

# “Begin with the End” – System Thinking

W. M. Song 桑慧敏  
Tsing Hua Univ. 清華大學

2015.09.16

1 簡歷

2 感謝

3 理論是什麼？

4 創意讓「理論」可口好消化

5 結語

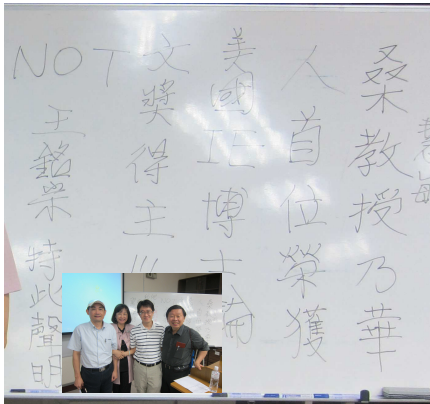
# 桑慧敏簡歷

- 1988-今: 台灣清華大學工業工程系教授
- 1988 Ph.D. School of IE, Purdue Univ., USA
- Three Master Degrees (理工商)
  - 1979 M.B.A. Indus. Manage., C-K Univ., TA; 管理
  - 1983 M.S. Math, U. of Pittsburgh, USA; 數學
  - 1985 M.S. School of IE, Purdue, USA; 工業工程
- Visiting Professor
  - 1997 NorthWestern U., IE, USA; 工業工程
  - 2002 UC Berkeley, USA; 電機工程
  - 2005 Purdue, IE, USA; ; 工業工程
  - 2009 UC Davis, Medical Center, USA; 醫學工程
- Q: 妳與這些不同領域的共同點何在?
- A: 系統整合與資料分析能力

# 感謝

- 從小啓發與教導我的老師們
- 與我的父親桑鎮先生 (我的啓蒙, 與一生為人處世的導師)
  
- 爸爸的話: 要做人師 不要做經師 (請看兩分鐘影片)

# 13.9.16 到台大工管所演講, 黑板上寫著



- 台大王銘宗教授宣稱: 桑慧敏乃首位華人獲得美國工業工程博士論文獎)
- 這遲來的榮譽如果能讓在座貴賓更有好奇心, 更專心, 或更開心, 那就大有用處了

# “Begin with the End” – System Thinking

- 主題一: 實務與教學案例
- 主題二: 生活案例
  
- Q: What is “Begin with the End (以終為始)?”
- A: Ex. Begin to read a detective novel (偵探小說) with the end?
- Q: What is “System Thinking (系統思維)”
- A: System (系統) vs. Details (細節)

# 依樣畫壺蘆：我蠢，臥春

## 我蠢

俺沒有文化，  
我智商很低，  
要問我是誰，  
一頭大蠢驢。  
我是驢，  
我是頭驢，  
我是頭呆驢。

## 臥春

暗梅幽聞花，  
臥枝傷恨底，  
遙聞臥似水，  
易透達春綠。  
岸似綠，  
岸似透綠，  
岸似透黛綠。

- 依樣畫壺蘆-絕不是創新
- 創新: 發明更有效的產品, 程序, 服務, 科技, 方法, 或想法等
- ... 以創造更幸福的人生 (最終目標: **the end**)
- 同意自己是哪個“依樣畫壺蘆: 我蠢, 臥春”的同學, 請舉手?

## 春江花月夜 – 張若虛

春江潮水連海平，海上明月共潮生。  
灩灩隨波千萬里，何處春江無月明。  
江流宛轉繞芳甸，月照花林皆似霰。  
空里流光不覺飛，汀上白沙看不見。  
江天一色無纖塵，皎皎空中孤月輪。  
江畔何人初見月，江月何年初照人。  
人生代代無窮矣，江月年年只相似。

.....

- Q: 蔣勳說: 張若虛以孤篇之作壓倒唐詩群儒。創新之處何在?
- Q: 與本演講關連何在?
- A: **System Thinking**: 從空間 (更高處), 時間 (更遠處), 從人, 從月的角度 ...



# Kaohsiung-MRT: 轉接站美麗島



- Q: 9:00 am 只有兩人。美麗島是最佳轉接站？你會問這問題嗎？
- Q: 大系統與子系統？

# 你害怕「理論」的課程嗎？

學生偏好選修「應用」的課程，而對「理論」的課程敬而遠之。  
我在清大任教機率統計學 23 年，第一天學生們表白：

- 若不是強迫必修，打死也不會選“機率與統計”課
- 為何？
- 學生一致的解釋：太理論
- 理論是什麼？
- 學生：理論是抽象的符號，複雜的公式，不實際的東西
- Q: 這些說詞都只說明了...，卻沒說明...
- A: ... 理論給人的表面印象是生硬的，... 理論的精髓與價值
- 桑老師說：「理論 = 無限個例子」(Theory = infinite examples)
- 桑老師說：「經驗誠可貴，理論價更高」

# 桑老師說：「理論 = 無限個例子」

- 這話雖然說明了理論的價值
- 但「理論」還是難消化
  
- 如何讓「理論」可口好消化？

# 如何讓「理論」可口好消化？我的創意...

- 以終為始 (Begin with the end); 系統 vs. 細節
- 從有趣的例子開始, 「興趣是最好的啟蒙老師」
- 歌詞的妙用
- 封面與頁眉設計
- 打油詩的妙用
- 圖型的妙用
- 問答的妙用
- 實驗, 玩「理論」(利用軟體: Excel, Minitab, R, Flexsim...)
- 學期將結束, 學生對我說: 謝謝老師, 讓我對機率學產生了興趣
- 學生對我說: 謝謝老師, 把我變聰明了。



# 粉末冶金工廠出產不鏽鋼錶帶, 如何決定工頭獎金? (作者個案)

## 改良前: 機台稼動率

- Q: “稼動率高” 是好的 KPI 麼? 你會問這問題嗎?
- A: “稼動率高”  $\implies$  同一機台連續生產都不換模子

## 改良後: 錶帶總數

- Q: “錶帶總數” 量度的是什麼?
- A: 工頭換模的時間點拿捏能力

- Q: 此案歷與 System Thinking 之關連何在? “稼動率高” 適用與不適用處?
- A: 從工頭 (小系統) 的角度 vs. 從公司 (大系統) 的角度

# Interpret $a^b$

## Misleading Way

- $a^b$ :  $a$  自乘  $b$  次
- $3^0$ : “3 自乘 0 次” 是何意？
- $3^{-1}$ : “3 自乘 -1 次” 何意？

## 指數律

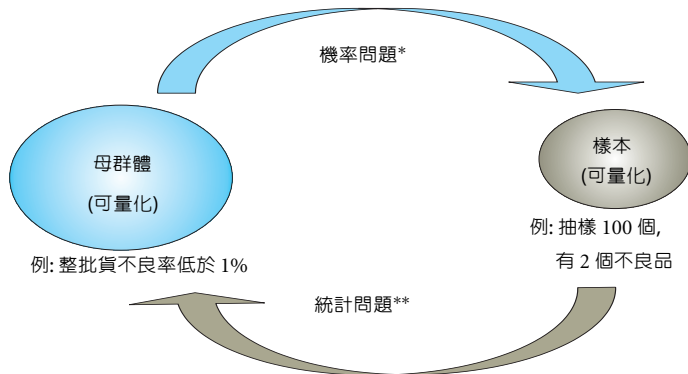
- $a^1 = a$
- $a^b a^c = a^{b+c}$
- $(a^b)^c = a^{bc}$

- Only when  $a$  and  $b$  are “1, 2, 3, ...; 自然數”...
- Q:  $a^b$  之定義與 System Thinking 之關係？
- A: 小系統: 自然數, 大系統: Real Numbers, ...

- 現在開始今天的小考, 或稱複習 – 基礎機率與統計

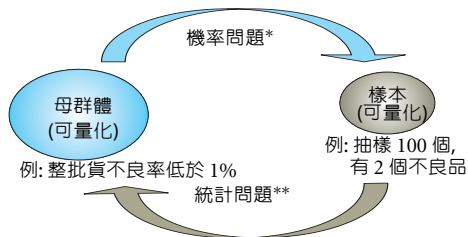


# 機率 (Probability) vs. 統計 (statistics)



- Distinguish probability and statistics problems.

# 桑慧敏書的封面設計想表達?

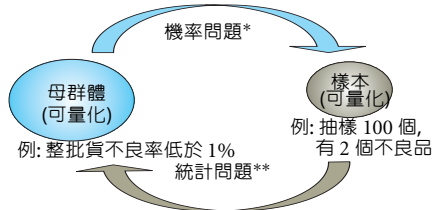


- 一葉知秋: “一葉”代表樣本; “秋”代表母體

# 桑慧敏書的頁眉設計想表達？

1.8 封面與頁眉設計 27

212 第5章 常用的連續型機率模式



- Q: 討論與 System Thinking 之關連性

# 歌詞的妙用

- 在第一天的課程中, 我不打算教任何數學符號, 公式, 與理論。
- 但我將機率論中第2章與第3章 (各有50頁內容) 濃縮成兩首歌 (第一首是釵頭鳳調, 第一首是三輪車調)。
- 作業就是熟讀第2章與第3章的內容, 然後修改歌詞, 以能闡釋該章核心精神為評分標準。
- 桑慧敏 (2007) 機率與統計書: 第2章 (pp. 36-82) 與第3章 (pp. 94-153)

## 第2章: 機率基本概念 (釵頭鳳調)

- 分賭金, 算機率, 一點五個世紀難題;
  - 集合論, 樣本點, 機率問題從這說起;
  - 謎! 謎! 謎!
  - 三公設, 八定理, 機率大樓平地起;
  - 事件啊, 機率啊, 量子力學上帝奧秘;
  - 喜! 喜! 喜!
- 
- 下周的作業就是熟讀第2章的內容, 然後修改歌詞。以能闡釋該章核心精神為評分標準。
  - 大家試著唱唱看, 並想一想這歌詞是何涵意。比較此歌詞是否有幫助你更了解本章涵意。

## 第3章: 隨機變數基本概念 (三輪車調)

- 樣本點, 實數值, 隨機變數結連理
- cdf, pdf, 身份證件辨唯一
- 期望值, 變異數, 又名一二階動差
- 馬可夫, 柴比雪夫, 神龍現尾真稀奇
  
- sample point, real number, random variable connects them
- cdf. pdf, ID the role they play
- $E(X)$ ,  $V(X)$ , 1st and 2nd Moments
- Markov, Chebyshev, P of tail events so easy.
  
- 下周的作業就是熟讀第3章的內容, 然後修改歌詞。以能闡釋該章核心精神為評分標準。
- 大家試著唱唱看, 並想一想這歌詞是何涵意。比較此歌詞是否有幫助你更了解本章涵意。

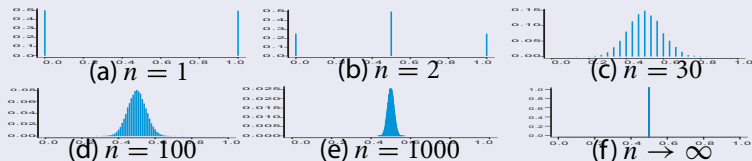
# Central Limit Theorem (CLT)

Q: 解釋“中央極限定理”

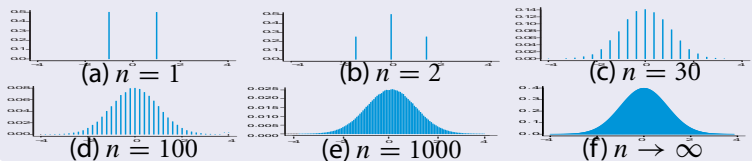
- Q: 中央極限定理是：\_\_\_\_\_ 的極限分配是標準常態 (i.e., 當  $n$  無限大時)
- A: 它
- A: 不論什麼分配
- A: 樣本平均數,  $\bar{X}$
- A: 標準化後的樣本平均數:  $\frac{\bar{X}_{(n)} - \mu}{\sigma/\sqrt{n}}$

# Central Limit Theorem (CLT)-Plots

In most Text Books:  $x$ -axis:  $\bar{x}$



In my book:  $x$ -axis:  $\frac{\bar{x}^{(n)} - \mu}{\sigma / \sqrt{n}}$





# 自己的學習方式如何？

- 回憶: 我蠢 (臥春) 的例子
- 再檢查: 小考中你對 Central Limit Theorem (CLT) 的回答
- 評論一下: 自己的學習方式是否如同為哪個“依樣畫壺: 我蠢 (臥春)”的同學？

# 不是我把你變聰明, 只是把原來聰明的 你找回來了!

- 在一學期談唱中, 老師沒少教一個機率符號, 也沒少教一個機率理論。
- 學生更沒少讀書與做作業, 因為不讀書怎麼改歌詞。
- 不知不覺, 學生害怕的「機率理論」變的可親可愛了。
- 學生對我說: 謝謝老師, 讓我對機率學產生了興趣;
- 學生對我說: 謝謝老師, 把我變聰明了。
- Q: 聰明是指什麼?
- A: 系統思維 (System Thinking)
- A: 落實系統思維的最佳工具- 模擬 (Simulation)

- 演講題目:「以終為始」的系統思維, 創造更幸福的人生
- 演講者: 桑慧敏
- 地點: 台灣清華大學碩士班; 時間: 2015.09.16

聽講後,

- 您對系統思維與理論的學習興趣是否有增加 (a) yes (b) no
  - 您的幸福指數是否有增加 (a) yes (b) no
  - 您同意「理論 = 無限個例子」(a) yes (b) no
  - 您對「讓理論可口好消化」的看法:
- 
- 給桑老師的一句話: (謝謝您分享聽講心得)