

生物經濟產業

成功經營須具備的三個環節

需要 工程、科學與生物等專業知識
以確保 技術上的成功

需要 有經驗、受過專業教育的員工
以確保 生產上的成功

需要 有財務、市場、行銷人員的投入
以確保 經濟上的成功

屬於須具備的第三環節的專業以確保經濟上的成功

工程經濟

方煒

台灣大學生物產業機電工程學系教授

三項因素影響金錢的大小

- (1) 金額
- (2) 時間（由於利率和通貨膨脹的影響）
- (3) 地點（匯率）

利率： 借貸的利息或是投資的回收利率

通貨膨脹： 購買力的變動

四率：利率、通膨率、報酬率、匯率

- 100 元存銀行，年利率 3%，一年後變 103 元
- 當**年利率**為正值，錢會生小錢，錢放銀行是會增值的
- 但是考慮**通貨膨脹**，譬如一年的通膨率也是 3%
- 錢存銀行一年後領出，購買力在一年前與現在是一樣的
- 但是當通膨率大於年利率時，存錢是不聰明的，要做其他投資
- 但是**投資報酬率**必須大於通膨率，投資才有意義
- 投資報酬率必須大於銀行**貸款的利率**，借錢更有意義
- 這就是錢滾錢
- 當涉及境外投資，那更需要留意**匯率**

通貨膨脹/緊縮

- 相同金額的鈔票，購買力下降或上升
- 通貨膨脹：
原來 100 元，買兩件物品；後來 100 元，只能買一件
錢貶值了
- 通貨緊縮：看似錢增值了，但經濟也可能停滯了
- 相同的金錢在不同的時間，可以換得的物資是不一樣的

知道中華民國政府丟掉大陸
(播遷來台) 之前的**通貨膨脹**
有多嚴重嗎?

民國
36年



民國
19年



一個有關匯率的小故事：Case 1

詹姆士，美國人，到中國旅遊，用 10 萬美元，兌換到 68 萬人民幣。(US\$ vs. CNY = 1: 6.8)

在中國吃喝玩樂了一年，花了 18 萬人民幣。他要回去了。

到銀行去，因為人民幣兌美元升值到 1：5。

這位美國人用剩下的 50 萬人民幣，換到了 10 萬美元。

來時 10 萬美元，回去還是 10 萬，高高興興地回家了。

一個有關匯率的小故事：Case 2

布萊恩，美國人，也拿 10 萬美元換了 68 萬人民幣。

在中國花 50 萬買了房子，吃喝玩樂花了 18 萬，想回去了。

房子增值了，賣後淨得 100 萬人民幣。

以匯率 1：5，剛好能換 20 萬美元。

布萊恩在玩，也在掙錢。

一個有關匯率的小故事：Case 3

王念祖，中國人，到美國打工，

68 萬人民幣兌換到 10 萬美元。

在美國辛辛苦苦了一年，扣除吃住淨賺了 3.6 萬美元。

他要回去了，到銀行去，因為人民幣兌美元升值到

1：5，這位中國人用 13.6 萬美元換到了68 萬人民幣。

來時 68 萬人民幣，回去還是68 萬人民幣，

悲傷地回家了。

另一個小故事

一個年輕漂亮的美國女孩在美國
網上論壇金融版上發表了一個問題帖：

我怎樣才能嫁給有錢人？

我下面要說的都是心裡話。

本人25歲，非常漂亮，是那種讓人驚艷的漂亮，談吐文雅，有品味，想嫁給年薪50萬美元的人。你也許會說我貪心，但在紐約年薪100萬才算是中產，本人的要求其實不高。

想嫁有錢人

這個版上有沒有年薪超過 50 萬的人？你們都結婚了嗎？我想請教各位一個問題——
怎樣才能嫁給你們這樣的有錢人？

我約會過的人中，最有錢的年薪 25 萬，這似乎是我的上限。

要住進紐約中心公園以西的高尚住宅區，年薪 25 萬遠遠不夠。

想嫁有錢人

我是誠心誠意來請教的。有幾個具體的問題：

1. 有錢的單身漢一般都在那裡消磨時光？
請列出酒吧、飯店、健身房的名字和詳細地址。
2. 我應該把目標定在哪個年齡段？
3. 為什麼有些富豪的妻子看起來相貌平平？
我見過有些女孩，長相如同白開水，
毫無吸引人的地方，但她們卻能嫁入豪門。
而單身酒吧裏那些迷死人的美女卻運氣不佳。

想嫁有錢人

4. 你們怎麼決定誰能做妻子，誰只能做女朋友？我現在的目標是結婚。

——波爾斯女士

一個華爾街金融家的回答

親愛的波爾斯：

我懷著極大的興趣看完了貴帖，相信不少女士也有跟你類似的疑問。

讓我以一個投資專家的身份，對你的處境做一分析。

我年薪超過 50 萬，符合你的擇偶標準，所以請相信我並不是在浪費大家的時間。

一個華爾街金融家的回答

從生意人的角度來看，跟你結婚是個**糟糕的經營決策**，道理再明白不過，請聽我解釋。

拋開細枝末節，你所說的其實是一筆簡單的"財" "貌" 交易：甲方提供迷人的外表，乙方出錢，公平交易，童叟無欺。

但是，這裏有個致命的問題，你的美貌會消逝， 但我的錢卻不會無緣無故減少。

事實上，我的收入很可能會逐年遞增，而你不可能一年比一年漂亮。

一個華爾街金融家的回答

因此，從經濟學的角度講，我是增值資產，
你是貶值資產，不但貶值，而且是**加速貶值**！

你現在 25，在未來的五年裡，你仍可以保持
窈窕的身段，俏麗的容貌，雖然每年略有退步。
但美貌消逝的速度會越來越快，如果它是你僅
有的資產，十年以後你的價值甚憂。

一個華爾街金融家的回答

用華爾街術語說，每筆交易都有一個倉位，跟你交往屬於"**交易倉位**"(trading position)，一旦價值下跌就要立即拋售，而**不宜長期持有**——也就是你想要的婚姻。

聽起來很殘忍，但對一件會加速貶值的物資，明智的選擇是租賃，而不是購入。

年薪能超過50萬的人，當然都不是傻瓜，因此我們只會跟你交往，但不會跟你結婚。所以我勸你**不要苦苦尋找**嫁給有錢人的秘方。

一個華爾街金融家的回答

順便說一句，你倒可以想辦法把自己變成年薪50萬的人，這比碰到一個有錢的傻瓜的勝算要大。

希望我的回帖能對你有幫助。

如果你對"租賃"感興趣，請跟我聯繫。

——羅波·坎貝爾（J·P·摩根銀行
多種產業投資顧問）

工程經濟在設施農業的應用

1. 對已存在的溫室系統或籌劃中的系統作個案研究
2. 對其它可能的設計或操作做敏感度分析
3. 對涉及的各项輸入條件作參數研究
4. 對整個投資作風險評估

工程經濟在設施農業的應用

- 與傳統的露地栽培比較起來，雖然溫室生產需要較高的投資成本，但其收益也相對的較高。
- 我們需要一個能夠分析投資潛力的方法以評估一項新的投資專案，此專案可以是一新的投資或只是添購部分的設備。

工程經濟在設施農業的應用

- 不論專案的性質為何，所涉及的金額及所發生的時間皆可能不同。基於錢的價值隨時間變化的考慮因素，簡單的累計總支出或總收入並不實際。
- 運用工程經濟來進行分析有其必要，其運用結果將可得知一基於共同參考點及基於某給定投資回收利率下的累計錢數。此共同參考點通常指的是計劃的最初開始時間（亦即零起始時間）。

工程經濟在設施農業的應用

- 商業溫室中常見的投資是添購新的設備，希望由於新科技的引進，能有大於投資的回收。
- 在溫室中，某些投資通常會直接影響到利益的回收，譬如：
 - 輔以人工照明的溫室，人工燈光的添購與安裝需要額外的投資金額，但由於此投資，可預期回收的提高（售價、產量、品質）。
 - 在活動植床上的投資。活動植床可增加溫室內的栽培面積，可增加溫室內的作物栽培數量，假設使用相同的人力，在相同的環控成本下，分攤到每株作物的人事成本與環控成本均可降低。
 - 此些投資看似划算，但是否真是如此，應作進一步分析

哪一個獲利度大？

作物品項	作物 A	作物 B
成本，元/株	20	200
售價，元/株	100	1000
淨利，元/株	80	800

哪一個獲利度大？

作物品項	作物 A	作物 B
成本，元/株	20	200
售價，元/株	100	1000
淨利，元/株	80	800
栽培密度，株/m ²	25	10
單位面積淨利，元/m ²	2000	8000

哪一個獲利度大？

作物品項	作物 A	作物 B
成本，元/株	20	200
售價，元/株	100	1000
淨利，元/株	80	800
栽培密度，株/m ²	25	10
單位面積淨利，元/m ²	2,000	8,000
栽培所需時間	1 個月	6 個月
單位面積 年 淨利，元/m ²	24,000	16,000

哪一個獲利度大？

	Crop_ A	Crop_ B
Cost, \$/plt	20	200
Price, \$/plt	100	1000
Profit, \$/plt	80	800
Density, plts/m ²	25	10
Profit per unit area, \$/m ²	2000	8000
Duration	1 month	6 months
Annual Profit per unit area, \$/m ² /Yr	24,000	16,000
Initial Investment, \$/m ²	50,000	5,000

作物 A & B 之金流比較

	Crop_A	Crop_B	A-B	IRR
Year 0 Initial Investment, \$/m ²	50000	5000	-45000	
Year 1 Annual Profit per unit area, \$/m ² /yr	24,000	16,000	8000	-82%
Year 2	24,000	16,000	8000	-48%
Year 3	24,000	16,000	8000	-26%
Year 4	24,000	16,000	8000	-12%
Year 5	24,000	16,000	8000	-4%
Year 6	24,000	16,000	8000	+2%
Year 7	24,000	16,000	8000	+6%

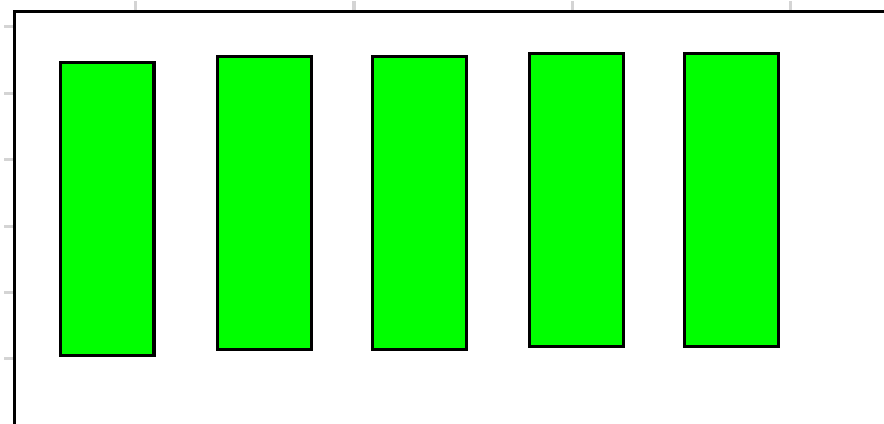
你學到甚麼？

關鍵評估指標 KPI

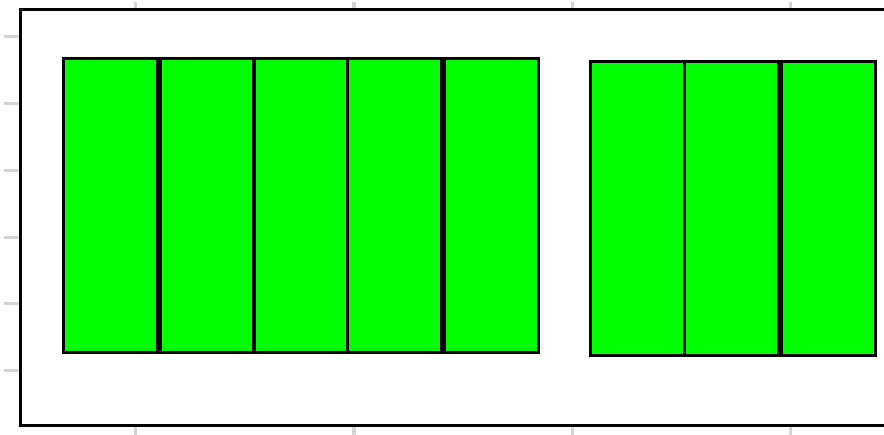
- 蝴蝶蘭溫室的年坪效是多少？
- 單位面積 年產值：?000 元/坪/年
- 基於作物坪效來評估選用溫室造價
（可以花多少錢來蓋蝴蝶蘭溫室）
- 關鍵參數：坪效，坪淨利，溫室內有效栽培面積，
溫室年均使用率，良率，銷售率

範例1：投資活動植床是否划算？

固定式植床



活動式植床



採用活動栽培床對提高溫室地面有效率的作用

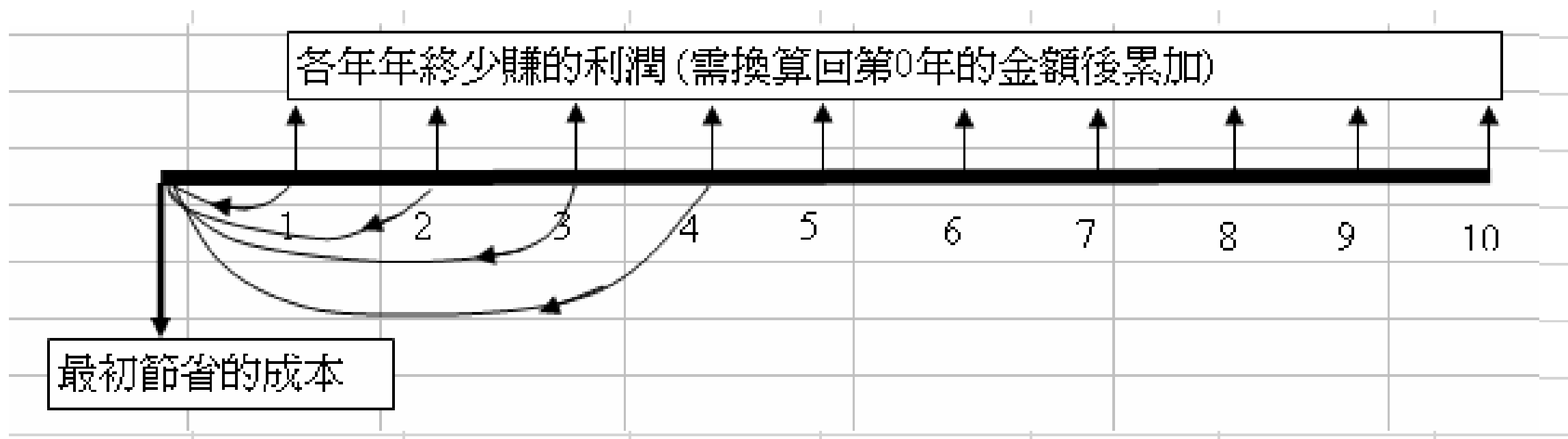
溫室跨度 (m)	6.0	6.4	7.0	8.0	9.0	9.6	10.8	12.0
地面利用率 (%)	80.60	84.28	85.03	86.03	86.80	87.19	87.83	88.35
節能率 (%) ①	15.60	19.28	20.03	21.03	21.80	22.19	22.83	23.35

① 節能率以地面利用率65%為基準。

範例1 之基礎數據

溫室總面積		1000	坪			
單位面積的年產值		1000	元/坪			
	投資金額		空間使用率		作物栽培面積	
固定式植床	500	元/坪	65%		650	坪
活動式植床	700	元/坪	84.28%		842.8	坪

淨現值 NPV



假設 年利率為 0%

計算利率		0%				
年數	各期相關項目		金額	在第0年的 現值	在第0年的累計 現值	
0	選擇固定式植床在最初可節省成本		264,960	264,960	264,960	
1	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤		-192,800	-192,800	72,160	
2	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤		-192,800	-192,800	-120,640	
3	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤		-192,800	-192,800	-313,440	
4	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤		-192,800	-192,800	-506,240	
5	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤		-192,800	-192,800	-699,040	
6	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤		-192,800	-192,800	-891,840	
7	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤		-192,800	-192,800	-1,084,640	
8	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤		-192,800	-192,800	-1,277,440	
9	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤		-192,800	-192,800	-1,470,240	
10	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤		-192,800	-192,800	-1,663,040	

假設 年利率為 2%

計算利率	2%				
年數	各期相關項目	金額	在第0年的現值	在第0年的累計現值	
0	選擇固定式植床在最初可節省成本	264,960	264,960	264,960	
1	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-192,800	-189,020	75,940	
2	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-192,800	-185,313	-109,373	
3	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-192,800	-181,680	-291,053	
4	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-192,800	-178,117	-469,170	
5	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-192,800	-174,625	-643,795	
6	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-192,800	-171,201	-814,996	
7	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-192,800	-167,844	-982,840	
8	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-192,800	-164,553	-1,147,393	
9	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-192,800	-161,326	-1,308,719	
10	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-192,800	-158,163	-1,466,882	

假設 年利率為 5%

G 欄

計算利率		5%			
年數		各期相關項目	金額	在第0年的現值	在第0年的累計現值
96 列	0	選擇固定式植床在最初可節省成本	264,960	264,960	264,960
97 列	1	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-192,800	-183,619	81,341
	2	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-192,800	-174,875	-93,534
	3	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-192,800	-166,548	-260,082
	4	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-192,800	-158,617	-418,699
	5	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-192,800	-151,064	-569,763
	6	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-192,800	-143,870	-713,633
	7	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-192,800	-137,019	-850,653
	8	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-192,800	-130,495	-981,147
	9	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-192,800	-124,281	-1,105,428
106 列	10	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-192,800	-118,362	-1,223,790

當 年利率為 5%

使用活動式植床較為划算

以十年的經營估算，若選擇錯誤，就好像在第0年(期初)就損失了1223790元一般

投資活動式植床就好像做了一筆投資報酬率為72.45%的投資(以累計10年之現值為0計算)

若使用活動式植床較為划算，請點選目標搜尋求解投資報酬率。

目標搜尋將 \$I\$123 設定為 0，結果會顯示在 \$I\$124

請勿刪除或移動此兩格內容

I 欄 124 列

\$0
72.45%

IRR
72.45%

I 欄 123 列的公式內容

=G96+NPV(I124,G97:G106)

目標搜尋

目標儲存格(E):

目標值(V):

變數儲存格(C):

確定

取消

✕ ✓ *fx*

=IRR(G96:G106,0)

當 年利率為 2%

使用活動式植床較為划算

以十年的經營估算， 若選擇錯誤，就好像在第0年(期初)就損失了1466882元一般

投資活動式植床就好像做了一筆投資報酬率為72.45%的投資(以累計10年之現值為0計算)

若使用活動式植床較為划算，請點選目標搜尋求解投資報酬率。

請勿刪除或移動此兩格內容

目標搜尋將 \$I\$123 設定為 0，結果會顯示在 \$I\$124

I 欄 124 列

\$0
72.45%

IRR
72.45%

I 欄 123 列的公式內容

=G96+NPV(I124,G97:G106)

目標搜尋

目標儲存格(E):

目標值(V):

變數儲存格(C):

確定

取消

✕ ✓ *fx*

=IRR(G96:G106,0)

當 年利率為 0%

使用活動式植床較為划算

以十年的經營估算，若選擇錯誤，就好像在第0年(期初)就損失了1663040元一般

投資活動式植床就好像做了一筆投資報酬率為72.45%的投資(以累計10年之現值為0計算)

若使用活動式植床較為划算，請點選目標搜尋求解投資報酬率。

目標搜尋將 \$I\$123 設定為 0，結果會顯示在\$I\$124

請勿刪除或移動此兩格內容

I 欄 124 列

\$0
72.45%

IRR
72.45%

I 欄 123 列的公式內容

=G96+NPV(I124,G97:G106)

目標搜尋

目標儲存格(E):

目標值(V):

變數儲存格(C):

確定 取消

✕ ✓ *fx*

=IRR(G96:G106,0)

所以更換活動植床似乎是必然的做法

- 是嗎？
- 有一個先決條件：單位面積的產值，先前是估算 1000 元/坪
- 如果是只有 100 元/坪？ 結果又如何？

如果 單位面積產值只有原先的 1/10

其他條件不變

溫室總面積		1000 坪				
單位面積的年產值		100 元/坪				
	投資金額		空間使用率		作物栽培面積	
固定式植床	500 元/坪		65%		650 坪	
活動式植床	700 元/坪		84.28%		842.8 坪	

安裝活動植床的投資變成 十年也無法回收

當利率為 0%

計算利率		0%			
年數	各期相關項目	金額	在第0年的現值	在第0年的累計現值	
0	選擇固定式植床在最初可節省成本	264,960	264,960	264,960	
1	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-19,280	-19,280	245,680	
2	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-19,280	-19,280	226,400	
3	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-19,280	-19,280	207,120	
4	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-19,280	-19,280	187,840	
5	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-19,280	-19,280	168,560	
6	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-19,280	-19,280	149,280	
7	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-19,280	-19,280	130,000	
8	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-19,280	-19,280	110,720	
9	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-19,280	-19,280	91,440	
10	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-19,280	-19,280	72,160	

使用固定式植床較為划算

以十年的經營估算，可省下多餘的額外投資達72160元

若使用活動式植床較為划算，請點選目標搜尋求解投資報酬率。

請勿刪除或移動此兩格內容

目標搜尋將 \$I\$123 設定為 0，結果會顯示在 \$I\$124

-\$0

IRR

-5.40%

-5.40%

當利率為 2%

計算利率	2%			
年數	各期相關項目	金額	在第0年的現值	在第0年的累計現值
0	選擇固定式植床在最初可節省成本	264,960	264,960	264,960
1	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-19,280	-18,902	246,058
2	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-19,280	-18,531	227,527
3	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-19,280	-18,168	209,359
4	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-19,280	-17,812	191,547
5	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-19,280	-17,462	174,085
6	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-19,280	-17,120	156,964
7	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-19,280	-16,784	140,180
8	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-19,280	-16,455	123,725
9	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-19,280	-16,133	107,592
10	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-19,280	-15,816	91,776

使用固定式植床較為划算

以十年的經營估算，可省下多餘的額外投資達91775元

若使用活動式植床較為划算，請點選目標搜尋求解投資報酬率。

請勿刪除或移動此兩格內容

目標搜尋將 \$I\$123 設定為 0，結果會顯示在\$I\$124

-\$0	IRR
-5.40%	-5.40%

當利率為 5%

計算利率	5%			
年數	各期相關項目	金額	在第0年的現值	在第0年的累計現值
0	選擇固定式植床在最初可節省成本	264,960	264,960	264,960
1	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-19,280	-18,362	246,598
2	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-19,280	-17,488	229,111
3	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-19,280	-16,655	212,456
4	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-19,280	-15,862	196,594
5	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-19,280	-15,106	181,488
6	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-19,280	-14,387	167,101
7	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-19,280	-13,702	153,399
8	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-19,280	-13,049	140,349
9	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-19,280	-12,428	127,921
10	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-19,280	-11,836	116,085

使用固定式植床較為划算

以十年的經營估算，可省下多餘的額外投資達116084元

若使用活動式植床較為划算，請點選目標搜尋求解投資報酬率。

請勿刪除或移動此兩格內容

目標搜尋將 \$I\$123 設定為 0，結果會顯示在\$I\$124

-\$0

IRR

-5.40%

-5.40%

假設要在五年內回收

單位面積產值應該至少要有 350 元/坪

溫室總面積	1000	坪		
單位面積的年產值	300	元/坪		
	投資金額		空間使用率	作物栽培面積
固定式植床	500	元/坪	65%	650 坪
活動式植床	700	元/坪	84.28%	842.8 坪
計算利率	5%			
年數	各期相關項目	金額	在第0年的 現值	在第0年的累計 現值
0	選擇固定式植床在最初可節省成本	264,960	264,960	264,960
1	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-57,840	-55,086	209,874
2	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-57,840	-52,463	157,412
3	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-57,840	-49,964	107,447
4	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-57,840	-47,585	59,862
5	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-57,840	-45,319	14,543
6	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-57,840	-43,161	-28,618
7	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-57,840	-41,100	-69,724
8	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-57,840	-39,148	-108,872

溫室總面積	1000	坪		
單位面積的年產值	350	元/坪		
	投資金額		空間使用率	作物栽培面積
固定式植床	500	元/坪	65%	650 坪
活動式植床	700	元/坪	84.28%	842.8 坪
計算利率	5%			
年數	各期相關項目	金額	在第0年的 現值	在第0年的累計 現值
0	選擇固定式植床在最初可節省成本	264,960	264,960	264,960
1	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-67,480	-64,267	200,693
2	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-67,480	-61,206	139,487
3	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-67,480	-58,292	81,195
4	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-67,480	-55,516	25,679
5	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-67,480	-52,872	-27,193
6	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-67,480	-50,355	-77,548
7	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-67,480	-47,957	-125,504
8	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-67,480	-45,673	-171,178

假設要在五年內回收 且 單位面積產值為1000 元/坪

活動式植床的造價比固定式植床的造價可以高出多少？

單位面積產值	單位面積造價 高出金額	回收年限	十年的投資 報酬率 IRR
1000	200	1 ~ 2 年	72.45%
	500	2~3	35.44
	700	3~4	25.10
	1000	5~6	15.79
	800	4~5	21.43

註：利率以 2 % 計算

溫室總面積	1000	坪
單位面積的年產值	1000	元/坪
投資金額	空間使用率	作物栽培面積
固定式植床	500 元/坪	65% 650 坪
活動式植床	1300 元/坪	84.28% 842.8 坪

計算過程

計算利率	2%			
年數	各期相關項目	金額	在第0年的 現值	在第0年的累計 現值
0	選擇固定式植床在最初可節省成本	770,640	770,640	770,640
1	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-192,800	-189,020	581,620
2	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-192,800	-185,313	396,307
3	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-192,800	-181,680	214,627
4	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-192,800	-178,117	36,510
5	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-192,800	-174,625	-138,115
6	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-192,800	-171,201	-309,316
7	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-192,800	-167,844	-477,160
8	選擇固定式植床會減少栽培面積所以損失利潤	-192,800	-164,553	-641,713

範例2－選用風扇

- 溫室所需風量的計算

溫室需求風量 Q

一個風扇風量 A

需要的風扇數量 $n = Q/A$

- Q 假設為每分鐘交換一個溫室體積的風量

$Q = L \times W \times H$ (溫室的長、寬、高)

你的選擇？

	萬元 單價	m ³ /s 風量
風扇a	1.5	6
風扇b	2	6

風扇 b 較貴

風扇的性能係數 VER

Ventilation Efficiency Rating

VER = 單位時間搬動的風量 / 消耗的電功率

= 搬動的風量 / 消耗的能量

英制：CFM/Watt = ft³/min/W or ft³/s/W or ft³/J

公制：CMM/Watt = m³/min/W or m³/s/W

VER 越大越好，小風扇通常 VER 較小

溫室用風扇的 VER (英制)

Efficiency Estimates for Ventilation Fans Made Prior to 1990		
Fan Diameter	(A) Efficiency Estimation (at .05" static pressure)	(B) Efficiency estimation for <i>very old</i> , "elephant ear" blades, or damaged fans (at .05" static pressure)
24-in.	13 CFM/watt	11 or less
30-in.	15 CFM/watt	13 or less
36-in.	16 CFM/watt	14 or less
48-in.	17 CFM/watt	15 or less
52-in.	Few made prior to 1991	

VER 越大越好，小風扇通常 VER 較小

更換風扇節能多少如何計算

Estimating the Efficiency of an Existing Ventilation Fan

(By Richard Hiatt, NFEC)

Situation: The first step in determining if a ventilation fan change-out is justified, is to estimate the efficiency of the fan currently in-use. Fan efficiency is measured in terms of its output CFM (cubic feet per minute of air delivery), divided by its energy input (watts).

Calculation: The following equation is used to estimate the yearly energy savings (kilowatt-hours) from a fan change-out:

$$\text{kWh saved per year} = \left(\frac{\text{CFM}_{\text{old}}}{\text{CFM/watt}_{\text{old}}} - \frac{\text{CFM}_{\text{new}}}{\text{CFM/watt}_{\text{new}}} \right) \times \frac{1}{1,000 \text{ watts/kW}} \times \text{Hrs}$$

Where:

CFM_{old} = cubic feet per minute provided by the existing fan

CFM/watt_{old} = efficiency rating of the existing fan



Existing



New

你的選擇？

	m ³ /s/kW VER	萬元 單價	m ³ /s 風量
風扇a	5	1.5	6
風扇b	6	2	6

風扇 b 雖然較貴，但是使用時較省電，操作成本會較少

風扇耗能與電費的計算

$$E = N \times Q / VER \times H / 1000$$

$$\text{每日電費} = F \times E$$

N: 風扇數量

Q: 風扇風量，單位 CMM or CMS

VER: 風扇性能係數，單位 CMM/Watt or CMS/Watt

H: 風扇每日操作時數

F: 每度電的電費，單位 元/度 or 元/kW.h

D: 每日耗能度 (kW.h) 數

範例2 - 選用風扇（每日 10 hr）

			m3/s/kW	萬元	m3/s		m3/s		
	例：		VER	單價	風量	風扇數量	實際總風量		
		風扇a	5	1.5	6	36	216		
		風扇b	6	2	6	36	216		
	風扇a	風扇b	cost on a-b					溫室尺寸	
yr 0	540000	720000	-180000	電費	2.8 元/度			長	36 m
yr 1	441504	367920	73584	日操作時數	10 hr			寬	120 m
yr 2	441504	367920	73584	設計總風量	216 m3/s			高	3 m
yr 3	441504	367920	73584					1 AC =	12960 m3/min
yr 4	441504	367920	73584						216 m3/sec
yr 5	441504	367920	73584						
yr 6	441504	367920	73584						
NPV	\$2,462,865	\$2,322,388	\$140,478						
		IRR	33.7%						

範例2 - 選用風扇（每日 2 hr）

			m3/s/kW	萬元	m3/s		m3/s			
	例：		VER	單價	風量	風扇數量	實際總風量			
		風扇a	5	1.5	6	36	216			
		風扇b	6	2	6	36	216			
	風扇a	風扇b	cost on a-b					溫室尺寸		
yr 0	540000	720000	-180000	電費	2.8 元/度			長	36 m	
yr 1	88300.8	73584	14717	日操作時數	2 hr			寬	120 m	
yr 2	88300.8	73584	14717	設計總風量	216 m3/s			高	3 m	
yr 3	88300.8	73584	14717					1 AC =	12960 m3/min	
yr 4	88300.8	73584	14717						216 m3/sec	
yr 5	88300.8	73584	14717							
yr 6	88300.8	73584	14717							
NPV	\$924,573	\$1,040,478	(\$115,904)							
		IRR	-17.2%							

例：		VER	單價	風量	風扇數量	實際總風量		
	風扇a	5	1.5	6	36	216		
	風扇b	6	2	6	36	216		
	風扇a	風扇b	cost on a-b				溫室尺寸	
yr 0	540000	720000	-180000	電費	2.8 元/度	長	36 m	
yr 1	198676.8	165564	33113	日操作時數	4.5 hr	寬	120 m	
yr 2	198676.8	165564	33113	設計總風量	216 m ³ /s	高	3 m	
yr 3	198676.8	165564	33113			1 AC =	12960 m ³ /min	
yr 4	198676.8	165564	33113				216 m ³ /sec	
yr 5	198676.8	165564	33113					
yr 6	198676.8	165564	33113					
NPV	\$1,548,422	\$1,560,352	(\$11,930)					
		IRR	2.9%					

			m ³ /s/kW	萬元	m ³ /s		m ³ /s		
例：		VER	單價	風量	風扇數量	實際總風量			
	風扇a	5	1.5	6	36	216			
	風扇b	6	2	6	36	216			
	風扇a	風扇b	cost on a-b				溫室尺寸		
yr 0	540000	720000	-180000	電費	2.8 元/度	長	36 m		
yr 1	220752	183960	36792	日操作時數	5 hr	寬	120 m		
yr 2	220752	183960	36792	設計總風量	216 m ³ /s	高	3 m		
yr 3	220752	183960	36792			1 AC =	12960 m ³ /min		
yr 4	220752	183960	36792				216 m ³ /sec		
yr 5	220752	183960	36792						
yr 6	220752	183960	36792						
NPV	\$1,660,469	\$1,653,724	\$6,745						
		IRR	6.2%						

每日使用
超過 5 小時
選風扇b才划算

註：此評估假設設備使用年限與風量均相同

範例 3：單層或雙層遮陽網

雙層遮陽會比單層遮陽貴

會增加成本！ 是的！ 但不會貴兩倍！

這個投資值得嗎？

範例 3：單層或雙層遮陽網

雙層遮陽會遮的比單層遮陽的多

進入溫室的光量為 100

遮一層 66%

穿透剩下 $100 * (1 - 0.66) = 34$

遮兩層 $66% * 66%$

$100 * (1 - 0.66)^2 = 11.56$

真是這樣嗎？

範例 3：單層或雙層遮陽網

進入溫室的光量為 100

遮一層 66% 穿透剩下 $100 * (1-0.66) = 34$

遮兩層 $66% * 66%$ $100 * (1-0.66)^2 = 11.56$

實務上不會如此設計

遮兩層 35% * 47% $100 * (1-0.35)=65$; $65 * (1-0.47)=34.45$

$100 * (1-0.47)=53$; $53 * (1-0.35)=34.45$

範例 3：單層或雙層遮陽網

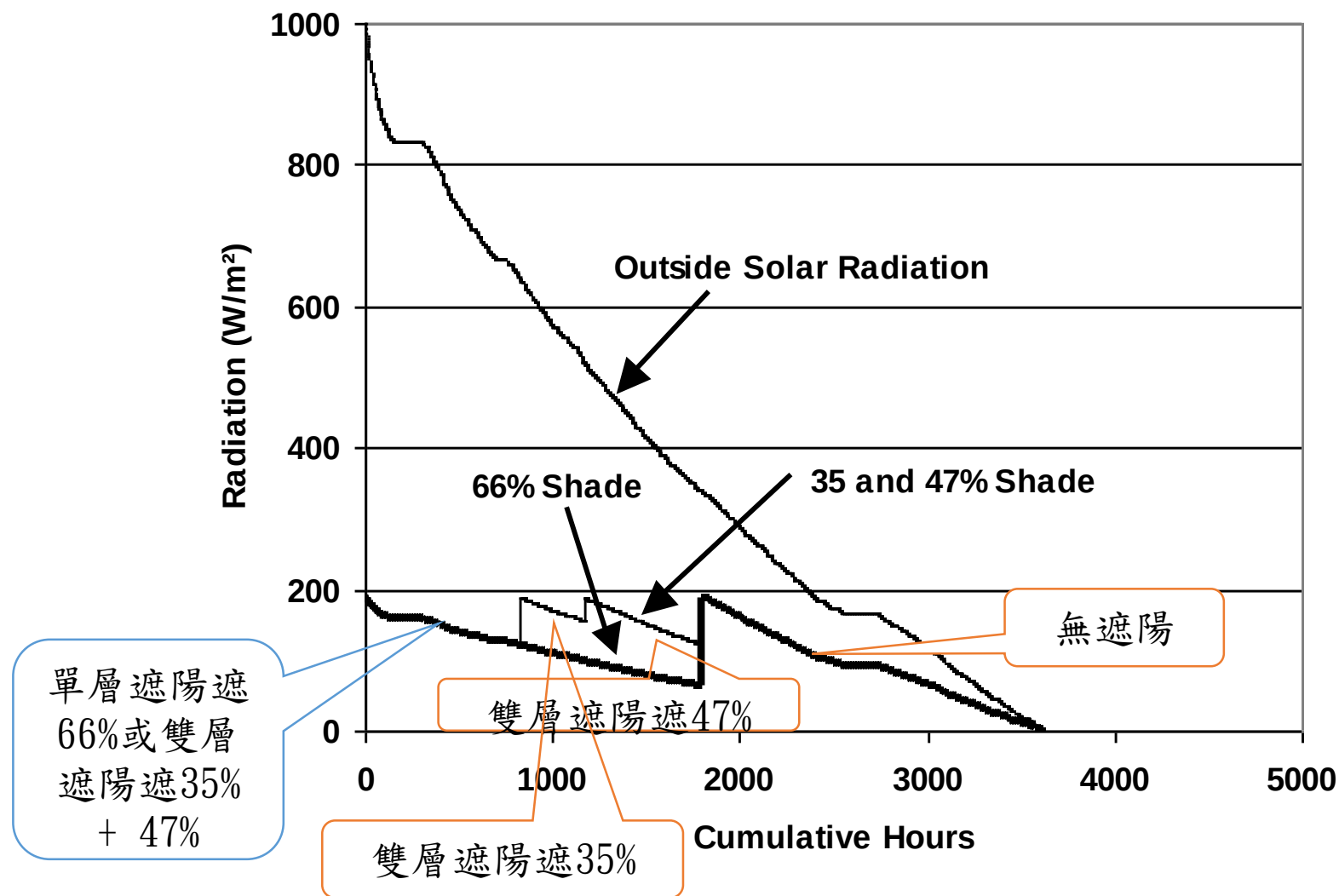
多一層遮陽網的 **目的**：

在增加調節光量的彈性
在增加進入溫室內的光量

增加光量，增加產量

茄科作物，光量增加 1%，產量增加 1%

雙層遮陽 vs. 單層遮陽 -- 以台灣台南為例



範例4：溫室育苗 VS. 植物工廠育苗

- 種苗只有 5 ~ 15 cm 為什麼要蓋 3.5 ~ 10 m 高的溫室來栽培種苗？
- 仰賴陽光時，光量有時太強，有時不足；有時溫度高，有時溫度低
調控不容易；且只能做單層栽培



範例4：溫室育苗 VS. 植物工廠育苗

種苗工廠至少可有溫室15倍以上產能

- 2 倍栽培密度
- 30% 縮短產期
- 10% 良率提升
- 20% 市場價值提升
- 5層床架

$$2 \times 1.3 \times 1.1 \times 1.2 = 3.43$$

$$2 \times 1.3 \times 1.1 \times 1.2 \times 5 = 17.16$$

相同產能的溫室與種苗工廠

- 種苗工廠只需 $1/15$ 的土地面積
- 土地成本大幅減少
- 種苗工廠的
單位土地面積的造價可能遠比溫室高，
但總造價可以比溫室低

範例4：溫室育苗 VS. 植物工廠育苗

- 右表為日本數據，CPPS 內為四層
- CPPS: Closed Plant Production System
- CTPS: Closed Transplant Production System
- 單位面積成本CPPS遠高於溫室
- 初始成本也看似CPPS 遠高於溫室

**CPPS 與溫室每年生產100萬株苗
單位面積成本與初始成本之比較**

	溫室	CPPS
地板面積 (m ²)	1,250	100
單位成本 (USD/m ²)	50 ~ 100	5,000
初始成本 (USD)	62,500 ~ 125,000	500,000

- 台灣CPPS 與 CTPS 的造價都遠低於日本 (日本為 2 ~ 3 倍)
- 台灣溫室造價也比較低 (日本為 1.5 ~ 3 倍)

塑膠布溫室造價與農地價格

- 簡易鋁管：510 萬/公頃，510 NT\$/m²
- 捲揚鋁管： 900 萬/公頃， 900 NT\$/m² (28 US\$/m²)
- 鋼骨加強型： 1110 萬/公頃， 1110 NT\$/m² (35 US\$/m²)

- 農地價格：1~3萬/坪，3300~9000 NT\$/m²
- 一公頃農地：3300~9000 萬

一分地塑膠布溫室含農地價格

- 簡易鋁管： 51 萬/分， 510 NT\$/m²
- 捲揚鋁管： 90 萬/分， 900 NT\$/m²
- 鋼骨加強型： 111 萬/分， 1110 NT\$/m²
- 一分農地： 330 ~ 900 萬， 3300 ~ 9000 NT\$/m²

- 一分農地加蓋鋼骨加強型溫室：
地價 + 溫室造價： 441 ~ 1011 萬
- 床架佔地板面積 60%： 600 m² 栽培面積

育苗植物工廠用地

- 600 m^2 栽培面積 / 15 $\rightarrow$ 40 m^2 面積 x 5層
- $40/0.6/3.3 = 20.20$ 坪 = 5 個 20 呎貨櫃
= 2 個 40 呎 + 1 個 20 呎貨櫃
- 用地： $74.3 \text{ m}^2 < 100 \text{ m}^2$ (地價 33 ~ 90 萬)
- 20 呎貨櫃：20英呎長x8英呎寬x8.5英呎高
 - 體積：1360立方英呎 (39 m^3)。
 - 面積： $20 \times 8 \times 0.3048 \times 0.3048 = 14.86 \text{ m}^2 = 4.5$ 坪

育苗溫室 VS. 育苗貨櫃

	育苗溫室	育苗貨櫃	比例
用地	1000 m ²	100 m ²	1:10
農地價格	330 ~ 900 萬	< 33 ~ 90 萬	1:10
地上物	溫室一棟 1000 m ²	20 呎貨櫃 5 個	
地上物 造價	111 萬	400 萬 (80 * 5)	
總價	441 ~ 1011 萬	433 ~ 490 萬	0.48 ~ 0.98
栽培比例	60 %	60%	1
栽培層數	1	5	5

農地單價高 的地區特別適合使用貨櫃式育苗工廠

台灣一個 20呎貨櫃的育苗工廠造價以 80 萬估算 (1683 US\$/m²)

日本育苗貨櫃造價 5000 US\$/m² * 3.3 m²/坪 * 4.5坪 * 32 NT\$/US\$ = 2,376,000 NT\$ (約台灣的 3 倍)

所有的投資都可以用類似此種方式來分析

如前所述

1. 固定植床 vs. 活動植床
2. 風扇選用 (售價、風量與VER)
3. 單層 vs. 雙層遮陽

其他案例：

- 是否安裝人工光源、二氧化碳施肥
- 自然通風 或 強制通風
- 強制通風 或 風扇 + 水簾
- 活動植床 或 盤床
- 變頻 或 非變頻風扇
- 熱泵 或 鍋爐
- 是否安裝保溫膜
- 玻璃 或 塑膠布溫室
- 直射玻璃 或 散射玻璃
- 單層 或 雙層遮蔭
- 栽培蝴蝶蘭還是種萵苣
- 作組培苗還是小苗、中苗、大苗、開花株
- 接力生產還是一條龍
- 到美國或荷蘭或中國投資
- 在美國或台灣設廠賣大苗或組培苗或抽梗苗到美國
- 其他

蝴蝶蘭外銷的兩種新的商業模式

- 新模式：

- 海運貨櫃內運送**大苗**，**貨櫃內補光催梗**（一個月）
- 到達後直接繼續催花、栽培（3 ~ 3.5 個月後可銷售）
- 一年周轉 3.5 ~ 4 次

- 海運貨櫃內運送 **5~10 cm抽梗苗**，**貨櫃內補光維持催梗**（一個月）
- 到達後直接繼續催花、栽培（2 ~ 2.5 個月後可銷售）
- 一年周轉 5 ~ 6 次

- 舊模式：

- 海運貨櫃運送大苗
- 到達後經休息（1 個月）、催花（2 個月）、栽培（2 個月）始可銷售
- 一年周轉 2 ~ 2.5 次

蝴蝶蘭外銷的兩種新的商業模式

- 關鍵在貨櫃內的補光技術
- 透過科技的導入，創造新商業模式，甚至開創新產業
- 工業 4.0
- 農業 4.0