和共同邊界長短成比例。



相同邊界 不同長度

海岸線有多長?

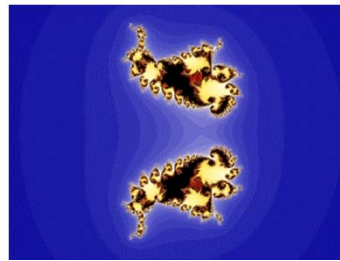
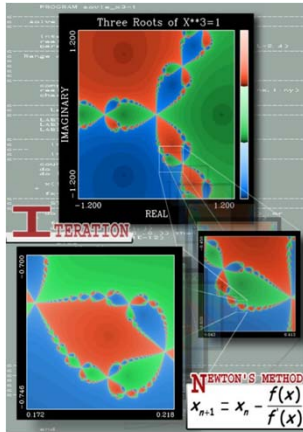
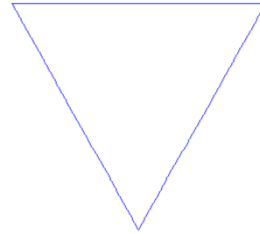
碎形源起

自然的形狀近似於碎形



自我相似性  
奇異吸子  
碎形維度

## Fractal 碎形



Richardson 據說是一個很無趣的演講者，  
沒得過任何大獎，但其思考超越他的時代。



O. Ashford