



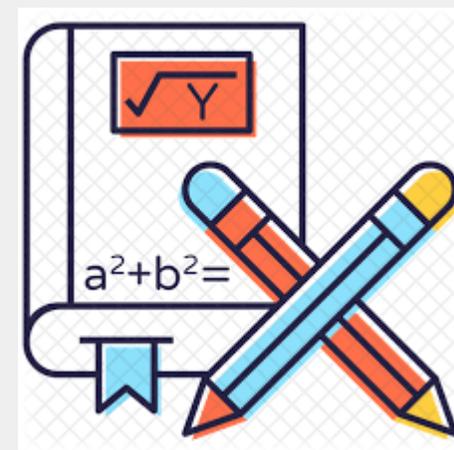
國立中山大學

教學實踐研究計畫撰寫實務工作坊經驗分享

# 工程數學課可以再更有趣一點嗎？

2020/11/13

講者: 許華倚



臺北聯合大學系統  
University System of Taipei



## 學歷:

西北大學機械工程博士  
國立臺灣大學生物環境系統工程學士

工程數學課 可以再更  
有趣一點嗎?



## 經歷:

副教授 國立臺北科技大學機械工程系  
助理教授 國臺北科技大學機械工程系  
國立臺北科技大學教務處視聽教學中心主任  
國立臺北科技大學進修部推廣教育中心  
博士後研究 中央研究院物理所複雜系統組

## 執行計畫:

107年度教育部教學實踐計畫 服務創新課程之教學實踐  
108年度教育部教學實踐計畫 工程數學客可以再更有趣一點嗎?  
109年度教育部教學實踐計畫 創建流體力學課程之英語授課模式  
與評估

# 工程數學課可以再更有 趣一點嗎？

學生才是  
教室中的主人

如何在專業必修課程  
執行翻轉教室？

問題解決策略：  
活化課程內容

研究成果探討

工程數學課 可以再更  
有趣一點嗎？



學生才是教室中的主人

學生才是  
教室中的主人

# 我們的教學現場：

工程數學課 可以再更  
有趣一點嗎？

TAIPEI  
TECH

學生才是教室中的主人

- 早上10:00第一堂課，上課鐘響，教室來不到一半的同學（默契：早八看不到學生）。
- 進到教室：吃早餐、趴桌上閉目養神、精神很好的滑手機。
- 前三排常常都是空的（有坐人-> 遲到晚進教室只能坐前面，似乎是一種處罰）。
- 老師講得聲嘶力竭，底下沒有反應……



# 一定聽過的：

- 老師剛剛點名了沒？
- 最後一排的座位幫我佔一下...
- 我們中午要吃什麼？
- 什麼時候期中考？
- 老師考試範圍到哪裡？
- 同學罩一下.....
- 我覺得我會被當掉.....
- 老師拜託不要當我.....



工程數學課 可以再更  
有趣一點嗎？



學生才是教室中的主人

# 關於教學這件事.....

工程數學課 可以再更  
有趣一點嗎？



學生才是教室中的主人

## 學習動機與態度

- ✓ 學生的組成
- ✓ 學生的特質
- ✓ 學生的想法



## 教學經驗與技術

- ✓ 教材
- ✓ 教學方式

## 舒適的教室

燈光、座位、冷氣

# 老師的功能到底是什麼呢？

工程數學課 可以再更  
有趣一點嗎？



學生才是教室中的主人



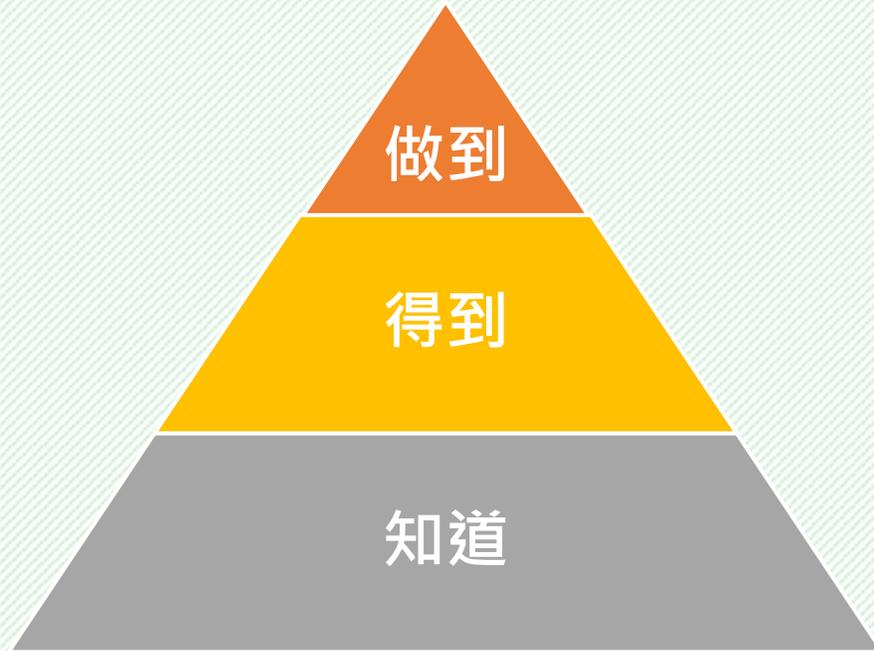
# 老師的功能到底是什麼呢？

工程數學課 可以再更  
有趣一點嗎？



學生才是教室中的主人

讓學生可以



教學經驗 → 設計出教學方法 → 實際演練

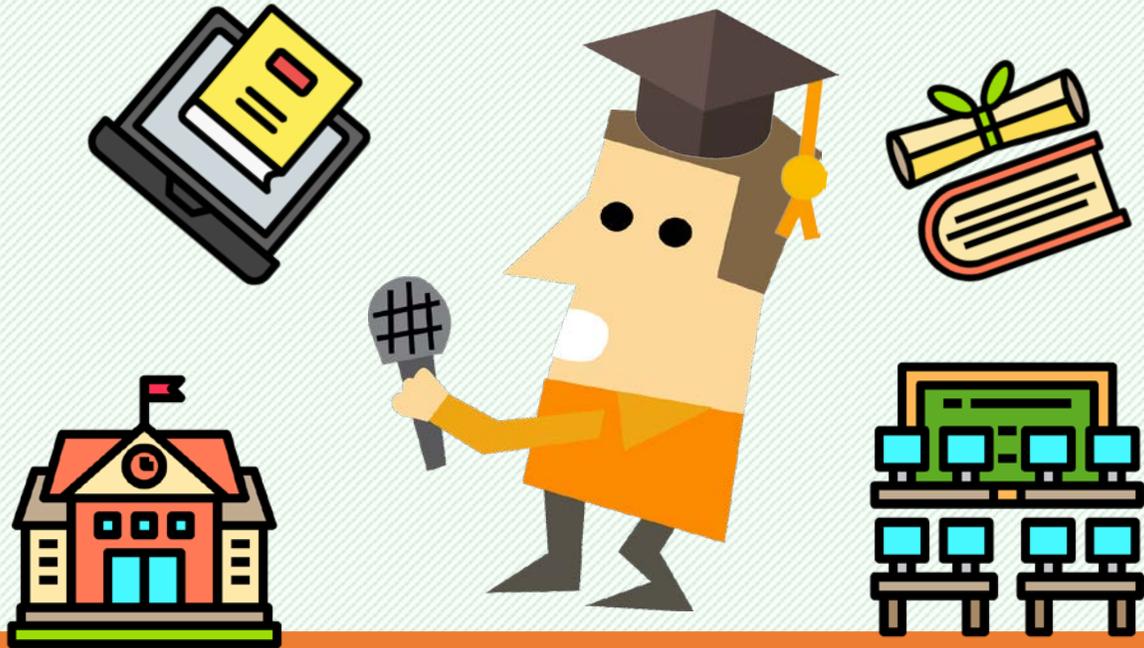
沒有最好的教學方法，只有最適合自己和學生的。

# 學生才是課堂的主人!!!

工程數學課 可以再更  
有趣一點嗎?



學生才是教室中的主人



Happy Students,  
Happy Teacher

# 迷思??

工程數學課 可以再更  
有趣一點嗎?



學生才是教室中的主人

## ❖ 老師課堂說得越多，學生學得越好嗎？

1. 老師會，不代表學生會 .....
2. 從小到大我們受的教育大多都用講述法。
3. 小組討論花了很多時間，我自己講比較快。
4. 小組討論法，翻轉台上台下的單向互動。
5. 讓你的學生在課堂上忙碌，而不是自己忙碌。

學生才是教室內最重要的角色，  
老師只是串場的主持人

# 設定自己的教學目標：

工程數學課 可以再更  
有趣一點嗎？

TAIPEI  
TECH

學生才是教室中的主人

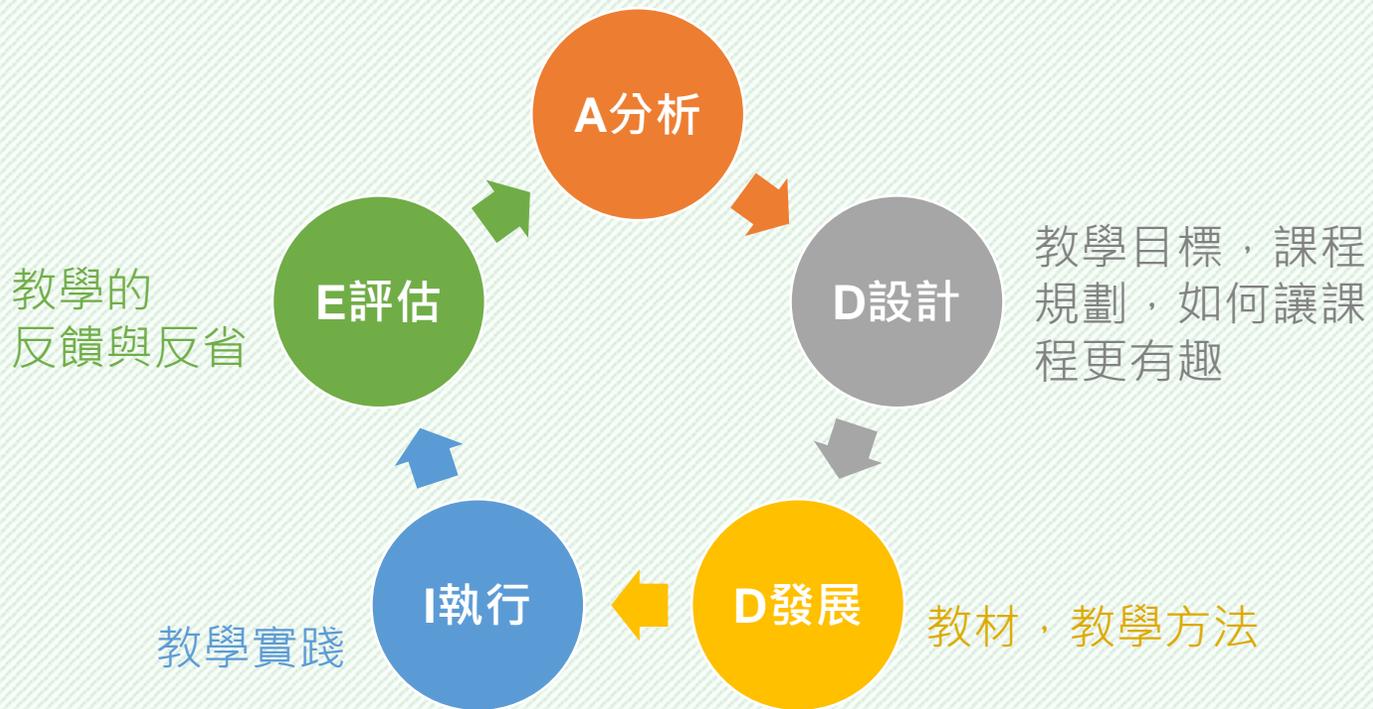
我的學生是誰？

我的學生的特質？

我想讓同學從  
這門課獲得什麼？

# 課程系統化：ADDIE

我的學生是誰？我的學生的特質？教學目標為何？



工程數學課 可以再更有趣一點嗎？



學生才是教室中的主人

Branson, R.K., Rayner, G.T., Cox, J.L., Furman, J.P., King, F.J., Hannum, W.H. (1975). Interservice procedures for instructional systems development. (Vols. 1-5) TRADOC Pam 350-30, NAVEDTRA 106A. Ft. Monroe, VA: U.S. Army Training and Doctrine Command.

問題解決策略：  
活化課程內容

# 問題解決策略重點

- 了解學生的特質
- 平均分組



- 使用PBL教室-分組討論  
\*PBL教室：活動式桌椅，可多樣化組合

- 改變授課模式
- 大量分組活動與討論，動手做讓你不無聊
- 翻轉教室
- 遊戲化教學
- 將題目設計成以填空方式回答
- 圖像化方程式，讓同學理解
- 建立同學信心隨時鼓勵同學

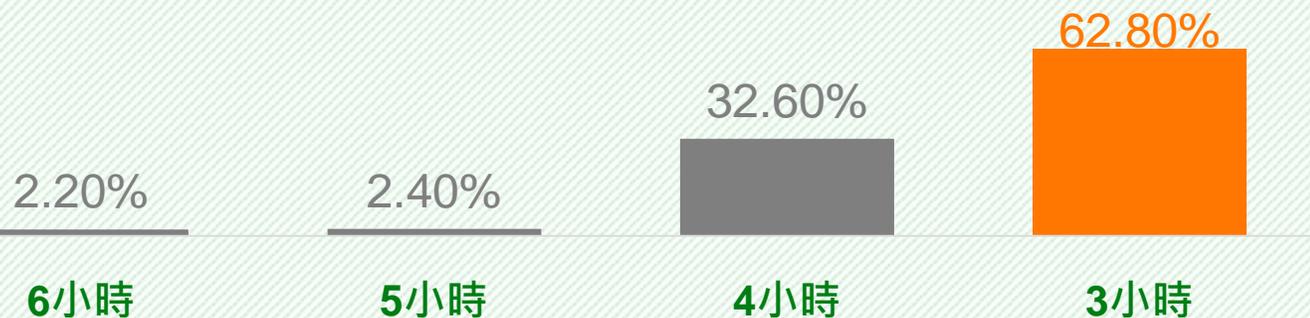
工程數學課 可以再更  
有趣一點嗎？



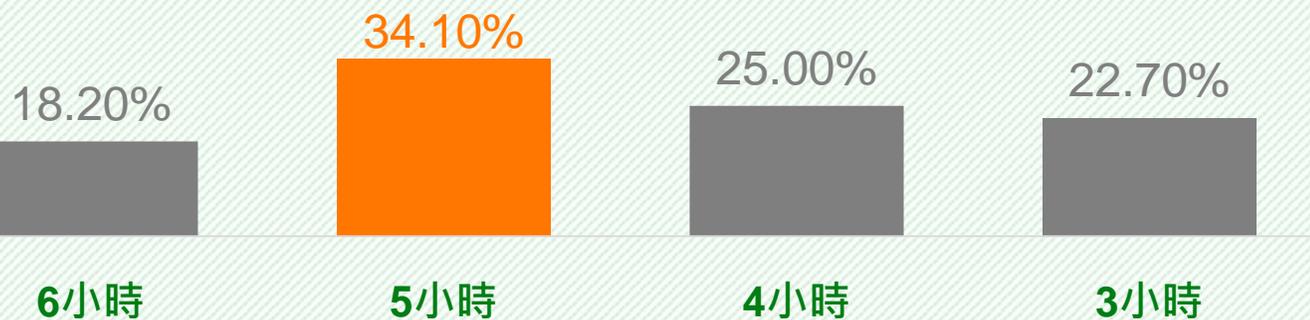
問題解決策略：活化課程內容

## 了解學生在高工/高中每週上數學課的時數

- 以高工生為主的班級（43人）（3小時以下最多）

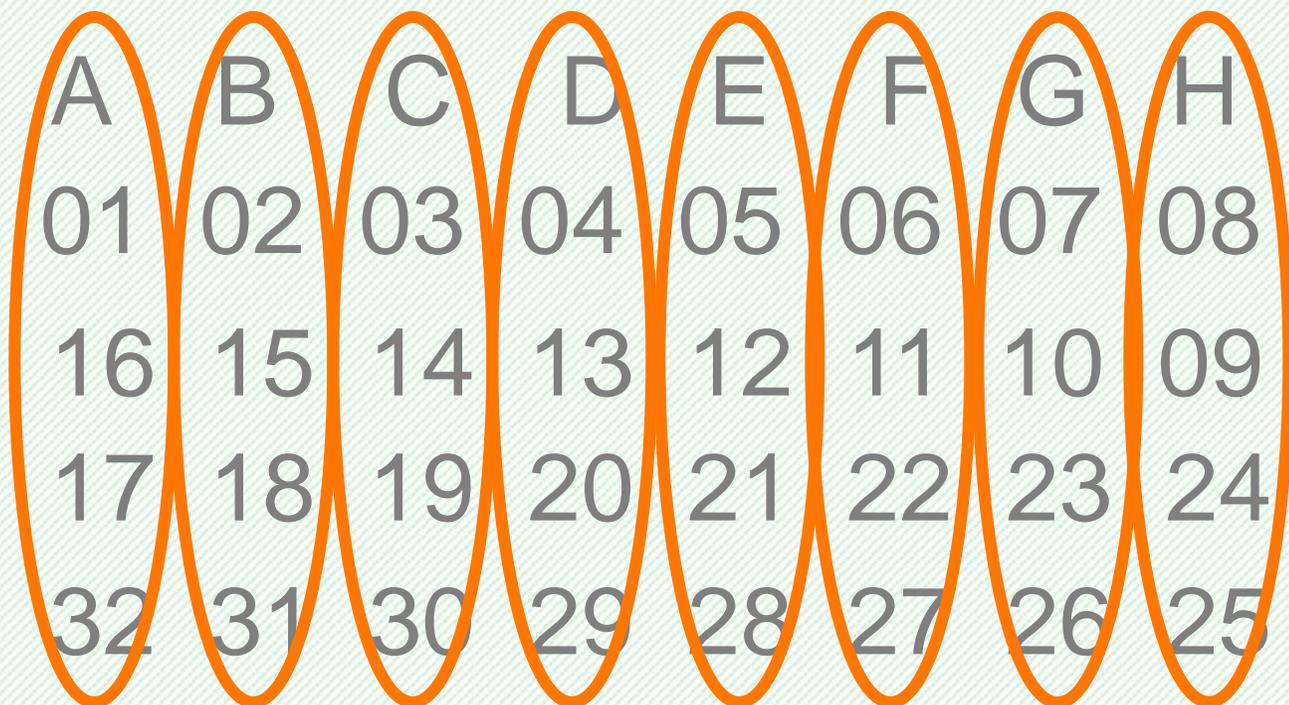


- 以高中生為主的班級（44人）（5小時以下最多）



問題解決策略：活化課程內容

每組都有能力較佳的同學



環境面

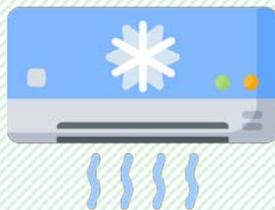
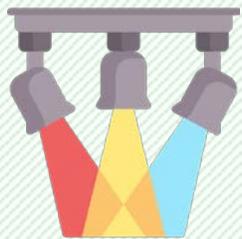
策略：使用PBL教室-分組討論

工程數學課 可以再更  
有趣一點嗎？



問題解決策略：活化課程內容

PBL教室：內置活動式桌椅，可多樣化組合



燈光 & 空氣 & 冷氣

缺一不可!!!

教師面

## 策略1：改變授課模式



人能維持專注的時間約在**10到18分鐘**

工程數學課 可以再更  
有趣一點嗎？



問題解決策略：活化課程內容

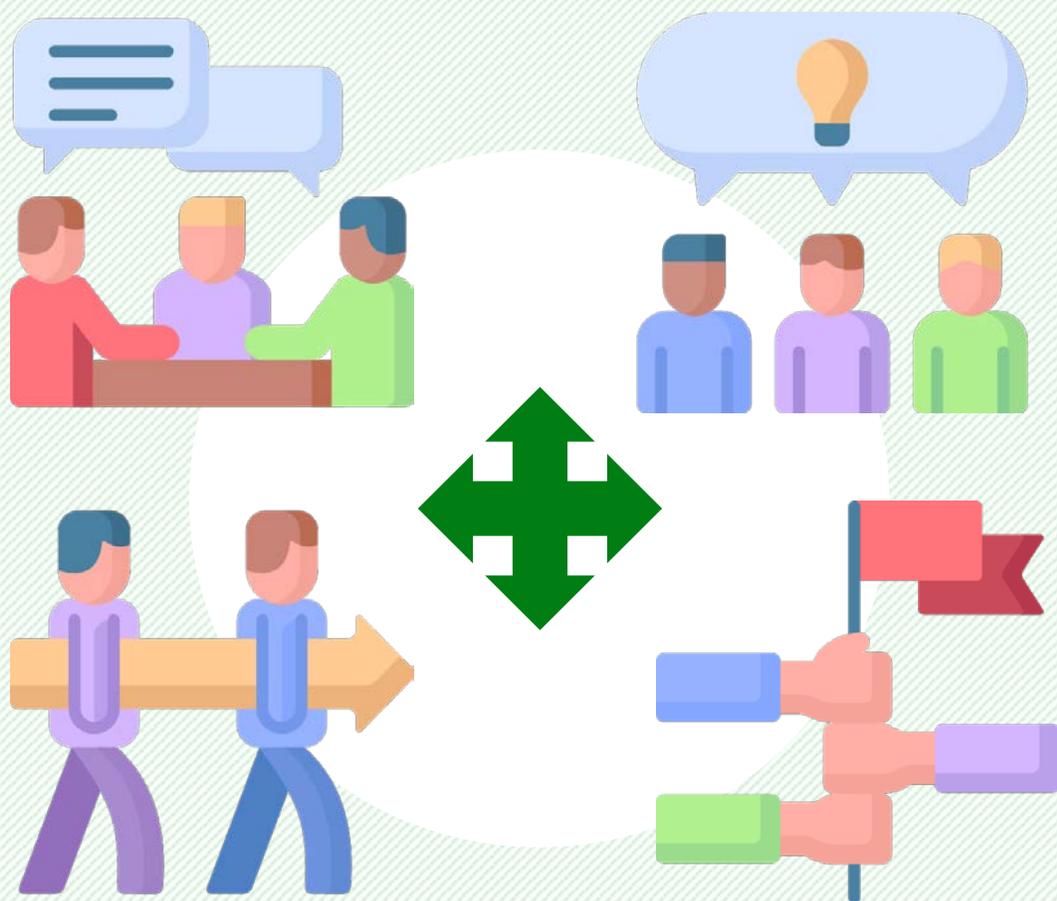
教師面

## 策略2：強調討論與實際操作

工程數學課 可以再更  
有趣一點嗎？



問題解決策略：活化課程內容



## 小組討論技巧

1



清楚的題目

2



教具幫助同學及  
老師進入狀況

3



時間緊湊

4



邀請同學  
上台發表

教師面

## 策略2：強調討論與實際操作

工程數學課 可以再更  
有趣一點嗎？



問題解決策略：活化課程內容

教學的層次

我說給你聽

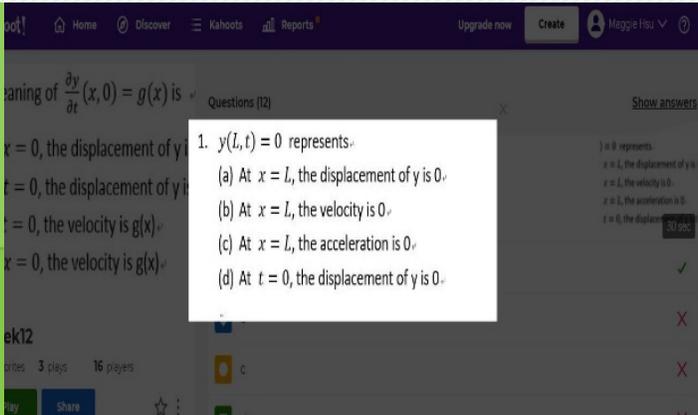
我做給你看

你做給我看

## 教師面 策略3：遊戲化教學

讓學生投入課程，並且**持續專注**的手段。

1. 最高分小組可以得到加分
2. 獎勵不一定是分數，小點心，USB等也OK
3. **Kahoot小遊戲加深印象**
4. 讓學生自己尋找答案，你給他的答案，不如他自己找的記憶更深



Join at [www.kahoot.it](http://www.kahoot.it) or with the **Kahoot! app**  
with Game PIN:

**9077937**

**Kahoot!**

Kahoot!使用實況畫面

The screenshot shows a Kahoot! game in progress. The question is: "The meaning of  $\frac{\partial y}{\partial t}(x, 0) = g(x)$  is". The options are: (a) At  $x = L$ , the displacement of  $y$  is 0. (b) At  $x = L$ , the velocity is 0. (c) At  $x = L$ , the acceleration is 0. (d) At  $t = 0$ , the displacement of  $y$  is 0. The interface also shows a navigation bar with 'Home', 'Discover', 'Kahoots', and 'Reports', and a user profile for 'Maggie Hsu'.

工程數學課 可以再更  
有趣一點嗎？



問題解決策略：活化課程內容

教師面

## 策略4：建立同學信心

工程數學課 可以再更  
有趣一點嗎？



問題解決策略：活化課程內容

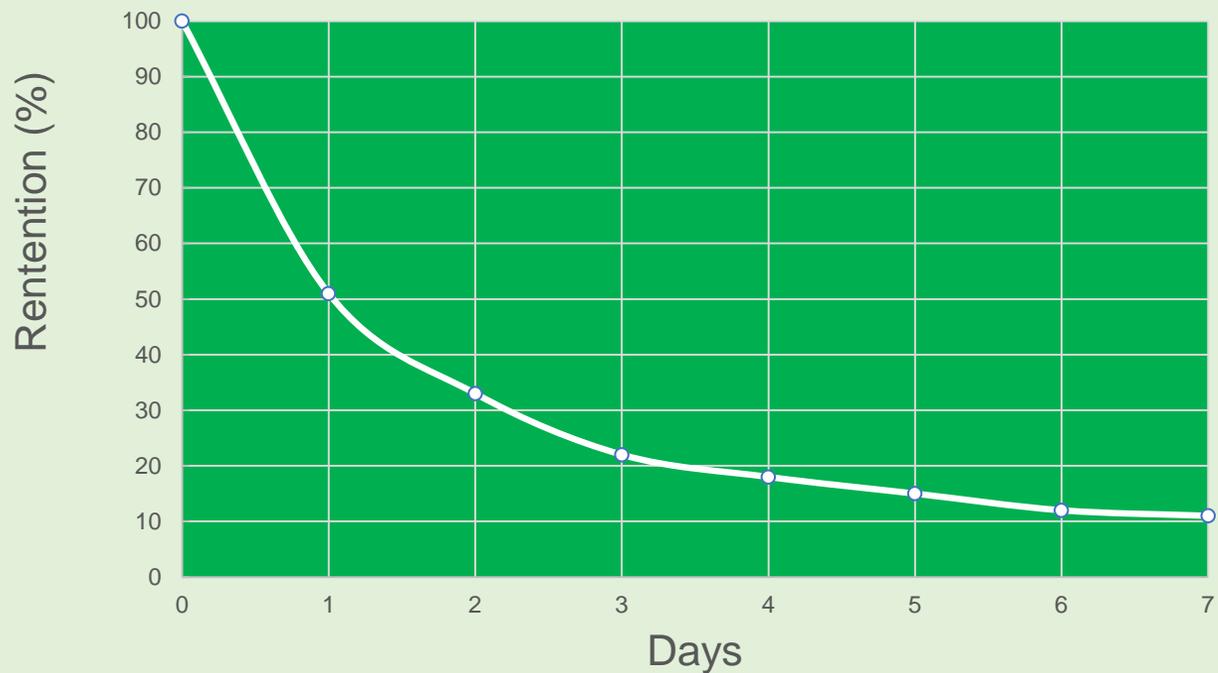
**BELIEVE IN  
YOURSELF**

**HAPPY  
LEARNING**

**CONFIDENCE**

問題解決策略：活化課程內容

Forgetting Curve



Ebbinghaus, H. (1913).. (H. Ruger, & C. Bussenius, Trans.) New York, NY: Teachers College.

# 策略6： 題目設計成填空方式回答

Case 3:  $\lambda > 0$ ,  $\lambda = \omega^2$  with  $\omega > 0$ . Then  $X'' + \omega^2 X = 0$ , with general solution<sup>4</sup>

Now  $X'' + \omega^2 X = 0$ , with general solution<sup>4</sup>

$$X_\omega(x) = \boxed{\phantom{c_1 \cos(\omega x) + c_2 \sin(\omega x)}}$$

Since  $X(0) = a = 0$ , only the  $\boxed{\phantom{c_2 \sin(\omega x)}}$  remain. Thus every positive number is an eigenvalue, with corresponding eigenfunctions nonzero constant multiples of  $\sin(\omega x)$ <sup>4</sup>

Now consider the equation for  $T$ , which we can now write as  $T'' + c^2 \omega^2 T = 0$  for  $\omega \geq 0$ . This has general solution<sup>4</sup>

$$T(t) = \boxed{\phantom{c_1 \cos(c\omega t) + c_2 \sin(c\omega t)}}$$

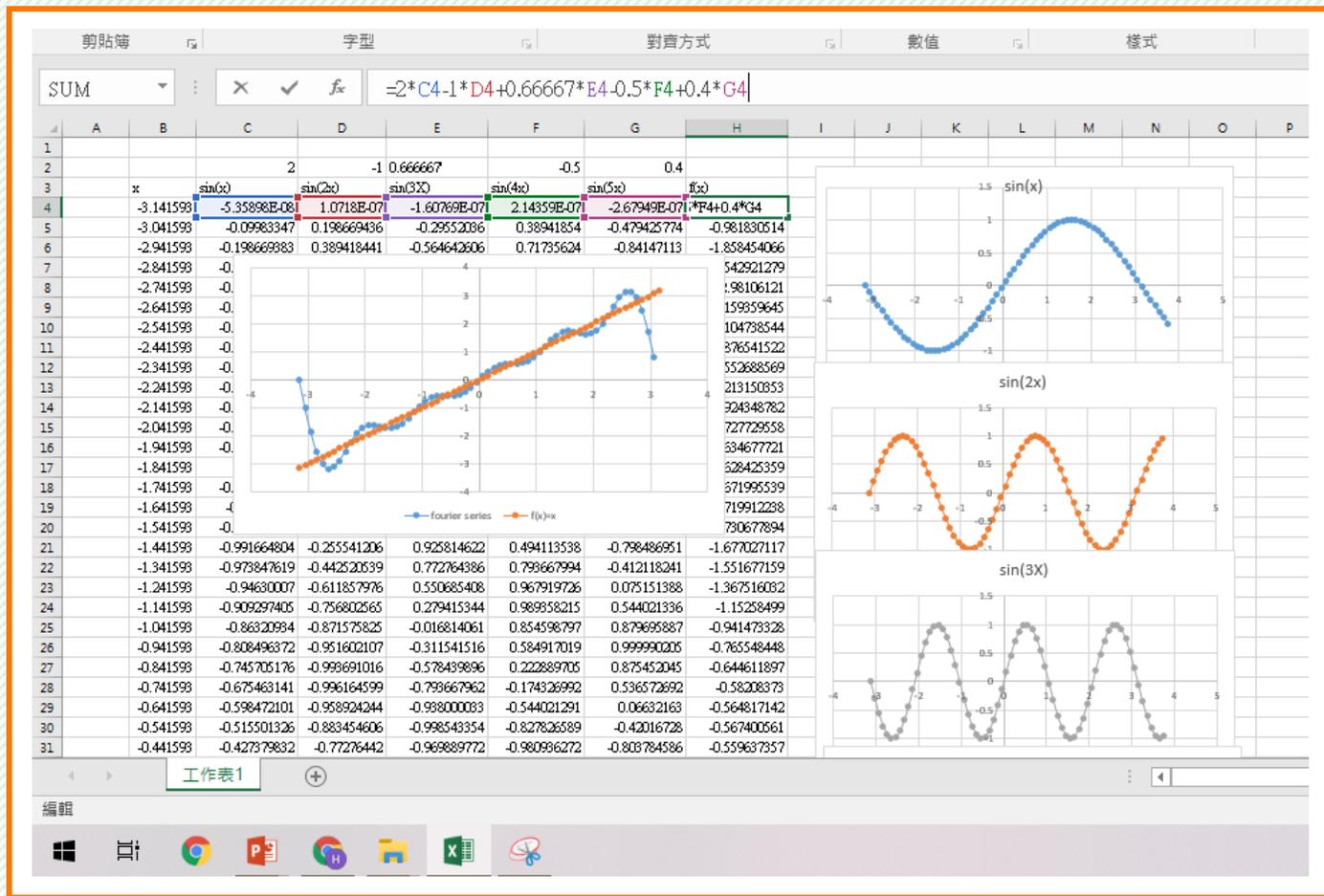
Now using initial condition  $\frac{\partial y}{\partial t}(x, 0) = 0$ <sup>4</sup>

$$\frac{\partial y}{\partial t}(x, 0) = X(x)T'(0) = \boxed{\phantom{c_2 c\omega \cos(c\omega t)}}$$

so  $\boxed{\phantom{c_2 = 0}}$  Thus solutions for  $T$  are constant multiples of<sup>4</sup>

# 教師面 策略7：圖像化教學

## 讓同學看到方程式在算什麼



# 工程數學課 可以再更有趣一點嗎？



問題解決策略：活化課程內容

工程數學課 可以再更  
有趣一點嗎？

TAIPEI  
TECH

如何在專業必修課程執行翻轉教室？

如何在專業必修課程  
執行翻轉教室？

# 什麼是翻轉教室？ ( 1/3 )

2007年美國科羅拉多州Woodland Park高中的兩位化學老師Jonathan Bergmann與Aaron Sams...



學生  
缺課

錄製教學影片  
上傳至YouTube

學生  
線上自學

課堂上

增加與學生的互動

解答問題

直接作實驗

工程數學課 可以再更  
有趣一點嗎？



如何在專業必修課程執行翻轉教室？

# 什麼是翻轉教室？ ( 2/3 )

工程數學課 可以再更  
有趣一點嗎？

TAIPEI  
TECH

如何在專業必修課程執行翻轉教室？

**Sam**和 **Bergmann**認為：

「翻轉教室」的重點不在於老師自製課堂影片來教學，而是能真正思考如何更**有效益的運用課堂互動時間**。

老師作為知識領域的專家，可以將比較屬於單向傳授的部分，讓**學生自行學習**，而將**面對面的時間用於解決個別問題**，且更進一步地用以發展高階的能力 [1]。

[1] Sams, A. & Bergmann, J. (2013). Flip Your Students Learning. Educational Leadership. Vol.70. No.6. pp.16-20.

# 什麼是翻轉教室？ ( 3/3 )

工程數學課 可以再更  
有趣一點嗎？

TAIPEI  
TECH

如何在專業必修課程執行翻轉教室？

美國另外一所高中，克林頓戴爾高中實施之後，可以從學生的成績大幅改善看出成效：

原本高一的學生數學不及格的佔**44%**，英文不及格的更有**50%**以上；實施之後，數學不及格的比例下降到**13%**，英文不及格的也降至**19%**。

由**classroomwindow**所調查的結果也顯示：

「**88%**的受測教師」認為改善他們對**工作的滿意度**；  
「**67%**的教師」認為學生**上課態度提升**，  
更有「**99%**的教師」明年還會**繼續使用翻轉課堂** [2]。

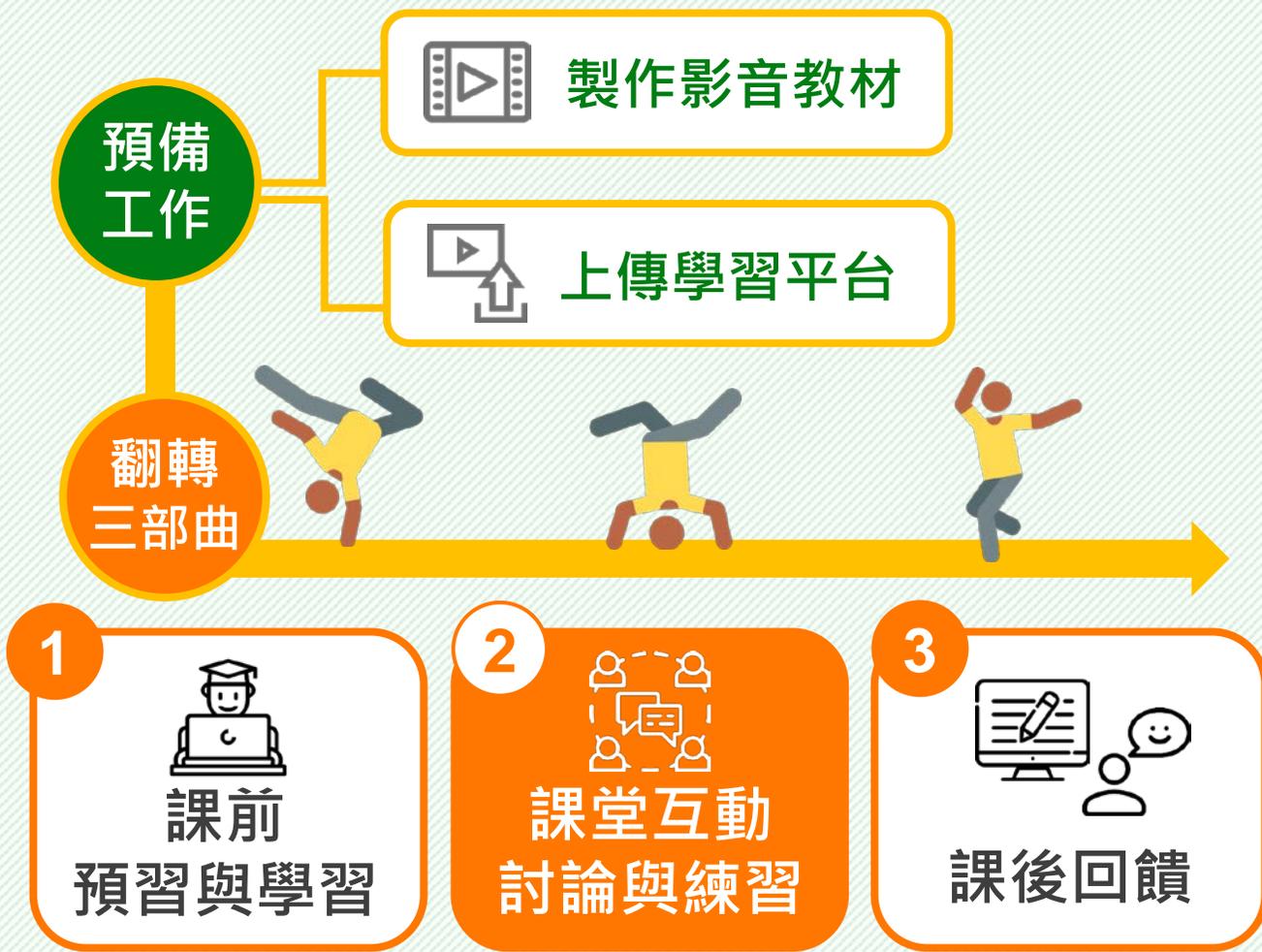
[2]廖怡慧 “教學新思維-翻轉課堂(Flipped Classroom)”深耕教與學電子報 vol.31, 2012

# 翻轉教室執行流程

工程數學課 可以再更  
有趣一點嗎？



如何在專業必修課程執行翻轉教室？



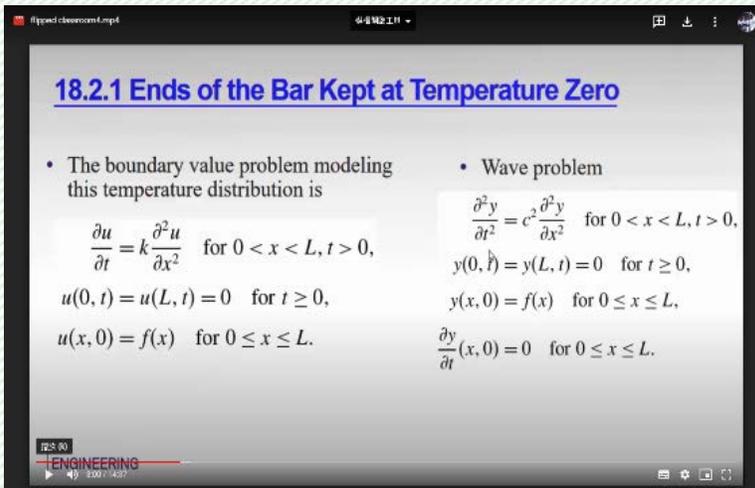
# 翻轉首部曲 1.課前預習與學習 (必要)

工程數學課 可以再更有趣一點嗎?



如何在專業必修課程執行翻轉教室?

- **教師**：一週前上傳前導教材（自製開放式影音教材、其他相關線上資源）至學習平台。
- **學生**：於課前瀏覽教材後，視教師給予之任務，於平台作答、提問、或筆記。



影音教材範例



平台資源佈置畫面

# 翻轉二部曲 2. 課堂互動討論 (必要)

教學策略如：

師生進行課程內容**疑難答問**

學生進行**作業/學習單練習**，  
再由老師解答或由學生分享解題心得...

學生進行**分組討論及分享**，  
教師適時**引導釋疑**等...



工程數學課 可以再更  
有趣一點嗎？



如何在專業必修課程執行翻轉教室？

# 翻轉三部曲 3.課後回饋

學生可再由學習平台發表回饋資訊，  
教師與助教將擇點回應。



工程數學課 可以再更  
有趣一點嗎？



如何在專業必修課程執行翻轉教室？

# 學習互動平台的選擇

下列平台為目前數位教學應用最廣泛的免費工具，  
各平台可相互搭配，方便同學們使用。



學校帳號容量無上限

**Youtube** ( 發佈影音 ) + **Google Drive** ( 上傳課程資源 )  
+ **Edmodo / Google Classroom** ( 線上互動應用)

工程數學課 可以再更  
有趣一點嗎？



如何在專業必修課程執行翻轉教室？

# 研究結果探討

# 量化結果探討 (1/10)

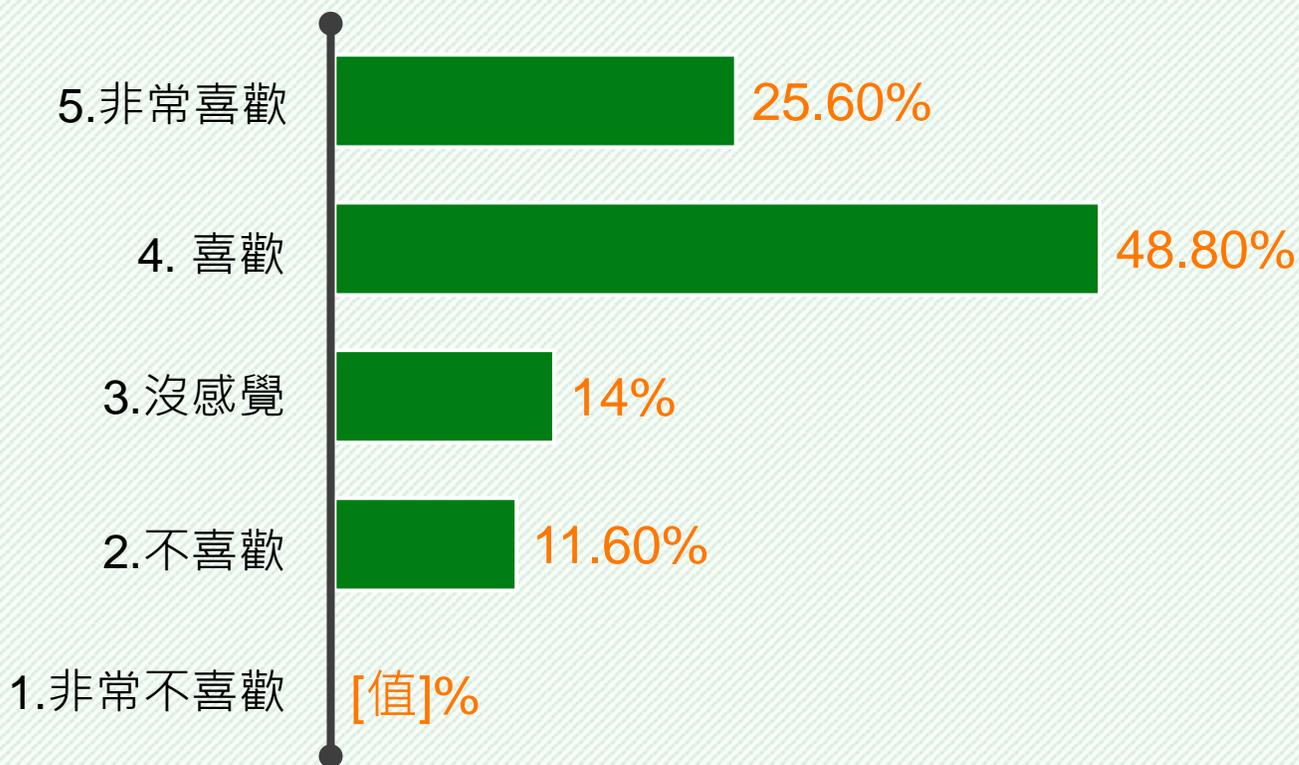
- 問卷調查法
- 回饋人數43人

工程數學課 可以再更有趣一點嗎？



研究結果探討

## 1、綜合來說我喜歡工程數學二這門課的程度



# 量化結果探討 (2/10)

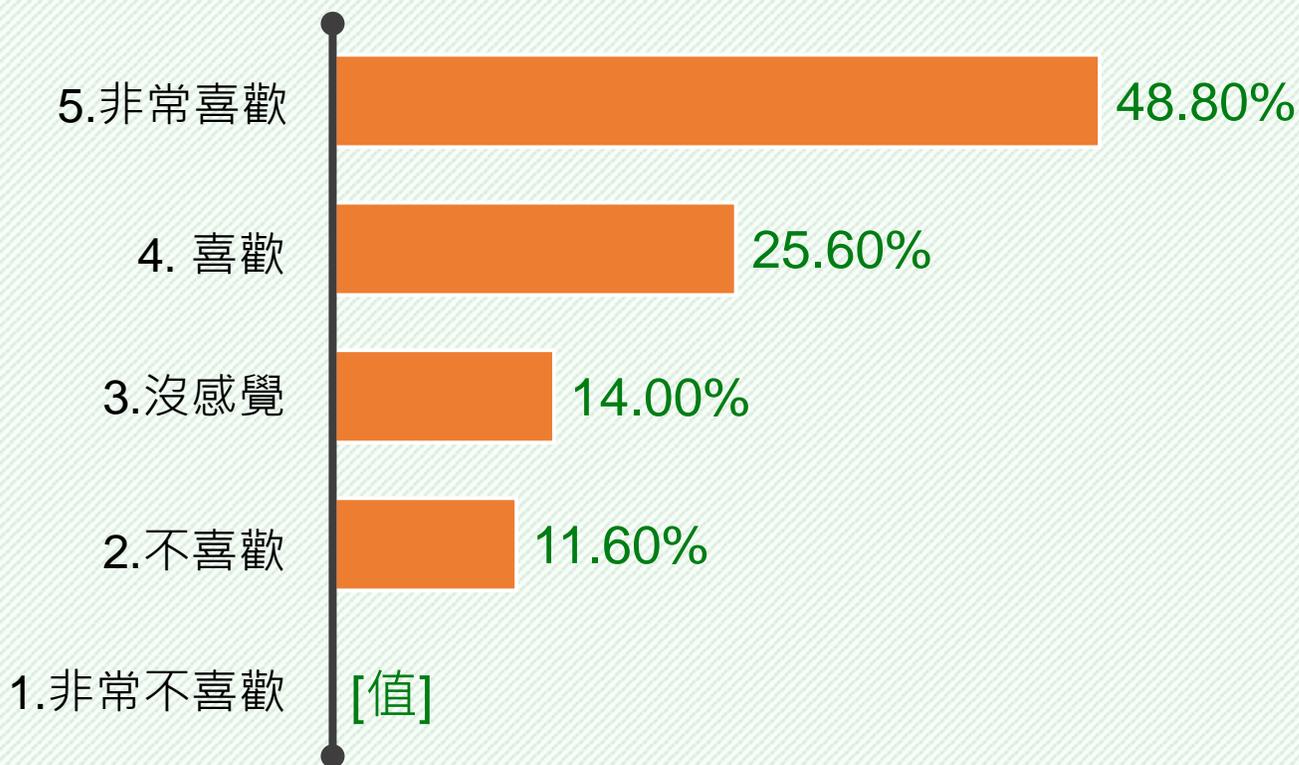
■ 問卷調查法  
■ 回饋人數43人

工程數學課 可以再更  
有趣一點嗎?



研究結果探討

## 2、我對這門課的了解程度



# 量化結果探討 (3/10)

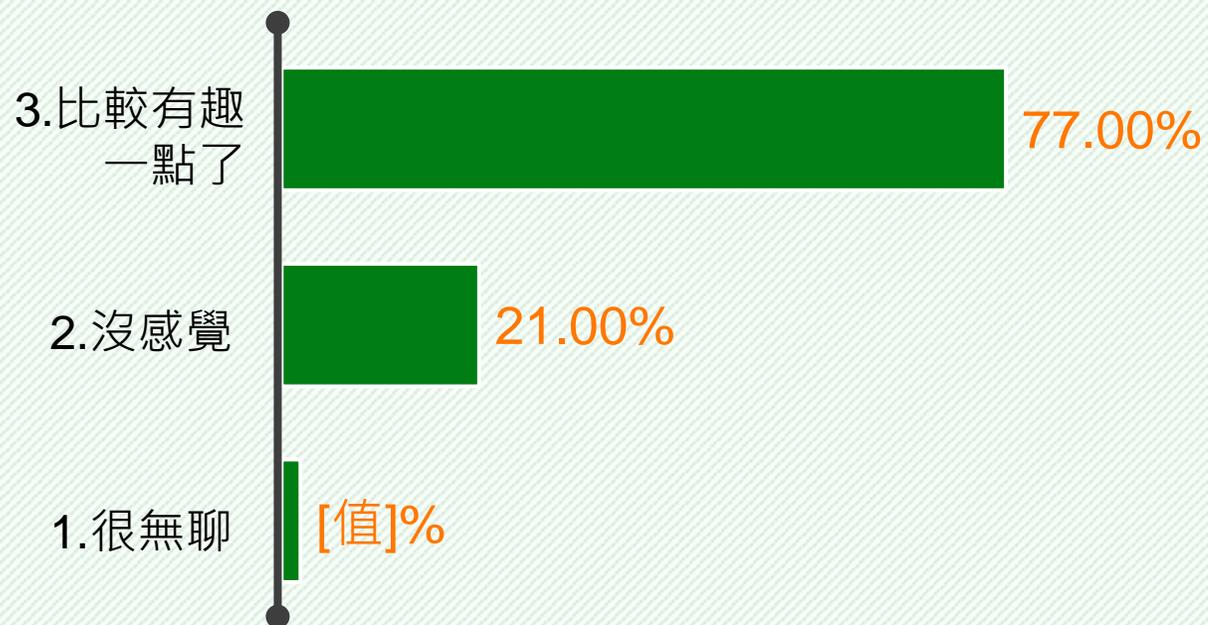
- 問卷調查法
- 回饋人數43人

工程數學課 可以再更有趣一點嗎?



研究結果探討

## 3、與上學期相比，我覺得工數變得...



# 量化結果探討 (4/10)

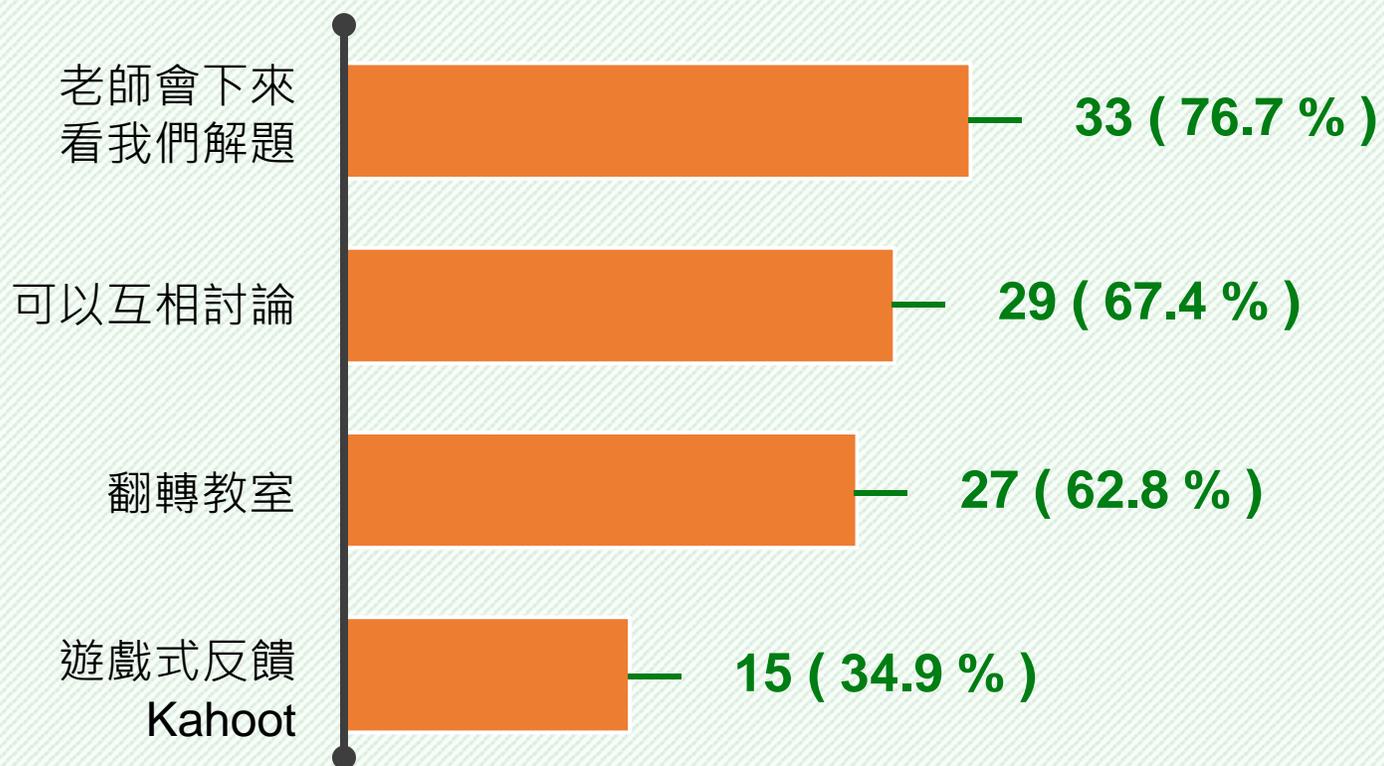
- 問卷調查法
- 回饋人數43人

工程數學課 可以再更有趣一點嗎?



研究結果探討

## 4. 我喜歡上課的哪種方式 (複選)



# 量化結果探討 (5/10)

- 問卷調查法
- 回饋人數43人

工程數學課 可以再更有趣一點嗎?



研究結果探討

## 5. 工數課我睡覺的頻率



# 量化結果探討 (6/10)

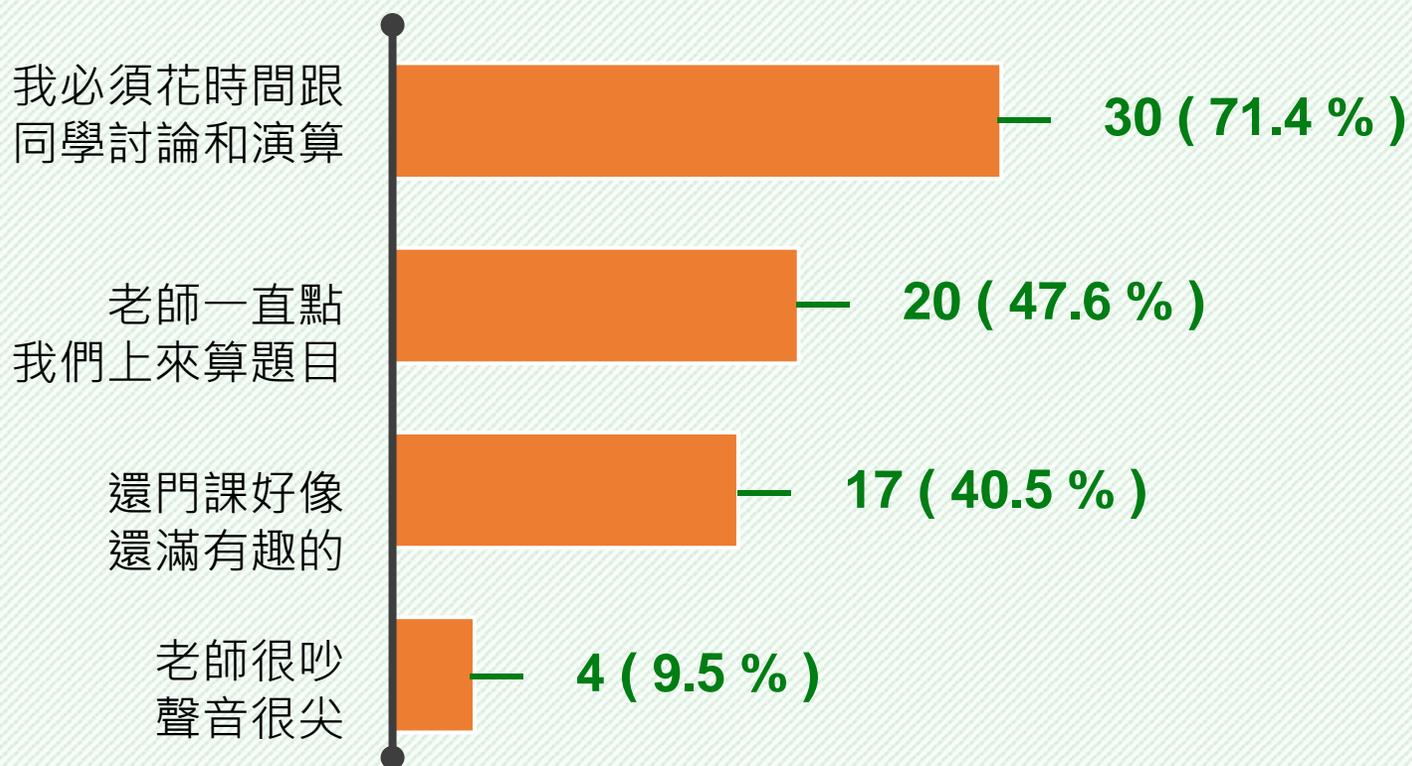
- 問卷調查法
- 回饋人數43人

工程數學課 可以再更有趣一點嗎？



研究結果探討

## 6、我沒辦法在這門課上睡覺是因為 (複選)



# 量化結果探討 (7/10)

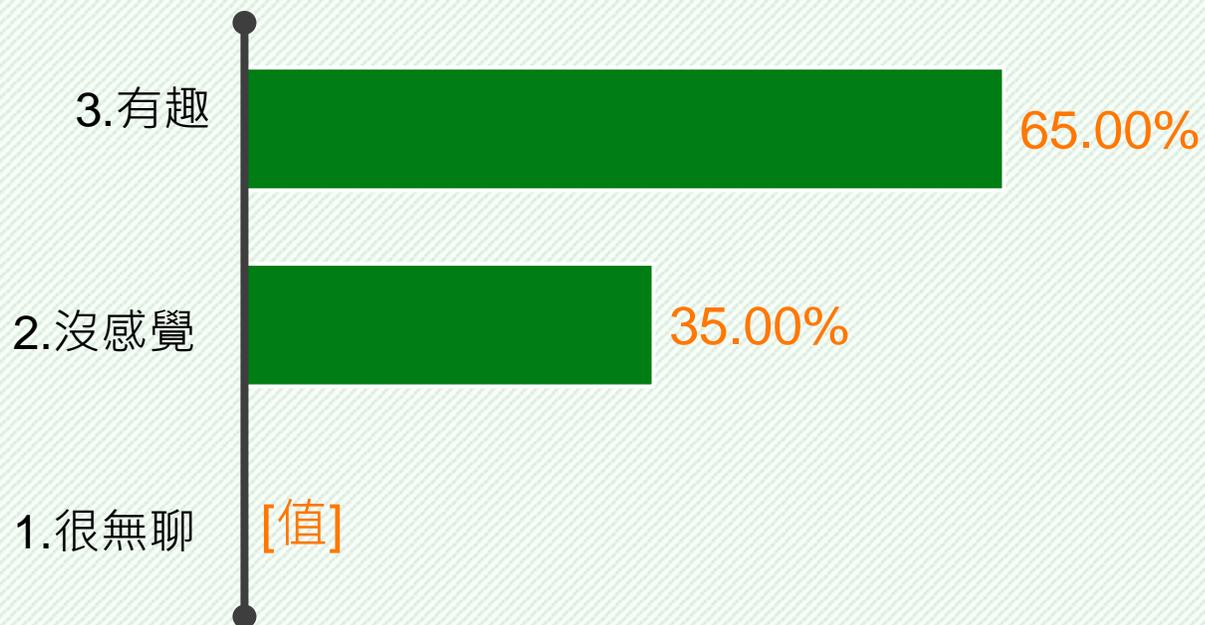
- 問卷調查法
- 回饋人數43人

工程數學課 可以再更有趣一點嗎?



研究結果探討

## 7、我覺得 Kahoot 來練習



# 量化結果探討 (8/10)

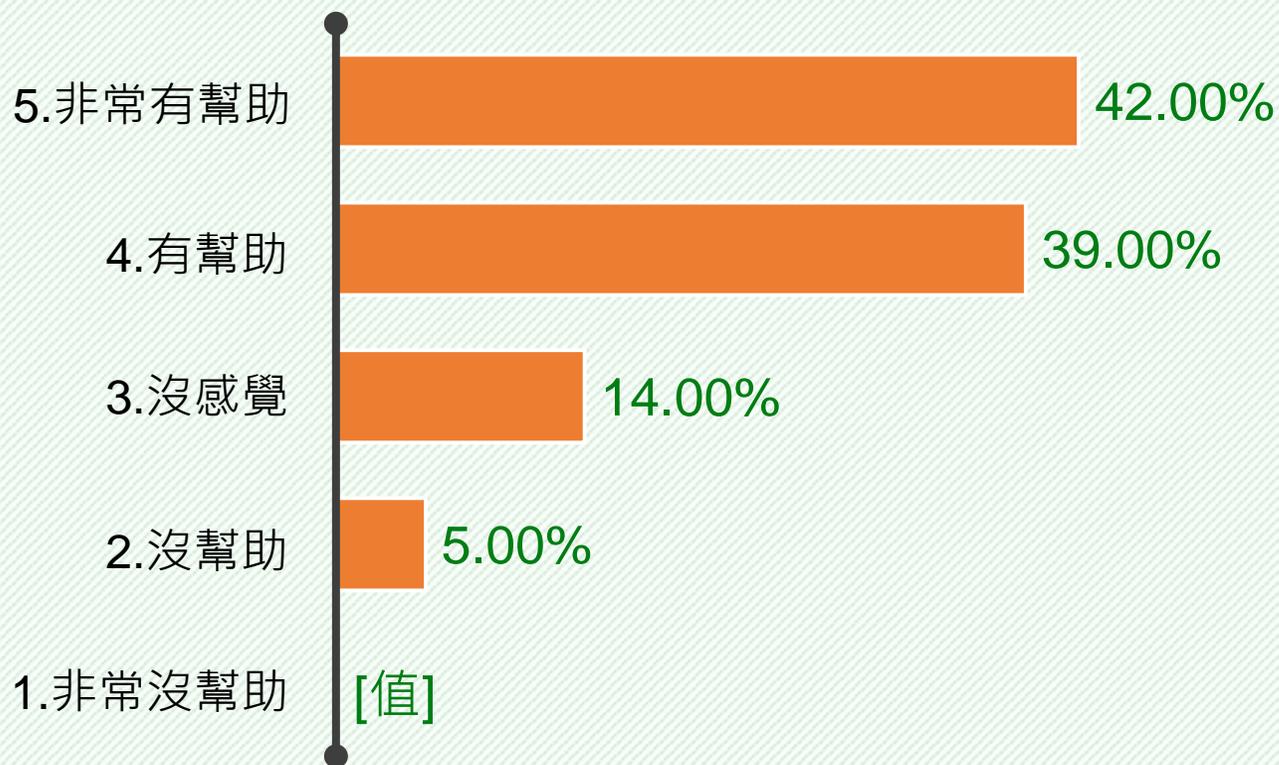
■ 問卷調查法  
■ 回饋人數43人

工程數學課 可以再更有趣一點嗎？



研究結果探討

## 8、我覺得翻轉教室對我的幫助？



# 量化結果探討 (9/10)

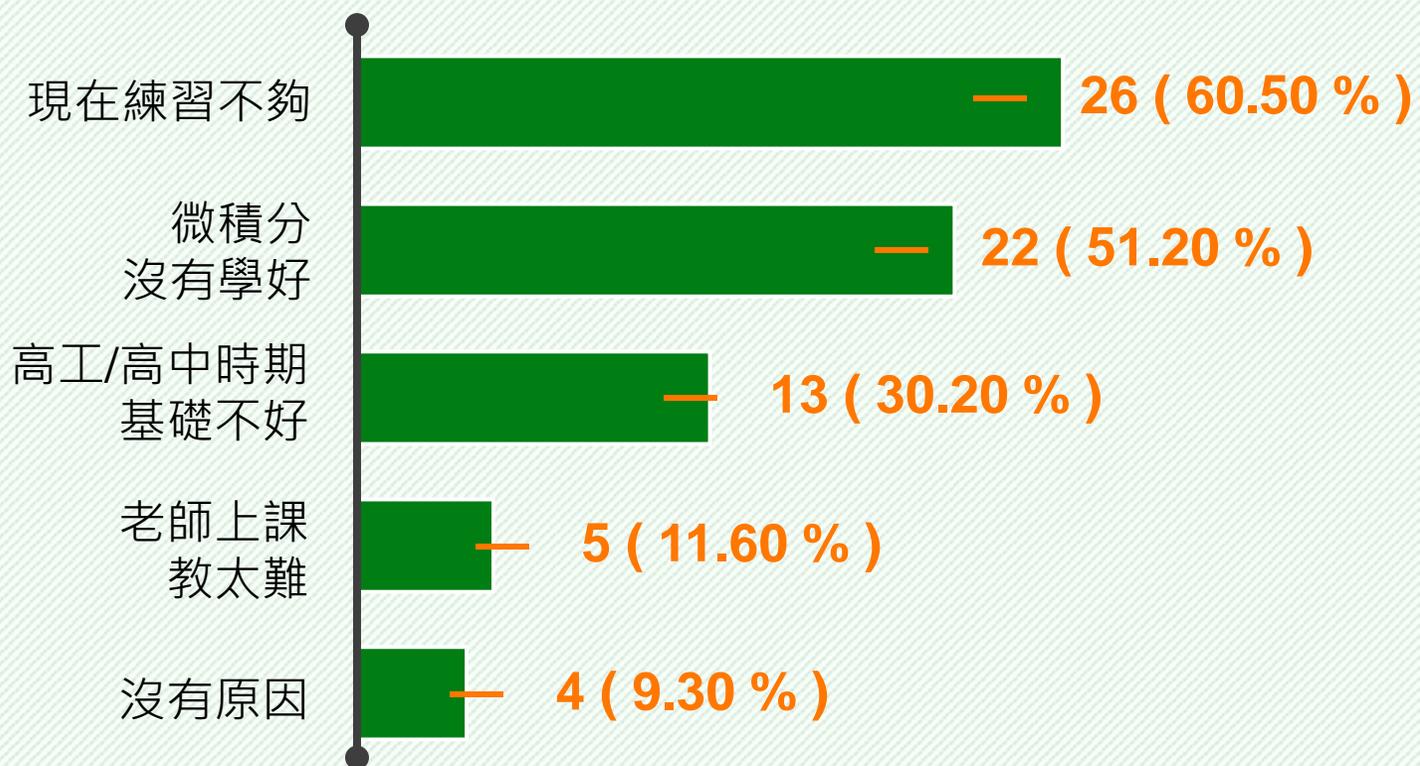
- 問卷調查法
- 回饋人數43人

工程數學課 可以再更有趣一點嗎？



研究結果探討

## 9、我認為工數我無法好好學習是因為 (複選)



# 量化結果探討 ( 10/10 )

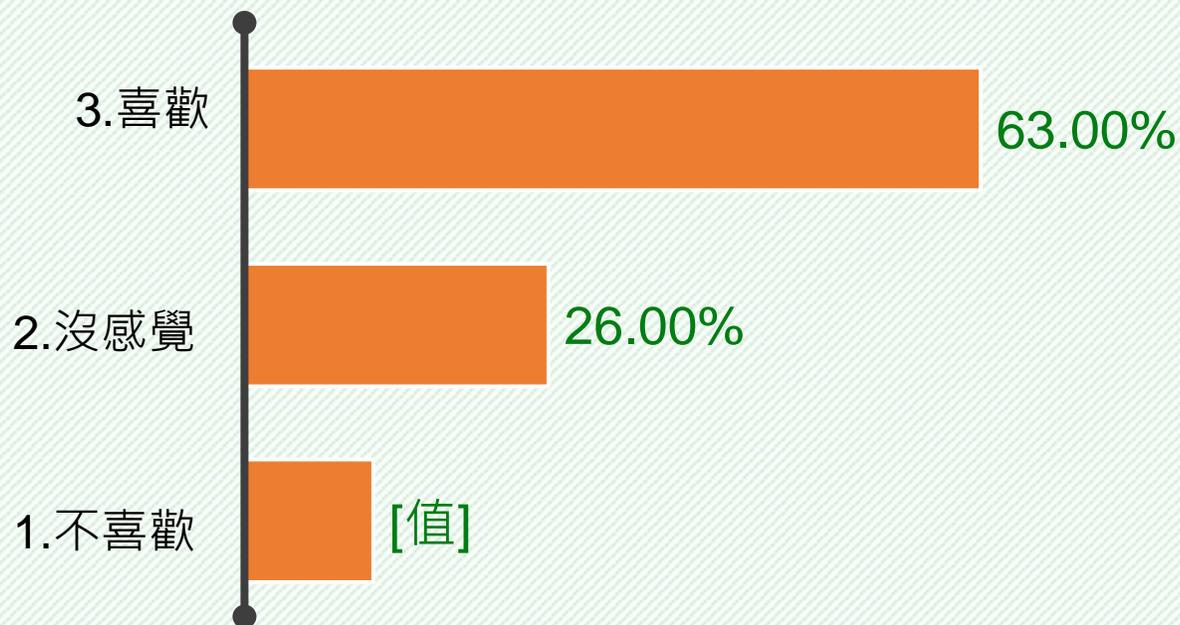
■ 問卷調查法  
■ 回饋人數43人

工程數學課 可以再更  
有趣一點嗎?



研究結果探討

## 10、我喜歡現在這種PBL教室座位（可分組）嗎？



# 質性回饋探討 ( 1/3 )

- 問卷調查法
- 回饋人數43人

工程數學課 可以再更有趣一點嗎？



研究結果探討

- 沒有啊，覺得這樣很好，難得有一堂數學覺得很有趣，會想好好學。( A學生 )
- 很喜歡老師的上課方式和翻轉教室可以激發學生對工數的熱情，尤其是上課有很多的練習時間，就算回家不想算也可以在課堂中得到練習。  
另外翻轉教室的時間都切的很好，剛好一個段落可以看影片複習、學到新的東西,不懂還可以重複看。  
希望老師平常上課可以錄影，這樣如果上課不小心恍神還可以回去看影片。本來有點擔心這種方式上課會不會教太少東西，但跟別班比起來好像沒有這個問題。( B學生 )

# 質性回饋探討 ( 2/3 )

- 問卷調查法
- 回饋人數43人

工程數學課 可以再更有趣一點嗎？



研究結果探討

- 老師很棒，但是有些演算過程快速帶過或是沒有，中間會造成聽不懂卡住的情況。( C學生 )
- 我覺得老師很用心，**不像一般老師自顧自地講。都會幫我們複習或確認我們有搞懂**，是很棒的老師。( D學生 )
- 有時候老師的步調稍快，**同學們會追不上老師的車尾燈**，像是現在在上 wave equ. 在解 PDE 要用到 ODE，老師可能覺得 ODE 上學期同學學過了，所以這學期應該知道怎麼做，但是我們還真的有點忘了，**在跟老師反應後，您有一步一步帶我們做就豁然開朗了**，也謝謝老師的耐心~ ( E學生 )

# 質性回饋探討 ( 3/3 )

- 問卷調查法
- 回饋人數43人

工程數學課 可以再更有趣一點嗎？



研究結果探討

- 我覺得老師上課前的複習蠻有用的，可以對課程加深印象。然後我覺得自己學不好的原因應該是上學期工程數學沒打好基礎，導致對工數失去自信。( F學生 )
- 我覺得這種上課方式非常不錯，但可以再緊湊一些，因為有很多概念是曾經學過的，複習的內容老師只要稍微提到過，剩下都是我們該回去練習的，翻轉教室的上課方式令我覺得上起工數來壓力不會那麼大。( G學生 )