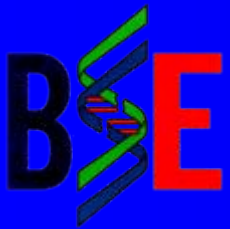


工程的本質

中興大學生物系統工程研究室

陳加忠

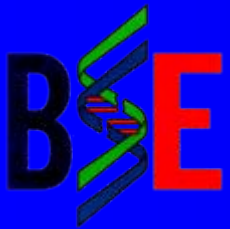


工程的本質

1. 可量化

2. 可重視

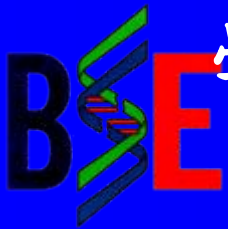
3. 可複製



人類的文明史，基礎學理不斷的演進，自數學、物理、化學至生物等。隨著文明的發展也建立許多技術。

將基礎學科與工業技術加以結合成為一個可控制、可管理、可重複的應用學問，則稱為工程學。

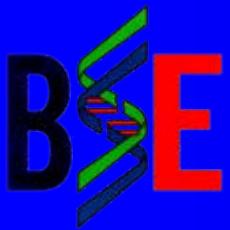
工程學由其演變又可分成基礎學理為主的工程學與應用為主的工程學。



物理學中的力學、熱學加以建立
成為機械學系，

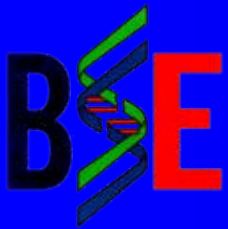
物理中的電學加以建立成為電機
學系，化學建立化學工程系。

機械系、電機系與化工系都是
以基礎學理為主的工程學系。



生物學與工程學共同結合成
為生物工程系。

生物工程系其本質也是來
自基礎學理的工程科系。

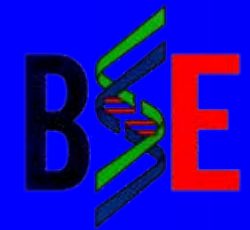


基礎工程科系可以再推廣成立以應用為主的工程科系。

自機械系再分出車輛工程、造船工程、航空工程與農機工程等

自化工系成立石油工業、紡織工程等。

綜合數個基本工程學系而成立的新系，例如環境工程、農業工程或是醫學工程等。



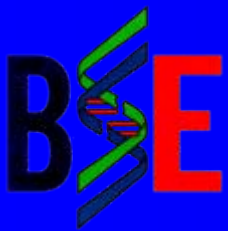
一些趕時髦的名詞，如
“組織工程”或是“細胞工程”並
未有實質意義，也如泡沫般在學術
舞台消失。

農機工程與生物工程的分野

農機工程是純應用為主的工程科系，其基礎為機械工程。

生物工程則是結合生物學與工程學的新領域。

換言之，生物工程是要結合兩個學術領域並具開創新領域。



工程師的成功條件

1. 解決問題的能力

2. 規劃與進行實驗

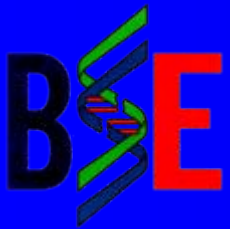
最少的時間，經費，最多有用的
資訊

3. 計量技巧：建模，電腦程式

- A. 資料之收集與篩選能力
- B. 推理，分析的心智能力
- C. 溝通之能力
- D. 教導他人的能力

工程師的基本條件

- 一、基本能力：設計，計量，溝通
- 二、學識能力：數學，物理，
經濟，社會
歷史，地理
- 三、態度：客觀，關心社會
不斷的學習



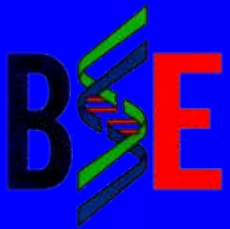
工程師

自 Two Es to Tribe Es

1. Efficiency

2. Economical

3. Ecological



工程的應用機會

一、多樣的專業

機械工程—航空，造船，汽車

化學工程—石油，紡織…

電機工程—電力，通訊，生醫…

土木工程—大地，測量

二、多類的企業

交通，營造，能源

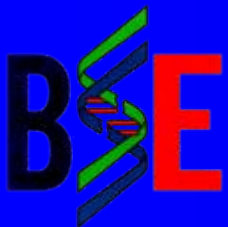
三、其他的發展機會

1. 科學家，教師

2. 業務經理

3. 科技律師

4. 科技顧問



工程設計

一、問題確認：例如台灣的能源

a. 各種解決方法

b. 各種工程準則

c. 各種限制條件

二、問題解決

a. 勿重蹈覆轍

b. 系統的歸納

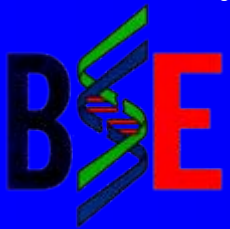
c. 問題分析

輸入(Input)，輸出(Output)，

限制(restrictions)

d. 要求準則(criteria)

e. 求適當解法



三、實例：油污衣服之清洗

a. 使用過多化學藥劑，損害衣服

b. 清潔，安全，不汙染環境

c. 輸入：髒衣服，化學物

輸出：清潔衣物，廢水

限制：環保法規

d. 超音波振動洗衣機

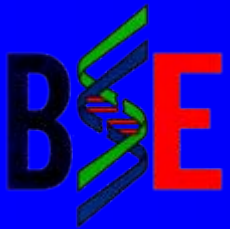
實例二：能源作物之選擇

1. 甜高粱：莖液發酵成酒精
2. 地瓜：地瓜簽發酵成酒精
3. 柳樹：燃燒熱源
4. 稻殼：燃燒熱源

自輸入之能源計算

1. 甜高粱：整地，種植，灌溉施肥
收穫，切段，運輸，再入場生產
2. 地瓜：製簽，乾燥
3. 柳樹：砍伐，乾燥
4. 稻殼：收集，壓縮成型

比值：
$$\frac{\text{產生之能源}}{\text{輸入之作業能源}}$$



工程的創造力

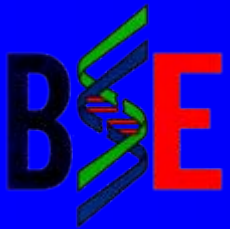
- 一、基本的學術涵養
- 二、認真努力之態度
- 三、避開成見束縛
- 四、追求豐富之創意

舉例：人類發行之創意

1. 學習昆蟲
2. 學習鳥類

創意：Original ideal

潛能：Potential for
research



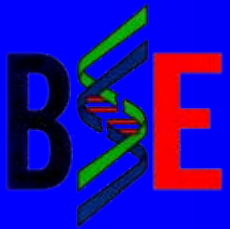
何謂原創力

文學：

言人所未言、發人所未發。

科學：發現新原理

工程：發明新技術、新器械。



如何有創意

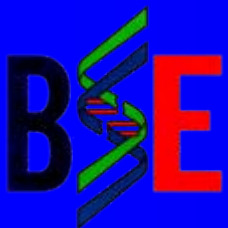
菜根譚：

「心不可不虛，

虛才能容萬物；

心不可不實，

實才不為外物所移」



人的求知、求學

(1). 先建立學術基礎、再創新求變

牛頓：站在巨人的肩上向前看

(2). 如果沒有渾厚的學養，創意則

淪為空想，虛淺不實，自謂獨

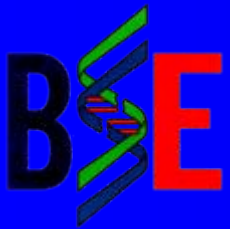
立思考，實為華而不實。

創意步驟

紮深學術基礎→
發掘問題、解決問題。

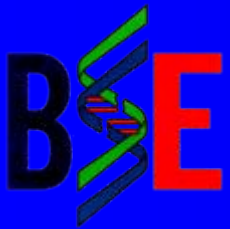
A. Background story

1. NASA的筆：



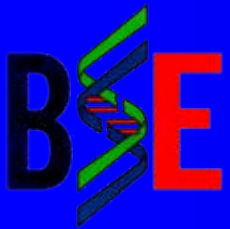
A. Background story

2. 塞在橋面的汽車



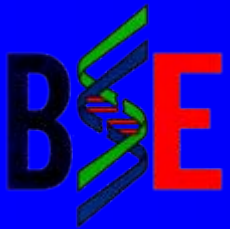
A. Background story

3. 荷蘭溫室小黃瓜 採收機器人



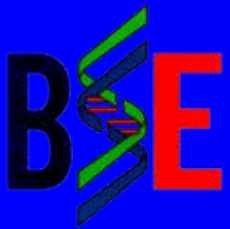
A. Background story

4. 矽谷與加爾各達的 軟體接力賽



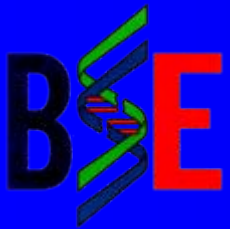
A. Background story

5. 以阿第四次戰爭 如何攻下埃及運河之土壩



1. 昨夜西風凋碧樹，獨上高樓，
望盡天涯路
2. 衣帶漸寬終不悔，
為伊消得人悴
3. 眾人尋他千百次，暮然回首，
那人卻在燈火闌柵處

居之安，資之深，
萬物皆備於我，
無入而不自得

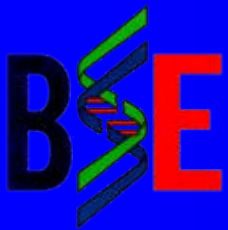


1. 努力讀好書，打好基礎
2. 訓練思考：判別
是與非，
真與假
3. 判斷的標準是真理

用不同的角度思考，為何A，
為何B，自不同方向加以融合，

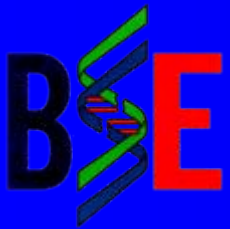
黑格爾：正，反，合

華嚴宗：處處圓融，處處無礙！



創造力之講習會

工程師，教師，科學家，律師，
詩人，音樂家，藝術家，金融家



工程的極端

1. 工作好找不等於人格優異

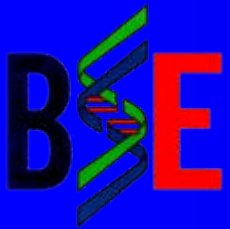
2. "物"可複製，控制，量化

因此人性物化後，有"社會工程"，
"政治工程"

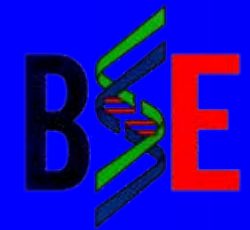
3. 人與人，人與天

社會 人文

不適用工程



偉大的工程師：偉大的心靈



工程學為其他領域所學習

1. 農業成為產業
2. 生物成為產業
3. 生醫工程

