

國立陽明交通大學校務大數據研究中心

張總磁 助理研究員

2024/05/24

教室內的觀察與研究

— 優質教學與成效評估 <



第二部分
PART 02

運用「課堂評量」支持教學

Using Classroom Assessment to Enhance Teaching and Learning



何謂「課堂評量」？

- 課堂評量 (Classroom Assessment)旨在幫助教師了解學生對於課程內容的理解以及學生學習情況 (Angelo & Cross, 1993)。
- 此方法特點有：
 - 1. 學習者中心(Learner-Centered)
 - 2. 教師導向(Teacher-Directed)
 - 3. 互惠互利(Mutually Beneficial)
 - 4. 形成性(Formative)
 - 5. 特定情境(Context-Specific)
 - 6. 持續進行的(Ongoing)
 - 7. 根植於良好的教學實踐(Rooted in Good Teaching Practice)

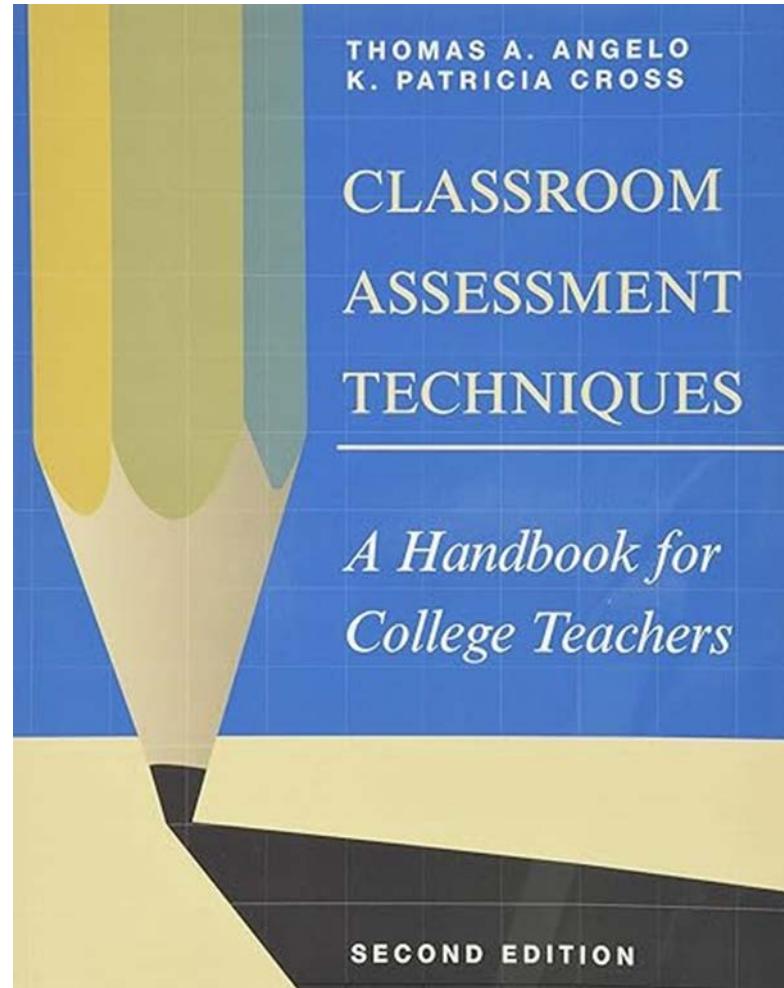
「課堂評量技術CATs」大師



Thomas A. Angelo



K. Patricia Cross



Angelo & Cross (1993). *Classroom Assessment Techniques: A Handbook for College Teachers, 2nd Edition.*

「課堂評量」評估什麼？

課程相關的知識和技巧

學習者的態度、價值觀和自我意識

學習者對教學的反應

學習者對教師和教學的反應

學習者對課堂活動、作業和教材的反應



什麼是「課堂評量」循環？

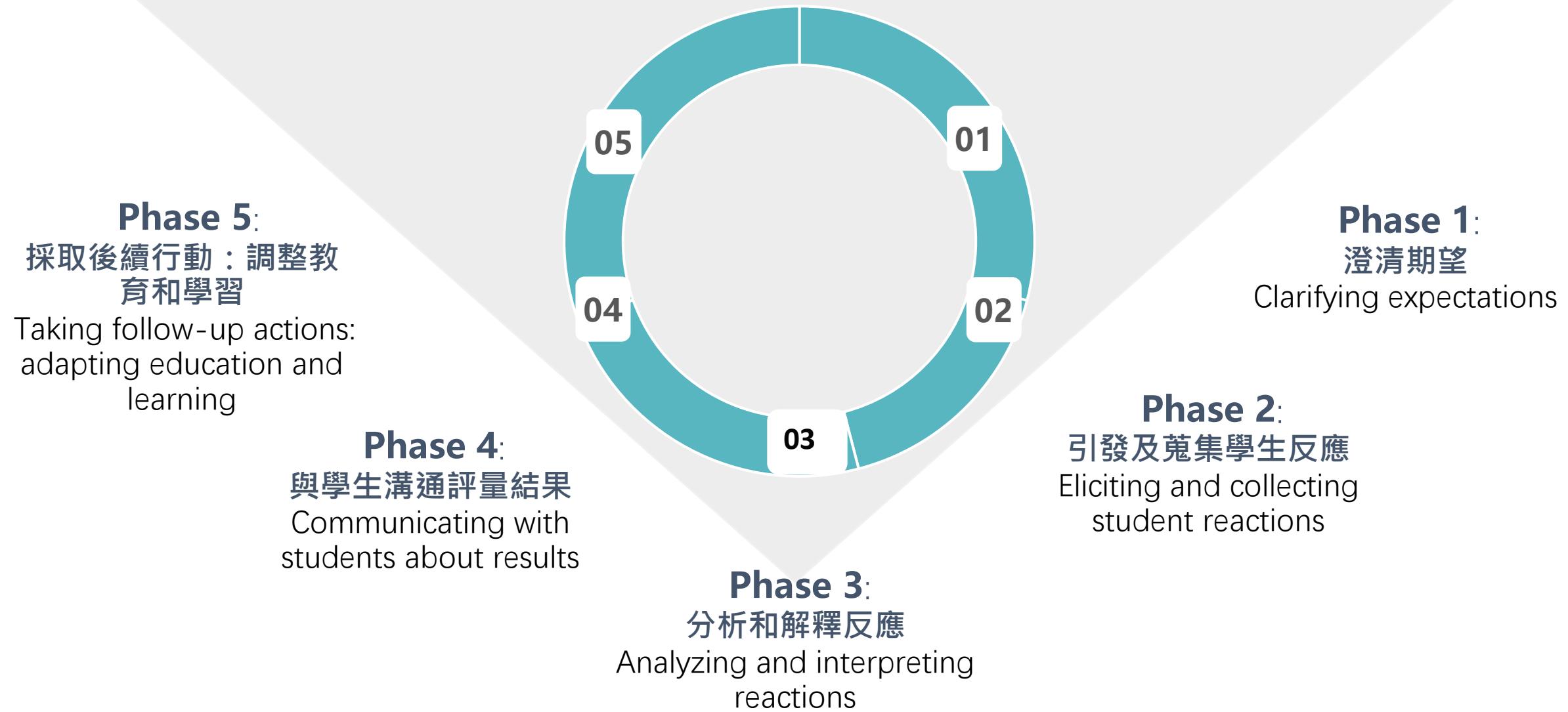
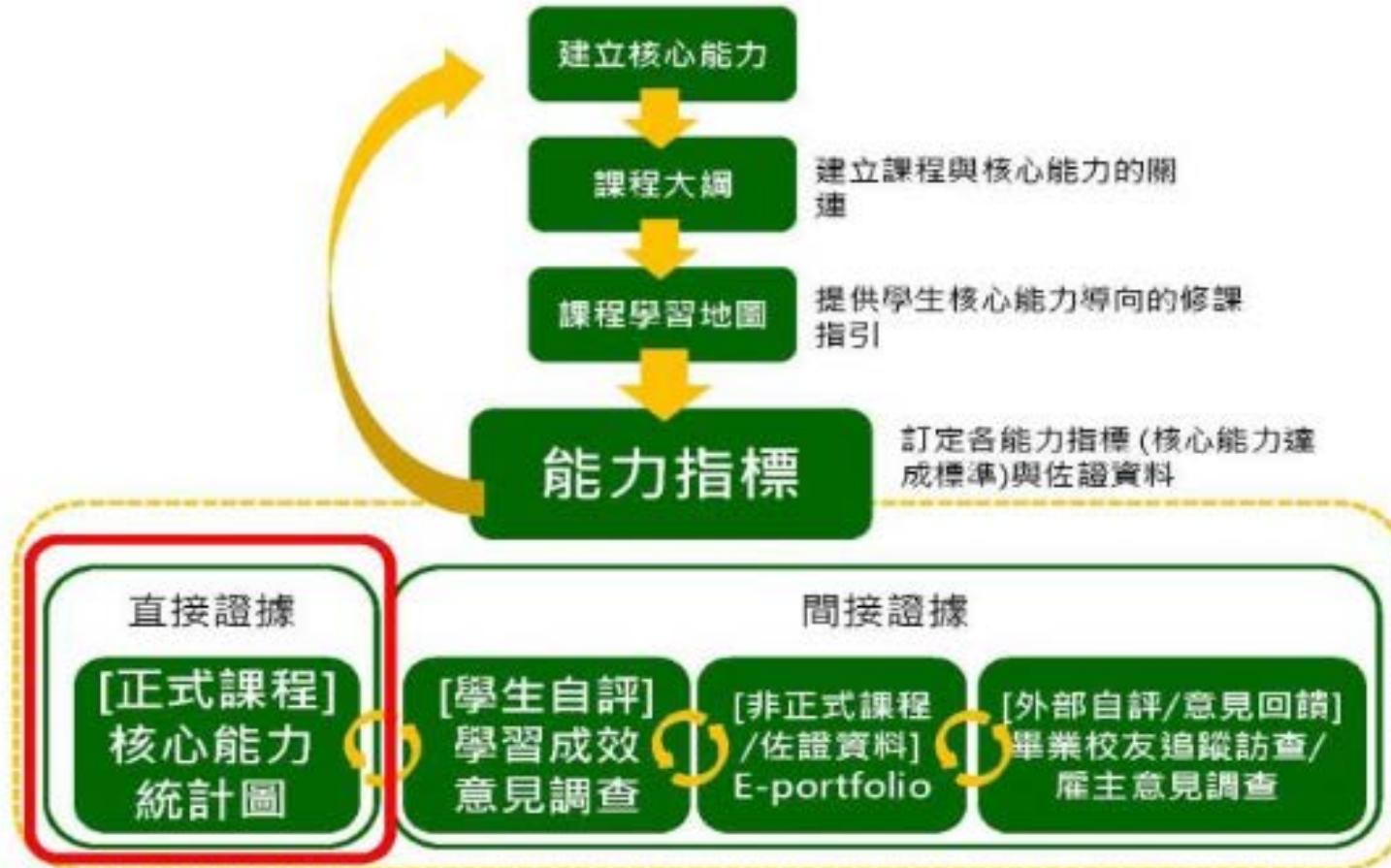


Figure 1. The formative assessment cycle (Gulikers and Baartman, 2017)

直接證據vs.間接證據

學習成效檢核體系



直接證據



使用Rubric, 邀請跨領域校內外專家進行評分

雷射光製造之理論與實作

VS.

間接證據

一、課程內容的理解

| | | | | | | |
|--------------------------------|-----------------|--------|--------|--------|------------|--------|
| 1.依據你這堂課的學習結果，下列你所理解的項目收穫程度為何？ | 該問題不適用 (N/A) | 完全沒有收穫 | 有些微的收穫 | 有適中的收穫 | 有很 多的收穫 | 有豐富的收穫 |
| | | (0%) | (25%) | (50%) | (75%) | (100%) |

1.1 以下項目為課程中已被探討的概念：

二、學習技能的提升

| | | | | | | |
|----------------------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|
| 2. 依據這堂課的學習結果，你獲得以下那些學習技能？ | 該問題不適用 (N/A) | 完全沒有收穫 (0%) | 有些微的收穫 (25%) | 有適中的收穫 (50%) | 有很多的收穫 (75%) | 有豐富的收穫 (100%) |
|----------------------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|

2.1 以下項目為課程中所教導的技術：



問題: 2022年全球酪農業預估營收超過4,420億美元，至2022年第二季農委會資料開放平台顯示，全台乳牛飼養場數為557場，乳牛在養頭數為115,685頭，其中每牧場的平均飼養規模約207頭牛。依農委會110年農業統計年報-畜牧生產之統計結果，產乳牛有61,967頭，產乳量約419,342公噸。請透過中華民國乳業協會所提供的「乳牛群性能改良計畫資料庫」預測台灣不同地區牧場生產的乳量，並對台灣酪農後續在智慧化牧場管理與乳價擬定能有相當程度的助益。

Step 1. 填寫「問題解決能力量表」

| | 非常 同意 | 同 意 | 普 通 | 不 同 意 | 非 常不 同 意 |
|--------------------|----------|--------|--------|-------------|-------------------|
| 1.我相信自己有能力解決此問題 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 2.我願意面對此問題，想辦法解決 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 3.我可以想出許多種方法來解決此問題 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |

Step 2. 規劃「解決方案並實作」

學生依照題目規劃一套解決方案，並實作出乳量預測模型。評估方式採用計算與實際值的均方根誤差 (Root-Mean-Square Error, RMSE)，公式如下：

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}$$

評量的目的

教學前評量學生的「起點行為」，以獲知學生所具備的知識、技能及行為方面的精熟程度，以作為規劃教學內容的依據。

安置性評量

Placement Assessment

1



2

提供教師及學生連續性的回饋資料，以幫助教師了解在教學過程中學生學習成敗的原因。

形成性評量

Formative Assessment

3



4

診斷性評量

Diagnose Assessment

發現學生學習困難的成因，以提供補教教學。

1



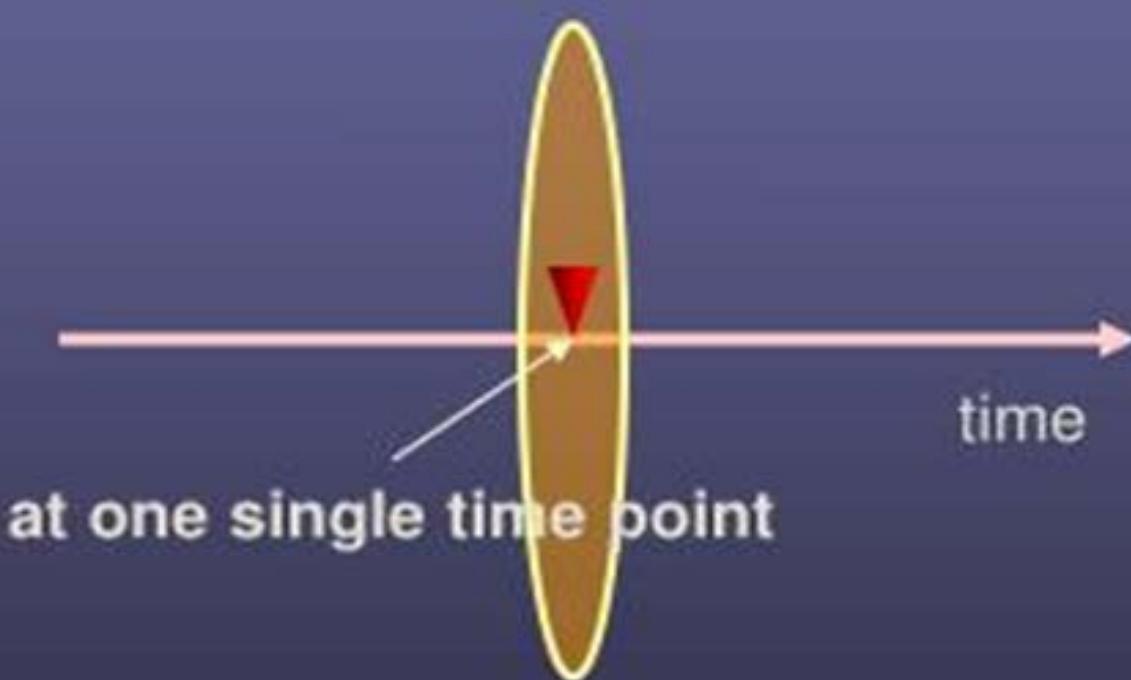
總結性評量

Summative Assessment

教學告一段時用以評斷學生的學習成就、預期的教學目標達成的程度及其適切性，以及教師或課程的效能。

Cross-sectional

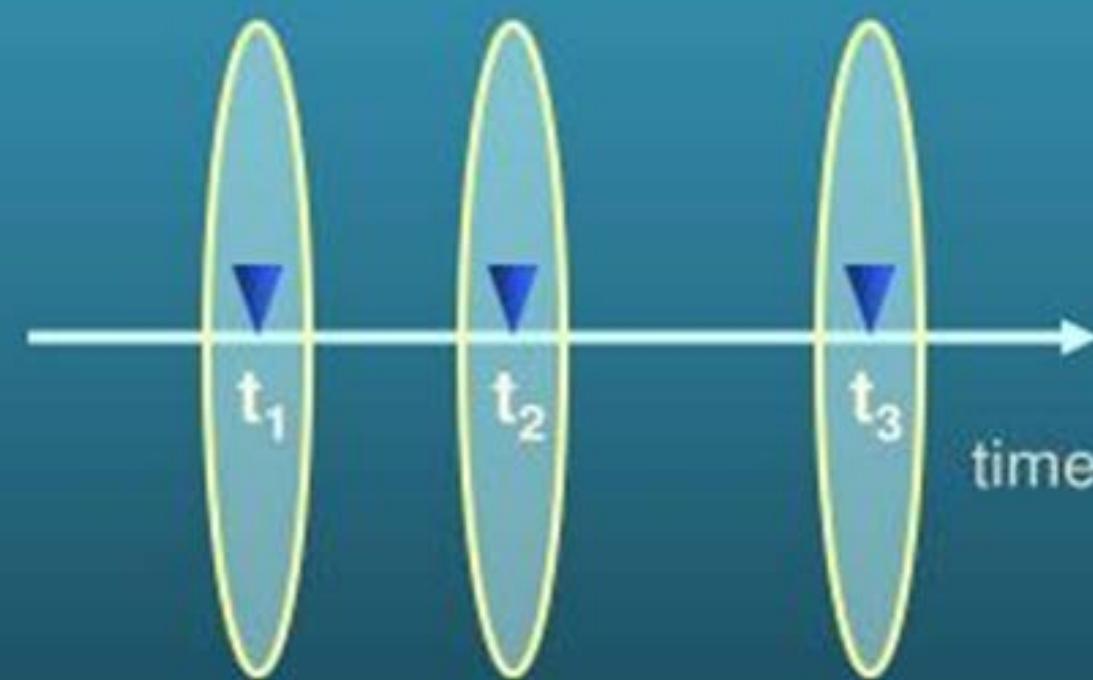
Single outcome measured individually



- *ex. Survey*

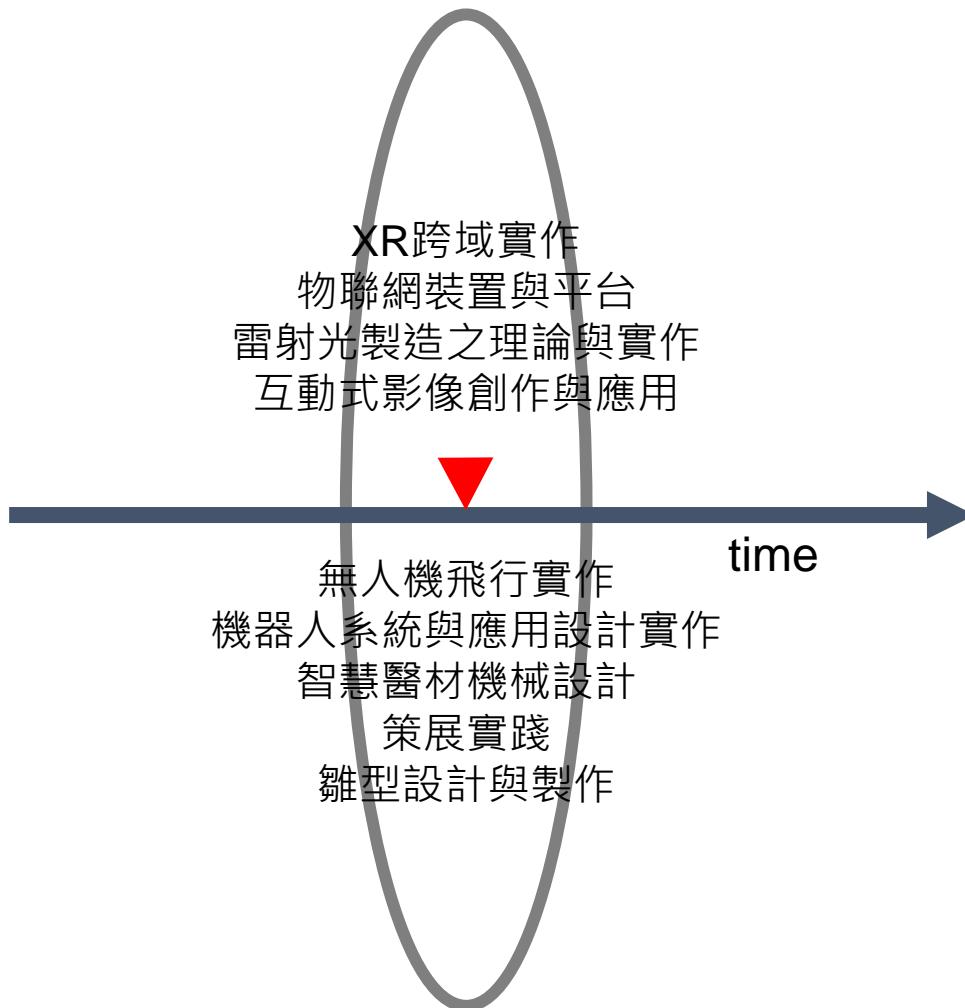
Longitudinal

Repeated measurements through time



- perspective (*ex. Cohort study*)
- retrospective (*ex. Case-Control study*)

橫斷性評量



研究目的:

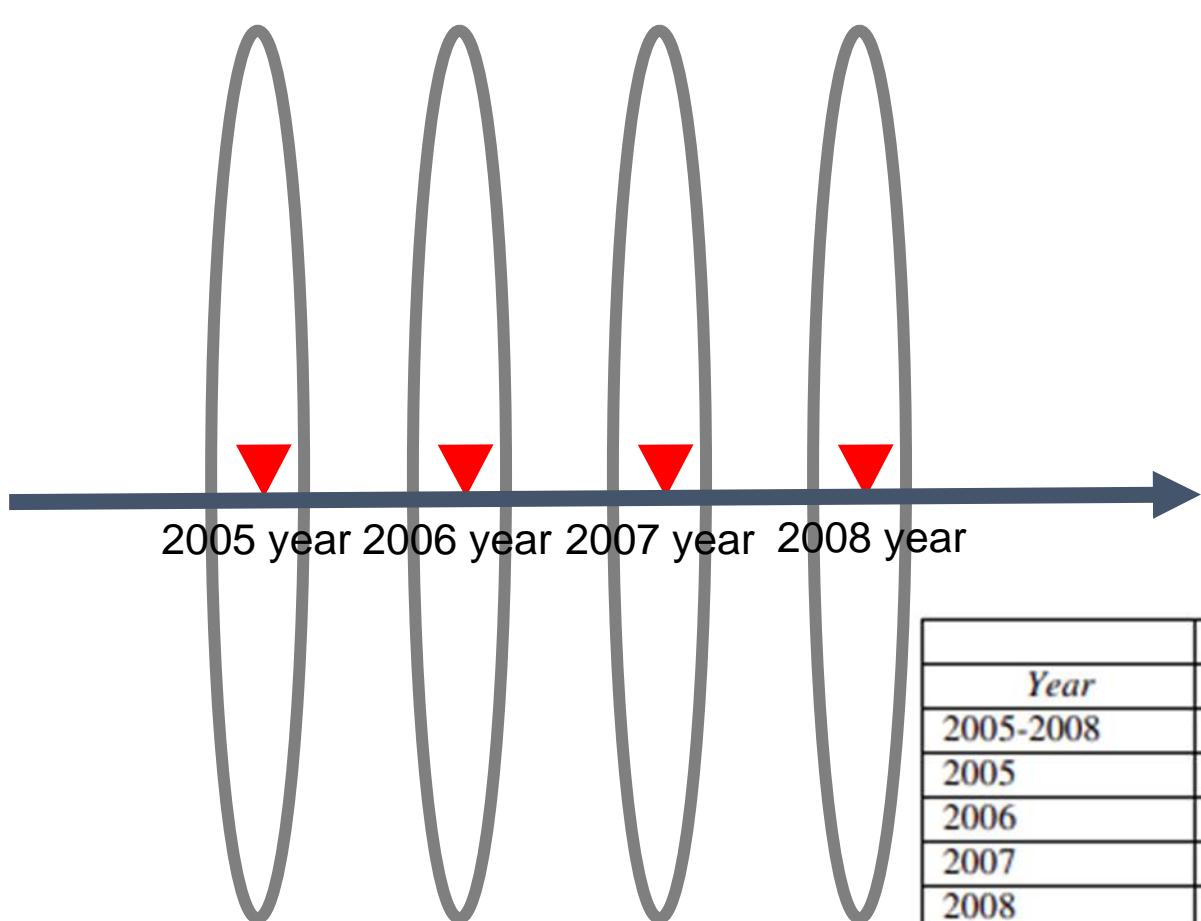
1. 瞭解實施「跨域實作」教學法之課程成效
2. 跨域生的學習效果

表4：跨域生及本系生各變項的t檢定

| 構面 | 跨域生 | | 本系生 | | t | p | Cohen's d |
|----------|-----|-------------|-----|-------------|-------|-----|-----------|
| | n | M (SD) | n | M (SD) | | | |
| 選課動機 | | | | | | | |
| 1.自主性動機 | 130 | 3.64 (0.77) | 28 | 3.59 (1.26) | 0.82 | .06 | 0.05 |
| 2.外在資訊動機 | 130 | 2.51 (0.77) | 28 | 2.73 (0.94) | -1.27 | .21 | -0.26 |
| 主動學習 | | | | | | | |
| 3.主動學習 | 122 | 4.14 (0.65) | 28 | 4.30 (0.52) | -1.22 | .23 | -0.27 |
| 學習成效 | | | | | | | |
| 4.認知發展階段 | 63 | 2.22 (0.77) | 24 | 2.42 (0.72) | -1.07 | .29 | -0.27 |
| 5.動手做 | 128 | 3.86 (0.83) | 28 | 3.97 (1.00) | -0.64 | .53 | -0.12 |
| 6.合作問題解決 | 126 | 3.42 (1.08) | 28 | 3.57 (1.10) | -0.66 | .51 | -0.14 |
| 7.跨域能力 | 127 | 3.89 (0.89) | 28 | 4.10 (0.85) | -0.15 | .25 | -0.24 |

取自: 張總磁*、陳泓勳 (2021, September)。以多群組結構方程模型探討前瞻科技短期跨域實作課程之學習成效。科學教育學刊, 29(3), 245-266。 [https://doi.org/10.6173/CJSE.202109_29\(3\).0003](https://doi.org/10.6173/CJSE.202109_29(3).0003) (TSSCI)。

縱貫性評量



研究目的:

1. 瞭解國立雅典技術大學(National Technical University of Athens, NTUA)開發和實施的技術英語電子課程的學習成果。
2. 運用縱貫性評量瞭解學生的線上課程成績、課程參與、對系統可用性看法、內容品質、從中獲得的知識有用性、資訊素養等。

| Year | Students' IT literacy | | | | |
|-----------|-----------------------|-------|----------|--------|-----------|
| | Very Bad | Bad | Moderate | Good | Very Good |
| 2005-2008 | 0% | 2,6% | 12,5% | 31,9% | 53% |
| 2005 | 0% | 2,57% | 16,57% | 37,14% | 43,71% |
| 2006 | 0% | 2,62% | 10,46% | 30,07% | 56,86% |
| 2007 | 0% | 3,12% | 7,29% | 32,29% | 57,29% |
| 2008 | 0% | 2,38% | 10,32% | 21,43% | 65,87% |

取自: Moscha, A., Linardis, A., Spyropoulos, K., & Touratzidis, L. (2009, June). *A longitudinal evaluation approach of an e-course at a technical university*. World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications, Honolulu, Hawaii. <http://www.aace.org/conf/edmedia/>



善用數位化的課堂評估技巧

- 數位教學平台(如: e3、AWS)
- 線上問卷系統(如: Qualtrix、google)



e3數位教學平台

國立陽明交通大學 數位教學平台

EN TW 教授 檢輯模式

已選課的使用者 加入成員

E3工作坊

已經選課的使用者

1. 條件選取

2. 加入成員

3. 成員列表

新增條件

重設篩選 套用篩選

找到 2 位多與者

| 3. 所屬系所 / 姓名 | 帳號 | 電子郵件信箱 | 角色 | 分組 | 上次存取課程 | 狀態 |
|-------------------------------------|-----------|------------------------|----|------|--------|----|
| <input type="checkbox"/> 教授 教資組 楊宗璽 | ed0996 | derek@nycu.edu.tw | 學生 | 沒有分組 | 1 秒 | 活動 |
| <input type="checkbox"/> 行政 食安所 張豈愷 | 310232004 | zxcvbnm951654@kimo.com | 學生 | 沒有分組 | 從不 | 活動 |

針對選取的使用者... 選擇...

給選擇的使用者發送一封郵件... 選擇...

加入成員

內容管理

- 課程資訊
- 課程摘要
- 成員
- 公告列表
- 我的郵件
- 大綱管理
- 教材管理
- 作業管理
- 自動提醒
- 討論區管理
- 試卷管理
- 題庫維護
- 分組管理

搜尋

星號標記 所有 活動 資源

| | | | | | |
|---------------|-------------|-------------|------------------------|-----------------|--------------|
| 循序學習 | 測驗卷 | 超連結 | 出缺席 | 工作坊 | 回饋單 |
| 教材 | 聊天室 | 內容頁 | 討論區 | 外部學習工具 | 問卷(系統用) |
| 線上編輯文件 | 學生自行分組 | 影音教材 | 整包教材檔案 | 作業 | EverCam |
| Group Members | H5P互動內容 | IRS即時測驗 | Lightbox相本 | Peer Assessment | Reengagement |
| SCORM教材包 | Super Video | Turnitin作業2 | Virtual programming... | WebEx Meeting | Wiki共編 |

E3平台功能

測驗卷: 學習單元的認知診斷

出缺席: 學習參與率

回饋單: 期中、期末教學滿意度

討論區: 課程主題認知發展程度

作業: 學習成效、繳交時間

系統登入、登出時間: 學習投入程度



academy

Get Ready for Your Career in Cloud

AWS Academy

- 教師可建立課程、新增學生、設計考試及專案
- 每位學生可獲得100美元AWS平台點數
- 學生可於課程期間使用100美元購買AWS服務，以利進行專案
- 教師可在AWS儀表板上查看每位學生的支出、購買服務項目、專案花費時間及測驗結果

AWS Skill Builder

Your learning center to build in-demand cloud skills

FILTERS (1)

Search...



CARDS

CODE A-Z

259 item(s)



Introduction to AWS Certification

FREE

EN | 20m 00s

★ 5.0

Digital training



AWS Certified
Data Engineer - Associate
(DEA-C01)

Standard Exam Prep Course

Exam Prep Standard
Course: AWS Certified Data
Engineer - Associate (DE...

FREE

EN | 6h 00m

★ 5.0

Digital training



AWS Certified
Data Engineer - Associate
(DEA-C01)

Official Practice Question Set

Exam Prep Official Practice
Question Set: AWS Certified
Data Engineer -...

FREE

EN | 30m 00s

★ 5.0

Digital training



AWS Certified
Data Engineer - Associate
(DEA-C01)

Official Practice Question Set

Exam Prep Official Practice
Question Set: AWS Certified
Data Engineer -...

FREE

JA | 30m 00s

★ 4.0

Digital training



AWS Certified
Data Engineer - Associate
(DEA-C01)

Official Practice Question Set

Exam Prep Official Practice
Question Set: AWS Certified
Data Engineer -...

FREE

KO | 30m 00s

★ 3.0

Digital training



AWS Certified
Data Engineer - Associate
(DEA-C01)

Official Practice Question Set

Exam Prep Official Practice
Question Set: AWS Certified
Data Engineer -...

FREE

ZH | 30m 00s

Digital training

AWS 認證免費試題

- 免費試題供教學或學生練習
- 記錄學生學生測驗成績、測驗次數



AWS Certified
Solutions Architect - Associate
(SAA-C03)

Standard Exam Prep Course

Exam Prep Standard
Course: AWS Certified
Solutions Architect -...

FREE

DE | 4h 30m

★ 5.0

Digital training



AWS Certified
Solutions Architect - Associate
(SAA-C03)

Standard Exam Prep Course

Exam Prep Standard
Course: AWS Certified
Solutions Architect -...

FREE

EN | 4h 30m

★ 5.0

Digital training



AWS Certified
Solutions Architect - Associate
(SAA-C03)

Standard Exam Prep Course

Curso estándar de
preparación para el
examen: AWS Certified...

FREE

ES | 4h 30m

★ 5.0

Digital training



AWS Certified
Solutions Architect - Associate
(SAA-C03)

Standard Exam Prep Course

Curso estándar de
preparación para el
examen: AWS Certified...

FREE

ES | 4h 30m

★ 5.0

Digital training



AWS Certified
Solutions Architect - Associate
(SAA-C03)

Standard Exam Prep Course

Cours standard de
préparation aux examens :
AWS Certified Solutions...

FREE

FR | 4h 30m

★ 3.0

Digital training



AWS Certified
Solutions Architect - Associate
(SAA-C03)

Standard Exam Prep Course

Corso standard di
preparazione all'esame:
AWS Certified Solutions...

FREE

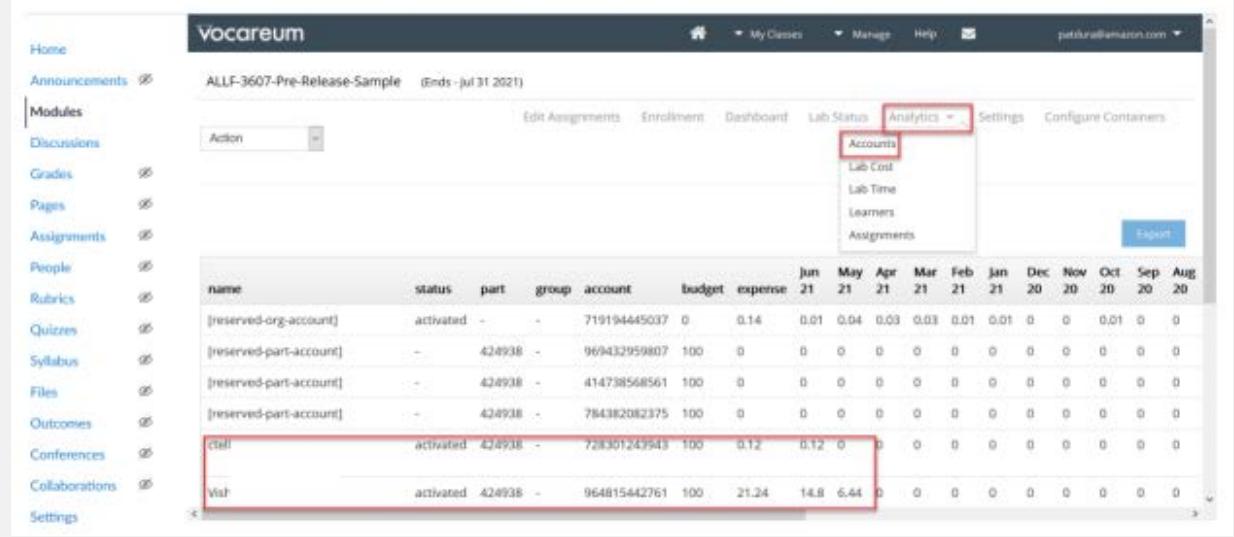
IT | 4h 30m

★ 5.0

Digital training

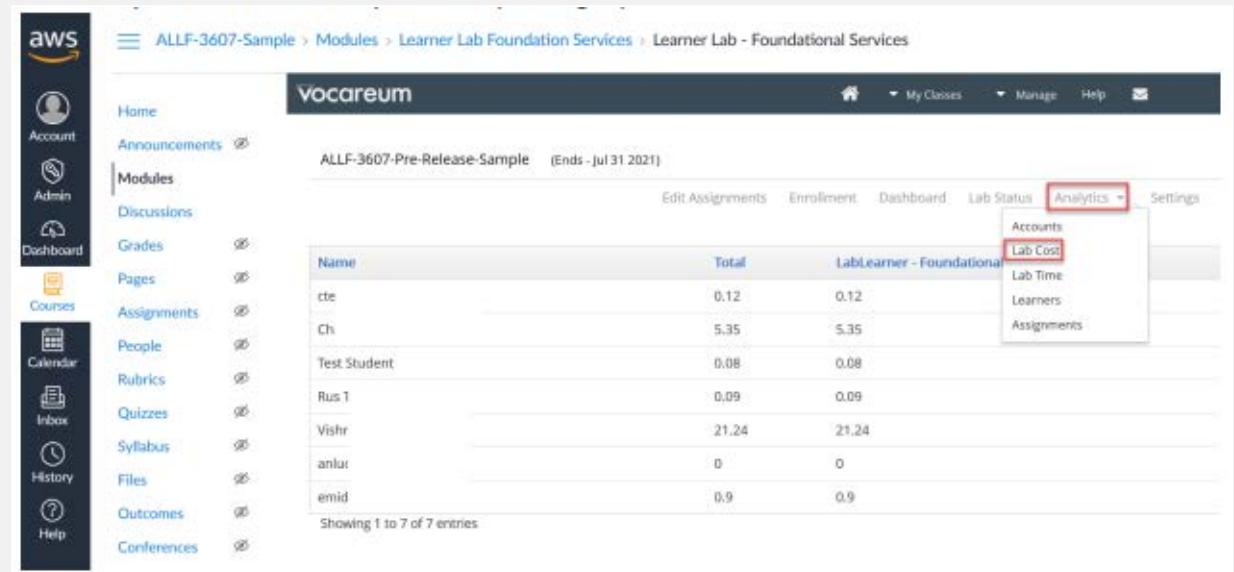
Cloud Trail

- **功能:** 追蹤學生的狀態、點數花費、購買的服務項目、專案花費時間、測驗、成績、Rubric評量尺規等。
- **教學應用:** 供教師掌握開課與學習的各項參數，迅速解讀數據，並據以監督教學任務的進行。ex: 小組間的合作狀態。
- **學術研究:** 學習成效、學習影響因素、學習行為等分析。ex: 測驗成績、購買服務項目、專案時間/成績、與學習成效的關聯性。



The screenshot shows the Vocareum Analytics interface. The 'Analytics' menu is open, with 'Accounts' selected. The main table displays financial data for a student account, including budget, expense, and monthly breakdowns from June 21 to August 20. A specific row for a student named 'Vishr' is highlighted.

| name | status | part | group | account | budget | expense | Jun 21 | May 21 | Apr 21 | Mar 21 | Feb 21 | Jan 21 | Dec 20 | Nov 20 | Oct 20 | Sep 20 | Aug 20 |
|-------------------------|-----------|--------|-------|--------------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| [reserved-org-account] | activated | - | - | 719194445037 | 0 | 0.14 | 0.01 | 0.04 | 0.03 | 0.03 | 0.01 | 0.01 | 0 | 0 | 0.01 | 0 | 0 |
| [reserved-part-account] | - | 424938 | - | 969432959807 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| [reserved-part-account] | - | 424938 | - | 414738568561 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| [reserved-part-account] | - | 424938 | - | 784382082375 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| cbe | activated | 424938 | - | 728301243943 | 100 | 0.12 | 0.12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Vishr | activated | 424938 | - | 964815442761 | 100 | 21.24 | 14.8 | 6.44 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |



The screenshot shows the Vocareum Analytics interface. The 'Analytics' menu is open, with 'Lab Cost' selected. The main table displays the total lab cost for different students, with 'Lab Learner - Foundational' being the highest.

| Name | Total | Lab Learner - Foundational |
|--------------|-------|----------------------------|
| cbe | 0.12 | 0.12 |
| Ch | 5.35 | 5.35 |
| Test Student | 0.08 | 0.08 |
| Rus 1 | 0.09 | 0.09 |
| Vishr | 21.24 | 21.24 |
| anlur | 0 | 0 |
| emid | 0.9 | 0.9 |





第三部分
PART 03

實例分享

Some Instances of Sharing

所有實例皆經過REC或IRB審查

實例一：跨域實作學習

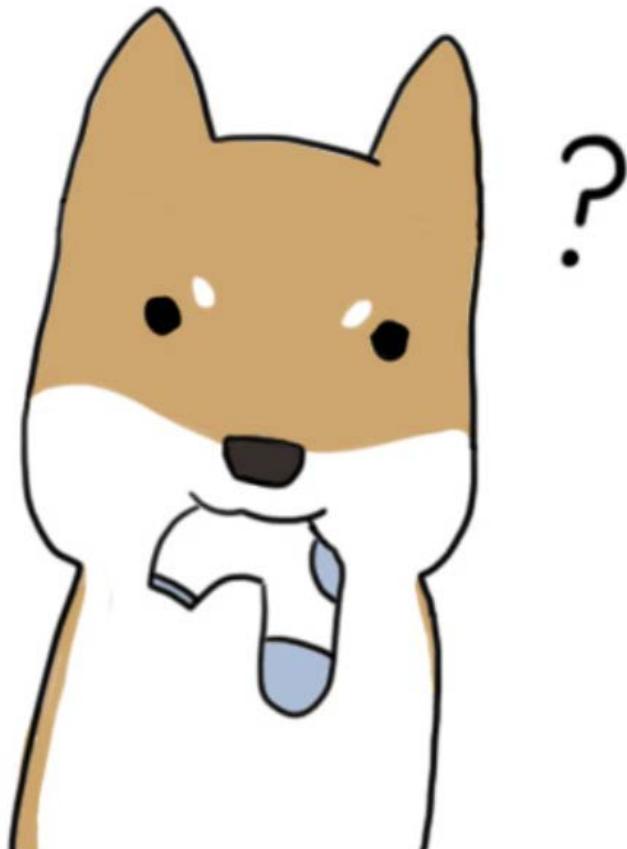
以多群組結構方程模型探討前瞻科技**短期**
跨域實作課程之學習成效



輔仁大學人工智慧與資訊安全學程
陳泓勳 助理教授

張纏磁*、陳泓勳 (2021, September)。以多群組結構方程模型探討前瞻科技短期跨域實作課程之學習成效。科學教育學刊，29(3)，245-266。 [https://doi.org/10.6173/CJSE.202109_29\(3\).0003](https://doi.org/10.6173/CJSE.202109_29(3).0003) (TSSCI)。

為什麼要修跨領域課程？



A同學：我小時候讀音樂班，長大我媽要我讀電機，只好...

B同學：看到學校開LEGO的課，就想知道它在幹嘛...

C同學：想說之後要做什麼？有在考慮要不要轉資訊相關的產業

D同學：我的專題跟AI相關，除了一般學校學的CV常識外，主題想跟AIOT結合...

E同學：好奇呀！本身也有興趣...

F同學：可以玩無人機感覺還不錯，不然自己玩的話又要花錢



真相是。 . 。

全球高等教育意識到跨領域能力的重要性，努力將跨領域教學引入工程教育中(Bransford, 2000)，除培育學生深化專業知識以外，也培養學生整合跨領域的知識與技能，特別是**當今的工程師須具備跨領域的適應性、靈活性、溝通和團隊合作能力**(Marks, 2006; Richter & Paretti, 2009)，**才能因應複雜的現代工作環境**。

哪種跨領域教學法最有效呢？



實作教學的課程設計需與學生生活和社會需求相連結，目的讓學生在跨領域的課程設計、學習環境及同儕團體中，透過動手鍛習、實際操作或情境體驗去理解知識概念，有機會體驗真實的社會環境和問題解決歷程(Carlson & Sullivan, 1999; Schwartz & Dunkin, 2000)。

實作教學的疑惑及聲音



A師：每天敲敲打打能學會甚麼嗎？

B師：學校要培養能思考的學生？還是工廠的作業員呢？

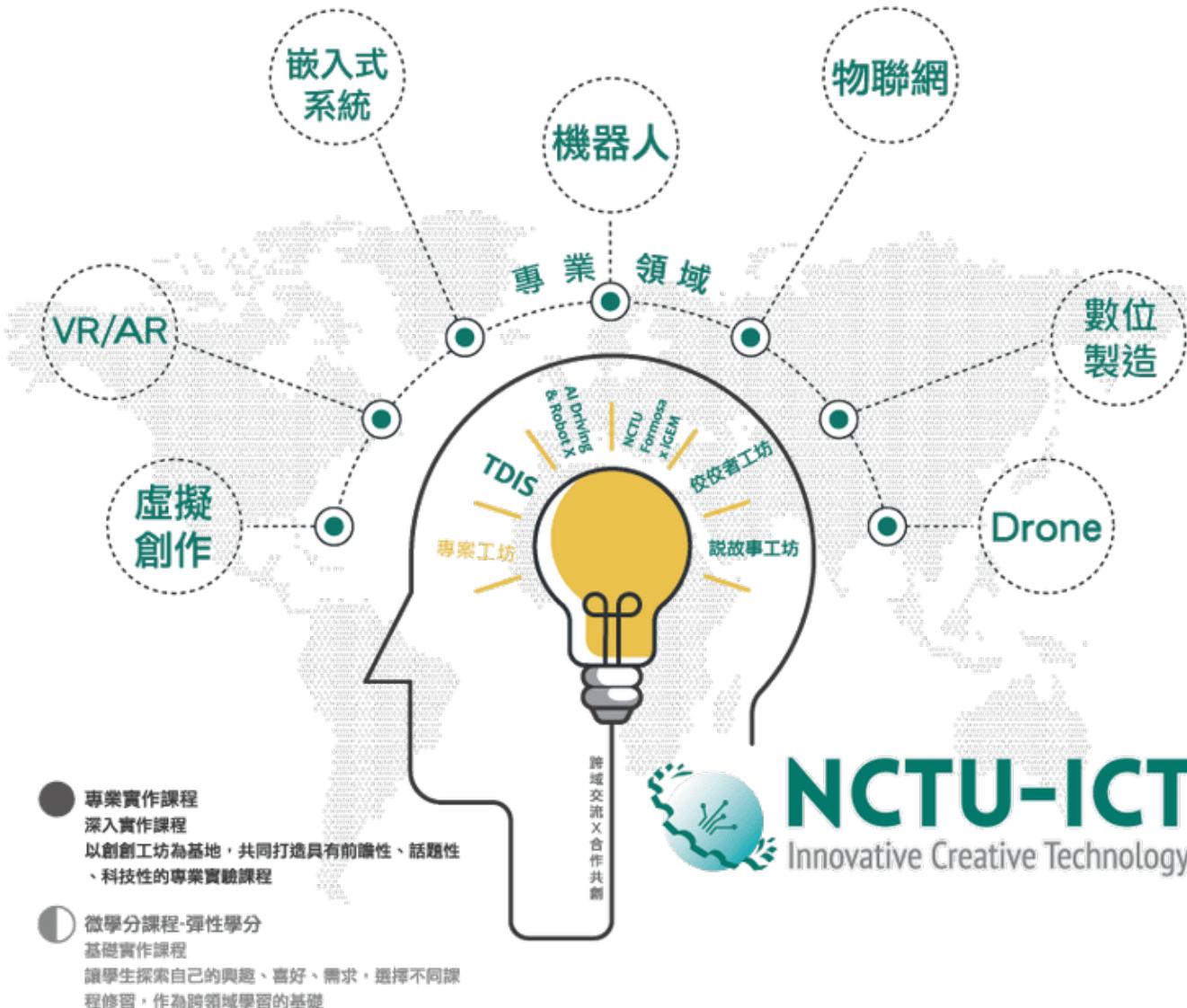
C師：讓學生在課堂上實作，會減少課程單元的學習？

D師：一般課程沒有經費採購實作設備？

ICT創創工坊 (Innovative Creative Technology)

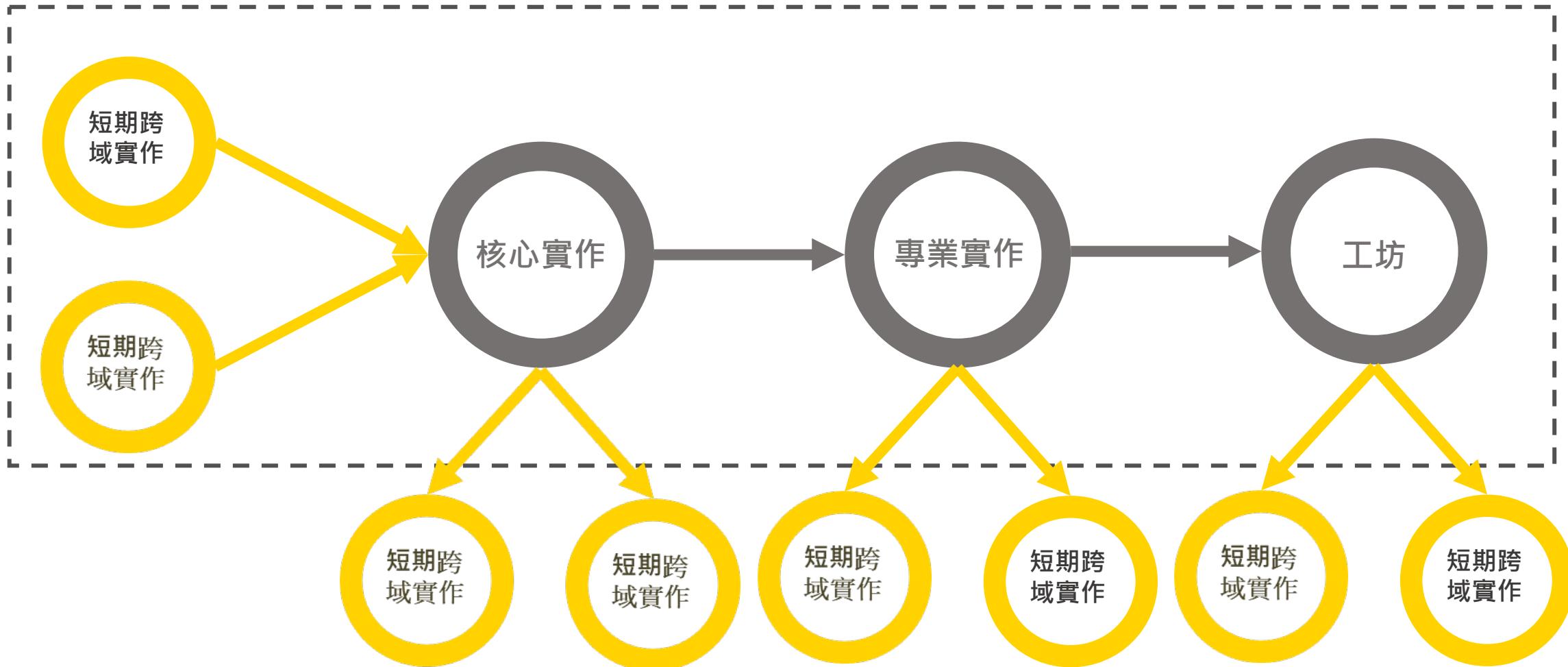


2016年創立~~
規劃具有特色性、前瞻性
與創新的研發題材，強
調創意、創新、創造學習
能量，並讓全校大學生積
極跨域參與學習新興科技
與最新議題。



課程結構

短期跨域實作為1學分(18小時)或0.5學分(9小時之課程)



研究目的及問題



研究目的：透過多元證據了解**短期跨域實作**學生的學習成效，並比較跨域生及本系生的學習差異。

研究問題：

- 參與短期跨域實作課程學生的認知發展 階段分布為何？
- 跨域生及本系生的選課動機、主動學習 及學習成效是否有差異？
- 主動學習是否在選課動機及學習成效間 扮演中介角色？
- 學習初始能力(跨域生、本系生)在研究模型中是否有調節效果？

2 0 2 4

研 究 設 計



研究對象

研究課程

申請106~108學年
度第一學期共**68**個
微學分班級

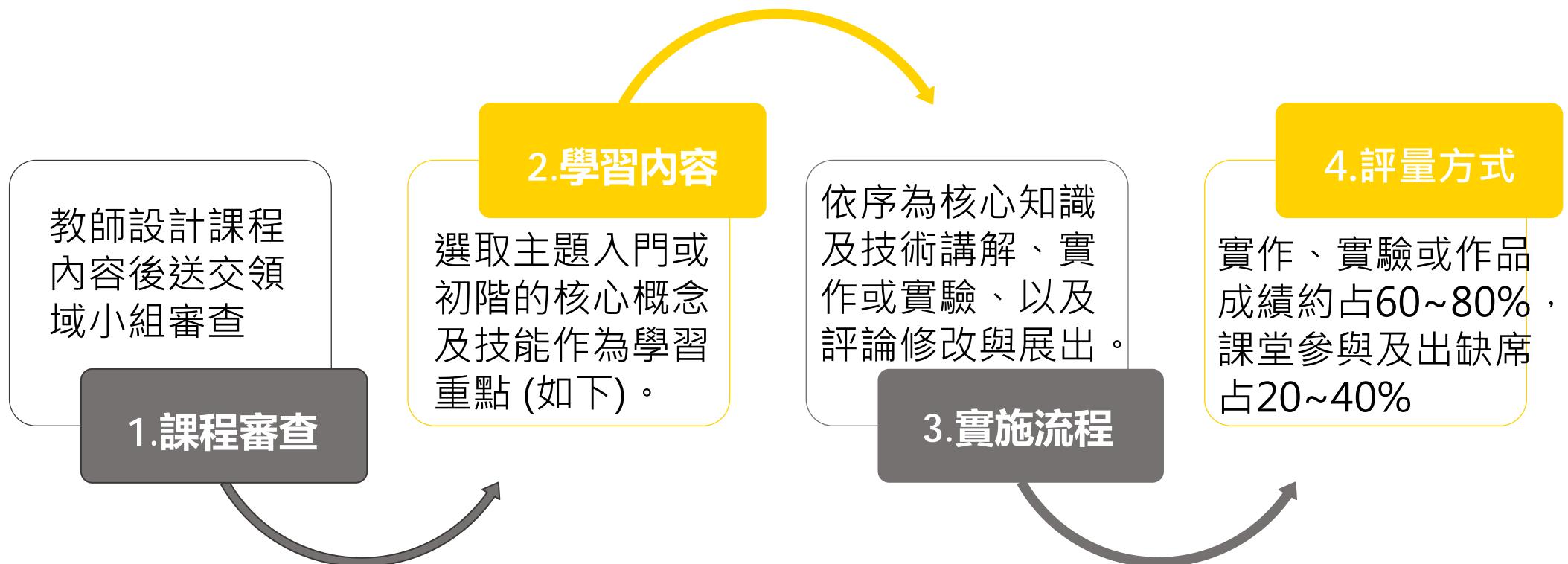
問卷調查

158位本校學生填寫
問卷

訪談

87位學生參與訪談

短期跨域實作課程設計



如：AI機器人的學習內容為Locobot基礎技術、Python為軟體應用及程式編寫、VR360創作為360度影片製作、構想與規劃。

研究工具

二、問卷量表

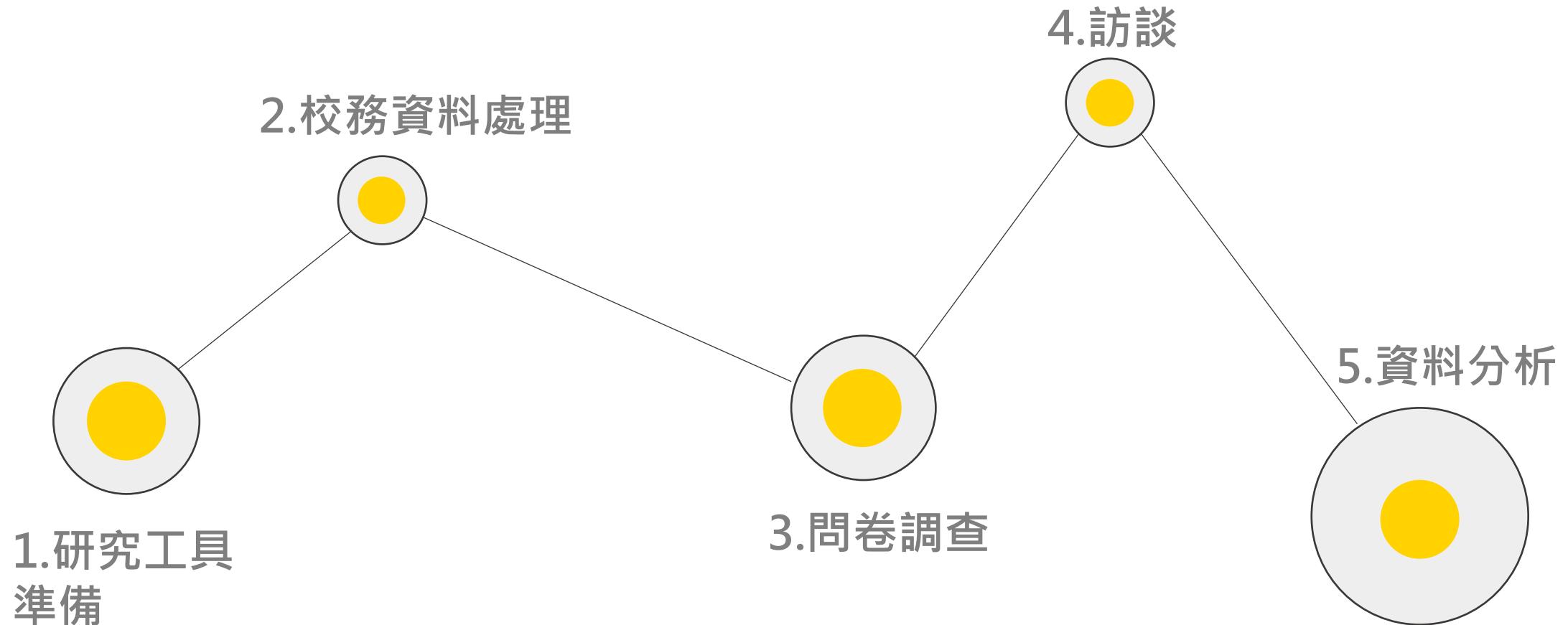
1. **選課動機**：測量學生因個人內在的興趣或未來發展而選修，或為成績或湊學分而選修。題目如：搶先學習具實用性的新科技題材。內在動機5題， $\alpha = .79$ ；外在動機5題， $\alpha = .64$ 。
2. **主動學習**：測量學生修課期間是否能主動參與實驗、預習、複習、主動與同儕或老師討論。題目如：主動查詢或蒐集資料。5題， $\alpha = .83$ 。
3. **學習技能**：包含3個測量構面
 - (1) **動手做**：能自己實作完成指定任務或作品，題目如：能完全投入於課堂操作活動中，有興趣自己動手做。4題， $\alpha = .89$ 。
 - (2) **合作問題解決**：能夠與同儕合作解決問題或完成作品。題目如：能遵守團隊所制定的合作規則，執行任務的方法與策略。4題， $\alpha = .96$ 。
 - (3) **跨域能力**：能夠將原系所習得之知識或技能融入於跨領域課程中。題目如：能整合並運用跨域知識來解釋課堂上的概念。3題， $\alpha = .89$ 。

研究工具

三、訪談大綱：詢問學生參與課程之動機、收穫、困難及建議，題目如：

- 你為什麼想選修這門課(或這些課)呢？
- 修課過程中，有趣的學習經驗有哪些？學習收穫又有哪些？
- 修課過程中，有遇到那些困難、挫折或挑戰嗎？你怎麼克服？
- 你如何與不同領域的學生溝通、合作或共同解決問題呢？
- 原系所的背景對你修習這門課(或這些課)有哪些幫助呢？

研究流程



2 0 2 4

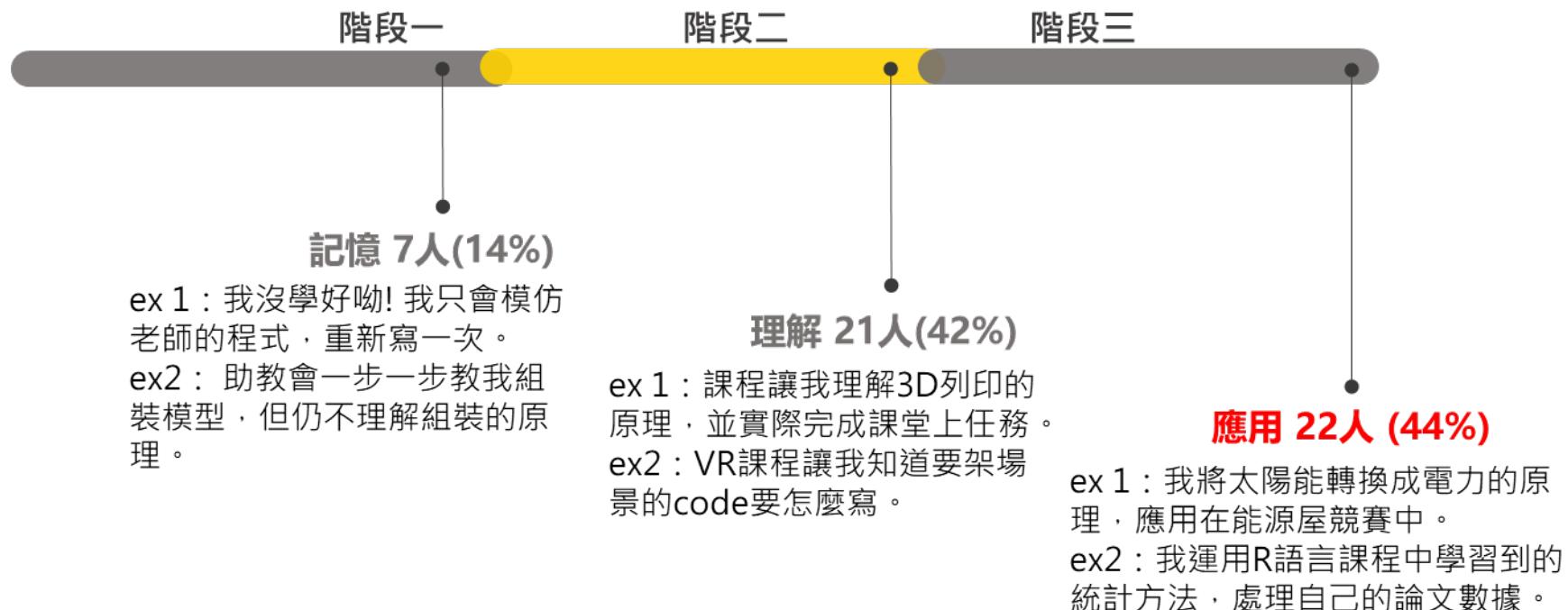
資料分析



認知發展階段

表3：認知發展階段的次數分配

| 認知發展階段 | 跨域生($n = 63$) | | 本系生($n = 24$) | | 合計($N = 87$) | |
|--------|-----------------|--------|-----------------|--------|----------------|--------|
| | 次數 | 百分比 | 次數 | 百分比 | 次數 | 百分比 |
| 階段一：知識 | 13 | 20.60 | 3 | 12.50 | 16 | 18.40 |
| 階段二：理解 | 23 | 36.50 | 8 | 33.33 | 31 | 35.60 |
| 階段三：應用 | 27 | 42.90 | 13 | 54.20 | 40 | 46.00 |
| 合計 | 63 | 100.00 | 24 | 100.00 | 87 | 100.00 |



各變項的差異檢定

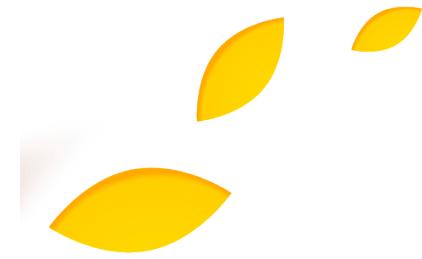


表4：跨域生及本系生各變項的t檢定

| 構面 | 跨域生 | | 本系生 | | <i>t</i> | <i>p</i> | Cohen's <i>d</i> |
|-------------|----------|------------------------|----------|------------------------|----------|----------|------------------|
| | <i>n</i> | <i>M</i> (<i>SD</i>) | <i>n</i> | <i>M</i> (<i>SD</i>) | | | |
| 選課動機 | | | | | | | |
| 1.自主性動機 | 130 | 3.64 (0.77) | 28 | 3.59 (1.26) | 0.82 | .06 | 0.05 |
| 2.外在資訊動機 | 130 | 2.51 (0.77) | 28 | 2.73 (0.94) | -1.27 | .21 | -0.26 |
| 主動學習 | | | | | | | |
| 3.主動學習 | 122 | 4.14 (0.65) | 28 | 4.30 (0.52) | -1.22 | .23 | -0.27 |
| 學習成效 | | | | | | | |
| 4.認知發展階段 | 63 | 2.22 (0.77) | 24 | 2.42 (0.72) | -1.07 | .29 | -0.27 |
| 5.動手做 | 128 | 3.86 (0.83) | 28 | 3.97 (1.00) | -0.64 | .53 | -0.12 |
| 6.合作問題解決 | 126 | 3.42 (1.08) | 28 | 3.57 (1.10) | -0.66 | .51 | -0.14 |
| 7.跨域能力 | 127 | 3.89 (0.89) | 28 | 4.10 (0.85) | -0.15 | .25 | -0.24 |

中介及調節效果

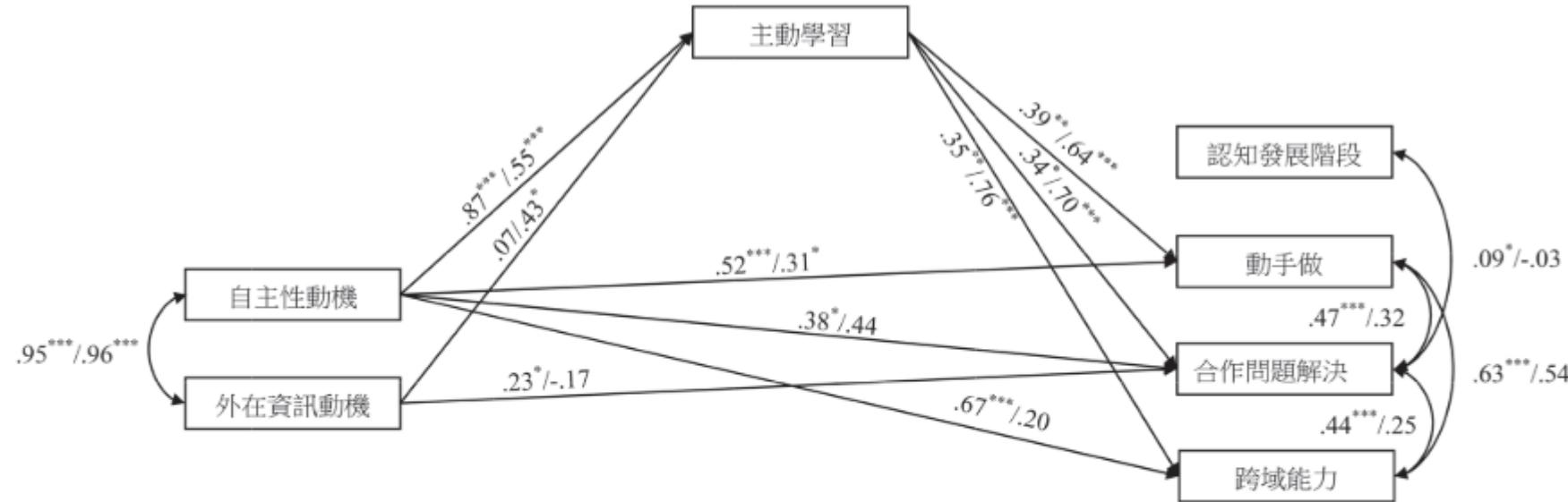
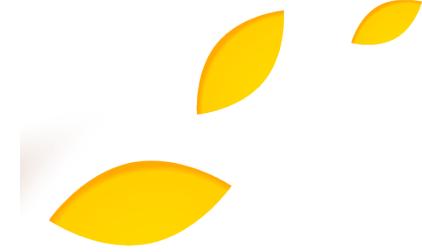


圖1：主動學習在選課動機與學習成效間的中介效果。路徑採標準化係數(前 = 跨域生、後 = 本系生)，黑線表示顯著路徑，不顯著路線未標示。 $\chi^2(10) = 23.83$ ， $p < .01$ ，比較性適配指標(Comparative Fit Index, CFI) = .99，近似均方根誤差(Root Mean Square Error of Approximation, RMSEA) = .06，標準化均方根殘差值(Standardized Root Mean Square Residual, SRMR) = .06

註：^{*} $p < .05$ ，^{**} $p < .01$ ，^{***} $p < .001$ 。

結論



- **課程有效促進學生的選課動機、主動性、學習技能及成績：**
 - 學生內在動機選課程度高於外在動機選課
 - 學生能主動參與實作、實驗或討論 ($M = 4.14 / 4.28$ ，滿分5分)
 - 兩群學生的動手做、合作問題解決及跨域能力無差異。
 - 兩群學生的短期實作成績皆高於過去的選修課成績。
 - 跨域生的內在選課動機會透過主動學習，促進學習技能及成績的提升。
- **課程幫助86%的學生理解核心概念及技術，其中又有44%的學生能應用知識或技術於其他作品中。**



實例二：跨域實作學習

打造沉浸式擴展實境 (XR) 學習體驗：XR 跨域實作課程設計
與學習成果



陽明交通大學資工系
莊榮宏 教授



陽明交通大學應藝所
謝啟民 副教授



陽明交通大學傳科系
張宏宇 助理教授



墨匠科技公司
王銓彰 CEO

Chang, H. T., * Chuang, J. H., Hsieh, C. M., Chang, H. Y., & Wang, C. C. (Under review). Creating an immersive extended reality (XR) learning experience: XR camp curriculum design and learning outcomes. *Thinking Skills and Creativity*, (SSCI, IF=3.7, 14/60, Q1)

研究動機

- 擴展實境(Extended reality, XR)是資通訊技術中快速發展的領域 (Zoleykani et al., 2023)，這對高等教育提出了挑戰，因很少有課程完全符合產業需求 (Radianti et al., 2020) 。
- XR教學發展的主要障礙為資工背景的教師占主導地位。然而，XR 產品設計強調創造力和 IT 的融合，需要教育工作者精通資工、設計、音樂和管理 (Fominykh et al., 2020) 。
- 相關研究常探討XR在教學上的應用，但很少關注XR學科教學。特別是關於設計引人入勝的 XR 實踐課程以促進學生討論和創造的研究非常有限 (Kluge et al., 2023 ; Radianti et al., 2020) 。
- 評估 XR 課程學習效果的方法仍然難以捉摸，特別是該領域最近強調了跨學科的重要性。然而，相關研究仍主要集中在電腦科學上，很少關注學生學習 XR 對其他領域的影響 (Ralf Doerner & Horst , 2022) 。

研究目的&假設

一、研究目的

探討資工和非資工學生參加XR課程後的認知發展特徵。同時也檢視兩組學生在各種學習成效上的差異，以及他們的學習參與和貢獻程度是否會影響各項學習成效。

二、研究假設

假設1: 修習XR跨域實作課程後，資工及非資工系學生的認知發展都達Bloom認知發展階段三:應用。

假設2: 資工及非資工系學生的主動驗證學習風格、參與及貢獻程度、及各項學習成效無顯著差異。

假設3: 資工及非資工系學生的參與和貢獻程度皆可正向預測各項學習成果。

XR跨域專題

- **課程特色**：為跨領域VR、AR與MR的核心實作課程，強調跨域合作學習與課堂討論，期待學生在一學期的實作專案中，學習與不同領域的同學合作，並能有明顯的自我成長。
- **課程設計**：採跨域實作教學法，一學期完成3個專案，4-5人一組，每組皆有擔任程式設計、音樂設計及2D/3D等不同角色學生，每個專案結束後實施同儕互評並重新分組。
- **多元評量**：課程規劃同儕互評貢獻度、參與度、出席率、Rubric作品評分。



學生作品1

- 第一件作品為”使命:蔬菜Mission: Vegetable”(Figure)，作品運用VR技術將玩家帶進蔬菜間諜世界的遊戲。故事背景為2050年基因改造科技的急速發展，讓蔬菜有了自我意識。在某天，一顆即將被吃掉的蔬菜發送訊號到蔬菜星球，蔬菜星解析訊號後不僅發現同族遭受迫害，還得知地球的居住條件有利於蔬菜星人的發展。因此，蔬菜星人派出了Corny跟Musher兩名特務，並為了移民做準備而指示他們改造地球上的三大資源。



學生作品2

- 第二件作品為'跨越時空的音樂Music across time' (Figure)，作品運用 VR 技術重新詮釋 Debussy 'Clair de lune'，並追溯回當時 Debussy 在創作此曲時的靈感詩集 Paul Verlaine, Fêtes galantes 'Clair de Lune'，以此詩構築虛擬世界。故事描述著一名失去愛人 Luna 的鋼琴家在某天發現一本不完整的樂譜，將其彈奏後，時間與空間逐漸發生變化.....鋼琴家因而踏上尋找樂譜碎片的旅行。在樂章聲聲的彈奏下，逐漸了解愛人的輪廓交織於音符裡，永恆的愛流傳在琴聲揚奏的時光中。透過'Music across time'，我們希望帶領玩家進入音樂性質的展演，使玩家享受樂曲背後的故事，傳達愛不會消失，而是以另一種方式永恆的存在。



循環評估制度

IR評估不通過的課程，下學年需再參與IR課程評估，第2次不通過則不續開

5. 期末課程檢討會

1. 跨領域課程設計

師資、教材及修課學生皆要跨領域

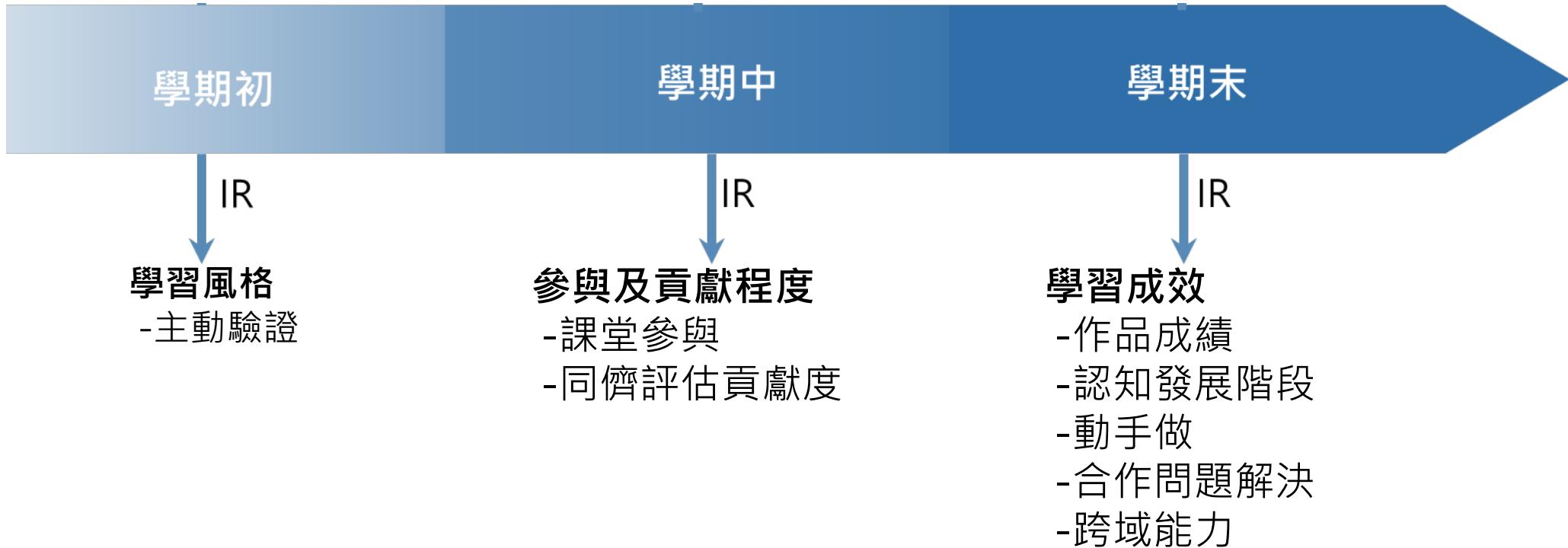
4. IR提供評估報告

2. IR學習評估

3. IR蒐集學習資料



XR跨域專題「學習評量」規劃



研究工具1:學習風格量表

使用Klob(1981)發展的學習風格量表，該量表將學習風格分為四種類型，(1)具體的經驗(CE)：以個人的感受獲得實際經驗；(2)省思的觀察(RO)：由不同的觀點分析以進行價值判斷；(3)抽象的概念(AC)：以對情況的心智了解取代感受以發展通則、理論以解決問題；(4)主動的實驗(AE)：測試理論、評鑑流程及用實際方法以影響他人或事件。量表共12題，題項如：當我學習的時候...。每個問題分別有A、B、C、D四個答項，每一個答項代表一種學習上的偏好，每個答項依照個人狀況選擇適合程度，4代表最像你、1代表最不像你

| | |
|---|--|
| <p>9.我學的最好的時候，是</p> <p><input type="checkbox"/> A.我依賴自己的感覺時。</p> <p><input type="checkbox"/> B.我依賴自己的觀察力時。</p> <p><input type="checkbox"/> C.我依賴自己的觀念時。</p> <p><input type="checkbox"/> D.自己試著做一些事情時。</p> | <p>10.當我學習時，</p> <p><input type="checkbox"/> A.我是容易相信的人。</p> <p><input type="checkbox"/> B.我是一個審慎的人。</p> <p><input type="checkbox"/> C.我是個理智的人。</p> <p><input type="checkbox"/> D.我是個負責的人。</p> |
| <p>11.當我學習時，</p> <p><input type="checkbox"/> A.我非常的投入。</p> <p><input type="checkbox"/> B.我喜歡觀察。</p> <p><input type="checkbox"/> C.我會評估事物。</p> <p><input type="checkbox"/> D.我喜歡積極參與。</p> | <p>12.我學的最好的時候，是</p> <p><input type="checkbox"/> A.我接受他人看法，放開心胸時。</p> <p><input type="checkbox"/> B.我非常小心時。</p> <p><input type="checkbox"/> C.我分析想法時。</p> <p><input type="checkbox"/> D.我實際動手做時。</p> |

研究工具2: 同儕互評量表

由授課教師訂定五項評估指標為：1.創意度、跨域思想表現；2.工作能力與效率；3.團體參與表現；4.領導能力；5.容易相處合作。評估方式分為兩種，1.每次分組報告時由組內同儕互相評分，共三次同儕互評貢獻度。每個指標滿分為20分。

一、組內互評量表(每個評估指標滿分 20 分) ↳

| 組內互評指標 ↳ | PROJECT 1 ↳ | PROJECT 2 ↳ | PROJECT 3 ↳ |
|------------------------|-------------|-------------|-------------|
| 1.創意度、 <u>跨域思想表現</u> ↳ | ↳ | ↳ | ↳ |
| 2.工作能力與效率 ↳ | ↳ | ↳ | ↳ |
| 3.團隊參與表現 ↳ | ↳ | ↳ | ↳ |
| 4.領導能力 ↳ | ↳ | ↳ | ↳ |
| 5.容易相處合作 ↳ | ↳ | ↳ | ↳ |

研究工具3: 作品評量尺規Rubric

由授課教師訂定五項評估指標為：1.程式設計；2.美術設計；3.音樂設計；4.故事性；5.整體性。評估方式有兩種1.課程進行期間由教師及同儕針對每個專案進行評分，期末再由校外專家評估。每個指標滿分為20分。

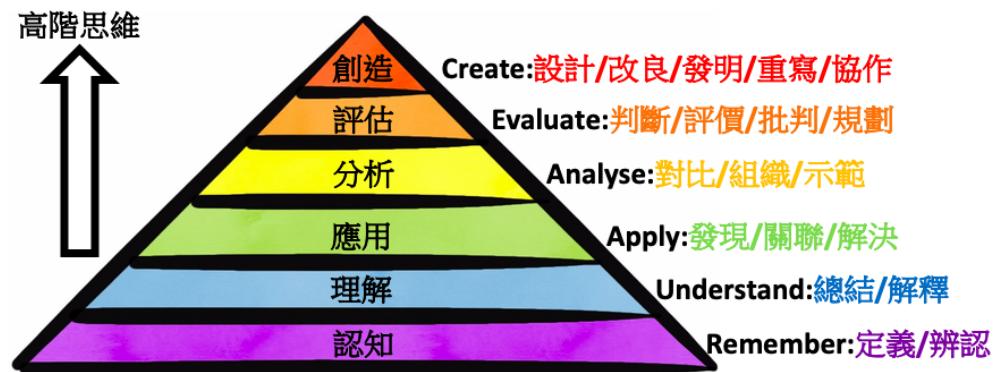
二、作品量表(每個評估指標滿分 20 分) ↳

| 作品指標 ↳ | PROJECT 1 ↳ | PROJECT 2 ↳ | PROJECT 3 ↳ |
|----------|-------------|-------------|-------------|
| 1.程式設計 ↳ | ↙ | ↙ | ↙ |
| 2.美術設計 ↳ | ↙ | ↙ | ↙ |
| 3.音樂設計 ↳ | ↙ | ↙ | ↙ |
| 4.故事性 ↳ | ↙ | ↙ | ↙ |
| 5.整體性 ↳ | ↙ | ↙ | ↙ |

研究工具4: 學習訪談題綱

1. 你為什麼想選修「XR 跨域專題」呢?跟你的專業背景有什麼關聯性嗎?
2. 本學期「XR 跨域專題」讓同學參與 3 個 PROJECT，請依照不同 PROJECT 分別描述下列問題：
 - 2-1 請說明你 PROJECT 的主題是什麼？為什麼想要做這個主題？
 - 2-2 你在 PROJECT 裡擔任甚麼角色？負責那些工作呢？
 - 2-3 你如何構思你所負責的工作？如何蒐集素材？你使用什麼設備？如何讓作品真的可以玩？
 - 2-4 你覺得你的作品最大的特色是什麼？
 - 2-5 分組過程中，需要跟不同專業背景的同學溝通、合作嗎？如何互動？
 - 2-6 這個 PROJECT 有尋求助教的協助嗎？助教如何協助你們呢？
 - 2-7 你認為這個 PROJECT 最有趣、最有收穫的學習經驗有那些呢？你的感受是甚麼呢？
 - 2-8 你認為這個 PROJECT 最困難、最挫折的學習經驗有那些呢？你的感受是甚麼呢？
3. 你認為這門課(或這些課)有那些優點/缺點可提供給學校參考呢？請舉例。
4. 你會將這門課推薦給其他同學或學弟妹嗎？如果會的話，你會推薦課程的哪些優點？為什麼？

訪談題綱的設計聚焦於學生參與課程的動機、學習收穫、困境以及對課程的建議。。



研究工具5: 動手做、合作問題解決、跨域能力

| 您參與 ICT 創創工坊的課程後，目前您會應用下列各項技巧的程度為... | 完全 沒有 技能 0% | 有少 部分 技能 25% | 有基 本技 能 50% | 有大 部分 技能 75% | 有完 整技 能 100% |
|--------------------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | | | | | |
| (一)動手做 | | | | | |
| 1.能完全投入於課堂操作活動中，有興趣自己動手做 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 2.能反思與檢視課堂所學，尋求問題真正的意義 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 3.能透過書寫或口語表達，解釋新概念的意義 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 4.能運用課堂習得的實驗技巧，重新設計一項實驗並完成它 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| (二)合作問題解決 | | | | | |
| 5.能瞭解自己在團隊中所扮演的角色 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 6.能說明每個成員在團隊中所負責的工作，及相互合作的關係 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 7.能遵守團隊所制定的合作規則，執行任務的方法與策略 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 8.能與成員共同訂定進度、相互監督並評估問題解決成效 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| (三)跨域能力 | | | | | |
| 9.能整合並運用跨域知識來解釋課堂上的概念 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 10.能突破學習過程中所遇到的困難並持續學習 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 11.能學到課程新技巧，並運用於跨域問題解決、創作或研發 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

- 動手做 (Learning by doing) : 依據 Kolb (1981) 的經驗學習理論撰寫題項，測量學生是否透過實作學習，讓具體經驗 經由省思觀察轉換成抽象概念，最後進行主動驗證的過程。
- 合作問題解決 (Collaborative problem solving) : 依據 OECD (2015) 提出的合作問題解決發展量表，評估學生是否了解自己和他人在團隊中扮演哪種問題解決角色，是否遵守合作規則，相互監控、提供回饋與適應團隊組織和角色。
- 跨域能力 (Interdisciplinary ability) : 依據 Klein (1990) 的跨領域概念 撰寫題項，評估學生能融入其他領域的思維模式及技能，運用整合後的知識及技能 解決問題。
- 量尺採用李克特5點量尺 (完全沒有技巧 = 1 分、有少部分技巧 = 2分、有基本技巧 = 3分、



實例三：競賽學習

在機器學習課程中應用「競賽式學習」
激發學生的AI實作能力和競賽能力



中央大學資工系 林家瑜 助理教授

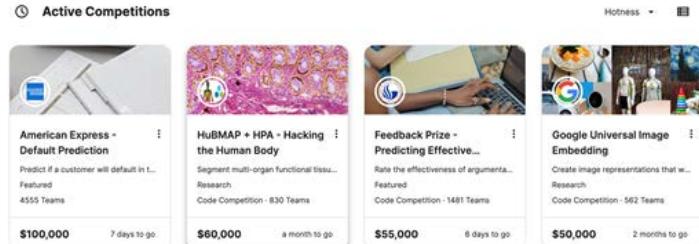


研究動機

- AI為現今的熱門技術，許多學校開設AI課程或學程。
- 這些往往只傳授學生AI概念與理論基礎，並沒有真正讓學生知道該如何應用。
 - 通常只要求學生繳交幾份作業。
 - 學生沒有實際應用AI技術的場域。
 - 或單純建置一個有AI模型的期末專題，AI模型效果好不好，模型是否能夠持續改進，學生缺乏做到最好的動力。
- 修完一系列AI課程後，能夠真正把AI應用上手的學生寥寥可數，更別說可以為企業所用了，長久之後，將會造成台灣具有紮實AI實作能力的人才缺乏，AI科技在台灣窒礙難行。

線上問題解決競賽

- 主辦單位出題，並提供題目相關資料，參賽者實作AI模型。
- 參賽者於比賽期間每天上傳預測結果，預測結果的分數將會更新排名，此競賽全程採用線上報名與線上上傳結果。
- 參賽者**不限於台灣**，參賽者能與世界各地的高手競爭，此競賽的名次在競賽期間會隨時更新，參賽者必須持續改進更新自己的演算法與模型，以維持較好的名次。
- 此種競賽可以有效**給予學生壓力**去提升對數據的敏銳度以及加強對各種演算法以及模型的了解。
 - Kaggle
 - Aidea
 - TBrain



作品展示競賽

- 由主辦單位定義競賽主題，解題團隊依據此主題發揮創意並融合現代科技技術設計開發作品
- 此類競賽注重作品創新度、可行性與潛在的商業價值，競賽分為「**作品提案**」及「**現場作品報告**」兩階段
 - 作品提案：參賽者需要撰寫提案報告說明作品的創意、系統特色、系統開發工具與技術、系統使用對象與商業模式等。
 - 現場作品報告：報告10分鐘，讓評審清楚了解作品的內容、創新的發想、商業模式等。
- 教育部資訊應用服務創新競賽
- 資料創新應用競賽
 - 內政部：內政部黑客松
 - 交通部中央氣象局：生活氣象多元應用組
 - 高雄市政府都市發展局：智宅社區新生活應用組



研究問題

- 將「競賽學習」導入機器學習課程中。
 - 透過競賽讓學生可以觸碰到真正的資料與場域
 - 學生也有機會與世界各國高手競爭，知道自己的不足，進而想要充實自己的能力，校正自己開發的模型，有效提升AI實作能力。
- 研究如何將「不同種類」的競賽導入「機器學習」課程，並透過各種前後測驗，了解學生是否透過競賽的壓力能夠提升增加「AI實作能力」與「競賽能力」。



研究假設

- 假設1：與「作品展示競賽組」相比，「線上問題解決競賽組」在「資訊技術」和「AI實作能力」成長更快。
- 假設2：與「線上問題解決競賽組」相比，「作品展示競賽組」的「理論知識」與「競賽能力」成長較快。
- 假設3：「競賽類型」調節「理論知識」、「資訊技術」、「AI實作能力」與「競賽能力」之間的關係。

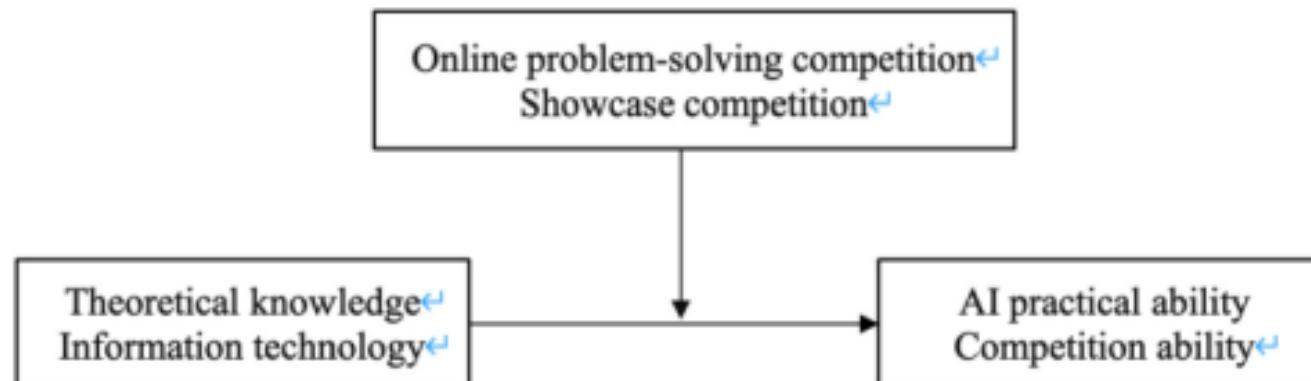


Fig. 1. Hypothetical model.

研究工具1:AI理論知識測驗(前後測)

- 理論知識題：將理論知識進行描述，學生選擇正確與錯誤的敘述，能直接瞭解學生「基本的AI理論能力」

下列敘述何者錯誤？

(A) K-means 演算法不需要先定義要分成幾群。

(B) 支援向量機(Support Vector Machine)可以用一對一或是對多的方式適用於多元分類。

(C) 決策樹中決定屬性的方式是選擇具有最大資訊增益量的屬性。

(D) 生成對抗網路中具有一個生成器和一個判別器。

| 得分。 | 基本 AI 理論瞭解程度。 |
|----------|-----------------------------|
| 45~50 分。 | 對 AI 理論知識熟稔。 |
| 35~45 分。 | 對 AI 概念清楚，但小細節仍須多注意。 |
| 25~35 分。 | 對 AI 理解程度有限，常發生誤解的情況。 |
| 10~25 分。 | 對 AI 概念模糊不清，需要將上課內容再多複習幾次。 |
| 0~10 分。 | 完全不了解 AI 理論，幾乎無自主使用 AI 的能力。 |

- 情境題：把AI的理論知識用情境去包裝，學生需真正將理論融會貫通才能轉個彎進行答題，透過此類題型能瞭解學生「靈活運用AI理論的能力」

你的智慧型手機進行指紋解鎖，產生以下四種情況，請問四種情形該如何對應填入混淆矩陣(confusion matrix)？

(1) 智慧型手機正確解鎖你的指紋。

(2) 智慧型手機無法解鎖你朋友的指紋。

(3) 智慧型手機無法解鎖你的指紋。

(4) 智慧型手機解鎖你朋友的指紋。

(A)

| | 實際 Yes | 實際 No |
|--------|--------|-------|
| 預測 Yes | 1 | 2 |
| 預測 No | 3 | 4 |

(B)

| | 實際 Yes | 實際 No |
|--------|--------|-------|
| 預測 Yes | 1 | 4 |
| 預測 No | 3 | 2 |

(C)

| | 實際 Yes | 實際 No |
|--------|--------|-------|
| 預測 Yes | 2 | 1 |
| 預測 No | 4 | 3 |

(D)

| | 實際 Yes | 實際 No |
|--------|--------|-------|
| 預測 Yes | 4 | 2 |
| 預測 No | 1 | 3 |

| 得分。 | 靈活運用 AI 理論的能力。 |
|----------|----------------------------|
| 20~25 分。 | 對 AI 理論融會貫通，能靈活運用。 |
| 15~20 分。 | 對 AI 概念清楚瞭解，能運用 AI。 |
| 10~15 分。 | 對 AI 理解程度有限，運用 AI 時容易發生錯誤。 |
| 5~10 分。 | 對 AI 概念模糊，運用 AI 範圍有限。 |
| 0~5 分。 | 對 AI 理論完全不瞭解，無法運用 AI。 |

研究工具2:AI資訊技術測驗(前後測)

- 上機考是直接讓學生在電腦教室，在無網路與任何外部資源之下，依照題目進行AI模型的建置與實際操作，能真正了解學生的「AI 實作能力」。
- AI的實作可分成「資料讀取」、「資料前處理」、「建置模型」
 - Froth flotation (泡沫浮選)** 技術能提高了有價礦物的提取，在挖礦過程中如果我們能用AI預測礦物中二氧化矽(雜質)的含量，就可以幫助工程師，讓他們能夠提前採取糾正措施，本課程用上機考的方式測驗同學，希望同學在考試過程中能去了解製造流程上的知識，並過濾出適合的特徵進行預測。

| 得分 | AI 實作能力 |
|----------|---|
| 90~100 分 | AI 實作能力強，可以完成 <u>一整套</u> 資料的處理與 AI 模型的訓練。 |
| 70~90 分 | AI 實作能力中等，實作時仍須多注意小細節。 |
| 60~70 分 | 具部分 AI 實作能力，只能完成部分流程且容易發生錯誤。 |
| 30~60 分 | AI 實作能力低，自行實作 AI 有限。 |
| 0~30 分 | 不具備 AI 實作能力。 |

利用給予的資料，預測每一位鐵達尼號上的乘客是否會生存？資料包含一份訓練資料 (train.csv)、一份測試資料 (test.csv) 與一份上傳格式的範例 (gender_submission.csv)，在訓練資料中會包含許多關於乘客的資訊，如乘客的姓別、姓名、出發港口、住的艙等、房間號碼、年齡、兄弟姊妹老婆丈夫數量(Sibsp)、父母小孩的數量(parch)、票的費用、票的號碼，利用這些資訊去預估這個乘客是否會在鐵達尼號沈船的意外中生存下來。◦

➤ 訓練資料(train.csv)如下:◦

| PassengerId | Survived | Pclass | Name | Sex | Age | SibSp | Parch | Ticket | Fare | Cabin | Embarked |
|-------------|----------|--------|--------------------|-----|-----|-------|-------|-----------|---------|-------|----------|
| 1 | 0 | 3 | Braund, M/male | | 22 | 1 | 0 | A/5 21171 | 7.25 | | S |
| 2 | 1 | 1 | Cumings, M/male | | 38 | 1 | 0 | PC 17599 | 71.2833 | C85 | C |
| 3 | 1 | 3 | Heikkinen, female | | 26 | 0 | 0 | STON/O2. | 7.925 | | S |
| 4 | 1 | 1 | Futrelle, M/female | | 35 | 1 | 0 | 113803 | 53.1 | C123 | S |

➤ 測試資料(test.csv)如下:◦

| PassengerId | Pclass | Name | Sex | Age | SibSp | Parch | Ticket | Fare | Cabin | Embarked |
|-------------|--------|------------------|--------|------|-------|-------|---------|---------|-------|----------|
| 892 | 3 | Kelly, Mr. | male | 34.5 | 0 | 0 | 330911 | 7.8292 | | Q |
| 893 | 3 | Wilkes, Mr | female | 47 | 1 | 0 | 363272 | 7 | | S |
| 894 | 2 | Myles, Mr. | male | 62 | 0 | 0 | 240276 | 9.6875 | | Q |
| 895 | 3 | Wirtz, Mr. | male | 27 | 0 | 0 | 315154 | 8.6625 | | S |
| 896 | 3 | Hirvonen, female | | 22 | 1 | 1 | 3101298 | 12.2875 | | S |

➤ 最後上傳預測乘客是否生存的格式(gender_submission.csv)如下:◦

| PassengerId | Survived |
|-------------|----------|
| 892 | 0 |
| 893 | 1 |
| 894 | 0 |
| 895 | 0 |
| 896 | 1 |

➤ 預測結果的分數計算方式為你預測的生存結果有多少比例是正確的，也就是「準確度 (Accuracy)」， $Accuracy = (TP + TN) / (TP + TN + FP + FN)$ 。準確度佔 30%。◦

➤ 除了預測結果，在實作的過程中，要呈現「資料前處理，如補值 (30%)」、「資料視覺化 (20%)」與「AI 模型建置 (20%)」三個步驟，每一個步驟各有其佔比分數。◦

研究工具3: AI實作能力計算(後測)

- AI模型準確度計算公式為: $\text{Accuracy} = [\text{true positive (TP)} + \text{true negative (TN)}]/[\text{TP} + \text{TN} + \text{false positive (FP)} + \text{false negative (FN)}]$ ，統計正確預測的比例。
- 建議增加RMSE(Root-Mean-Square Deviation)。

研究工具4:競賽提案書評量尺規Rubric(前後測評分)

| 項目。 | 優秀 (15-20 分)。 | 普通 (10-15 分)。 | 待改進 (10 分以下)。 |
|--------------|---|---|-------------------------------------|
| 提案計畫背景與現有問題。 | 開門見山，清楚描述計畫背景與現有問題。。 | 計畫背景與現有問題只有一者清楚描述，另一者描述不清。。 | 計畫背景與現有問題交代不清，讀者須自行釋義。。 |
| 提案目的。 | 目的描述清楚。。 | 目的描述模稜兩可。。 | 未描述目的，讀者須自行猜測。。 |
| 提案技術架構及步驟。 | 解題架構規劃明確，步驟說明有條理，搭配架構圖或並流程圖說明，讀者可輕易清楚瞭解此提案的解決方案內容。。 | 解題架構規劃不完整，僅條列式列出步驟，讀者可大概瞭解此提案的解決方案內容。。 | 解題架構與步驟均未清楚規劃，完全無法讓讀者瞭解此提案的解決方案內容。。 |
| 提案技術的特色。 | 清楚說明解決方案的創意、創新性、可行性、使用情境及應用層面，搭配圖示說明使用情境及應用。。 | 解決方案的創意、創新性、可行性、使用情境及應用層面等多項內容只有三項以內清楚描述，其餘描述不清。。 | 對於解決方案的創意、創新性、可行性、使用情境及應用層面均無法說明。。 |
| 預期成果與效益。 | 清楚定義預期成果以及瞭解此方案可帶來的效益。。 | 規劃的預期成果與效益不充足，需再調整增加。。 | 無法規劃出預期成果與效益。。 |

| 得分。 | 撰寫提案申請書能力。 |
|-----------|--|
| 90~100 分。 | 提案申請書能力強，可在提案申請書中清楚描述提案背景、問題、目的、架構與步驟、技術特色、預期成果與效益。。 |
| 70~90 分。 | 提案申請書能力中等，所撰寫之提案申請書中有描述提案背景、問題、目的、架構與步驟、技術特色、預期成果與效益，但是內容並不明確，模稜兩可。。 |
| 60~70 分。 | 提案申請書能力普通，提案申請書僅能撰寫部分內容，會遺漏某些項目，不完整。。 |
| 30~60 分。 | 撰寫提案申請書能力低，提案申請書撰寫的內容與項目牛頭對馬嘴，須重新調整內容與項目的對應。。 |
| 0~30 分。 | 不具備撰寫提案申請書能力。。 |

研究工具5:簡報製作評量尺規Rubric(前後測評分)

| 項目。 | 優秀 (15-20 分)。 | 普通 (10-15 分)。 | 待改進 (10 分以下)。 |
|-------------------|---|---|---------------------------------|
| 提案計畫背景、現有問題、提案目的。 | 開門見山，清楚介紹計畫背景、現有問題與提案目的。。 | 計畫背景、現有問題與提案目的只有一者清楚介紹，其餘項目在投影片上呈現不清楚。。 | 計畫背景、現有問題與提案目的未呈現在投影片上，或是呈現含糊。。 |
| 提案技術架構及開發技術介紹。 | 解題架構使用架構圖清楚呈現，用圖片輔助清楚介紹開發技術。。 | 解題架構未用架構圖呈現或是開發技術沒有搭配圖片清楚介紹。。 | 投影片未說明解題架構及開發技術說明模糊不清。。 |
| 研究成果。 | 清楚呈現解決方案的研究成果，達成的準確度、運行時間等，並用實驗結果圖進行佐證。 | 僅文字說明解決方案的研究成果，達成的準確度、運行時間等，未用實驗結果圖進行佐證。。 | 未呈現研究成果或是研究成果不明確。。 |
| 提案作品的商業模式與效益。 | 展現創新又可行之商業模式與有效評估商業效益。。 | 呈現之商業模式不明確，商業效益評估須修正。。 | 未呈現商業模式或商業效益。。 |
| 提案技術創新亮點。 | 有效呈現技術亮點，令人留下記憶。。 | 呈現之技術亮點不夠特別或是不明確。。 | 未說明技術亮點或是呈現的內容並非技術亮點。。 |

| 得分。 | 投影片製作的邏輯能力。 |
|-----------|---|
| 90~100 分。 | 投影片製作的邏輯能力強，呈現的投影片架構清楚，在投影片中清楚描述並搭配圖片輔助說明提案背景、問題、目的、架構、技術、成果、商業模式、商業效益與技術亮點。。 |
| 70~90 分。 | 投影片製作的邏輯能力中等，投影片中有呈現提案背景、問題、目的、架構、技術、成果、商業模式、商業效益與技術亮點，但是呈現方式不夠清楚，敘述模稜兩可或是未搭配圖片說明。。 |
| 60~70 分。 | 投影片製作的邏輯能力普通，投影片僅呈現提案背景、問題、目的、架構、技術、成果、商業模式、商業效益與技術亮點中的部分內容，或是項目呈現順序錯誤。。 |
| 30~60 分。 | 投影片製作的邏輯能力差，投影片呈現的內容與項目牛頭對馬嘴，須重新調整內容與項目的對應。。 |
| 0~30 分。 | 不具備投影片製作的邏輯能力。。 |

研究工具6:口頭報告評量尺規Rubric(前後測評分)

| 得分 | 等地 | 評量標準 |
|---------|----|--|
| 90~100分 | 優 | <ul style="list-style-type: none">學生清楚報告作品並提供充足的理由說明此作品的重要性。有充分的內容支持結論，演說方式吸引觀眾注意。學生全場保持與觀眾眼神接觸，可以明顯感受到對作品的準備與熱情。運用視覺輔助工具讓報告更具說服力。使用合宜的資訊清楚回答觀眾問題。 |
| 80~90分 | 佳 | <ul style="list-style-type: none">學生清楚報告作品並提供充足的理由說明此作品的重要性。有充分的內容支持結論，內容大致正確。可以感受到對作品的準備與熱情。運用視覺輔助工具。清楚回答觀眾問題。 |
| 70~80分 | 好 | <ul style="list-style-type: none">學生報告作品與結論，但所提供的支持證據不夠周全。報告內容大致正確。約略感受到對作品的準備。提及視覺輔助工具，但並未實際運用。試圖回答觀眾問題。 |
| 60~70分 | 普 | <ul style="list-style-type: none">學生僅能報告作品的其中幾部分，沒有提供結論。內容可以理解，但有錯誤。無法感受到對作品的準備。未提及或運用視覺輔助工具。僅以最基本的答案回答觀眾問題。 |
| 60分以下 | 劣 | <ul style="list-style-type: none">學生未能完整報告作品，未說明作品的重要性、主題不明確且沒有適宜的結論。內容難以理解。未對此報告進行準備。未提及或運用視覺輔助工具。僅以最基本的答案回答觀眾問題或是未能解答。 |

- 口頭報告：十分鐘清楚說明作品內容是一個極大挑戰學生需要花很多時間練習，才能口條清楚地報告



評量尺規的使用方式

進入正式評分前，由授課教師統一說明評量尺規Rubric的測量概念、使用方法、計分方式

前測: 教師、TA及專家評估學生的「競賽提案書初稿」、「簡報製作能力」及「口頭報告能力」。

後測: 教師、TA、專家及同儕評估各組的「競賽提案書」、「簡報製作能力」及「口頭報告能力」。

研究結果1

TABLE I
DESCRIPTIVE STATISTICS FOR THE MEANS OF VARIABLES

| Variables | Online problem-solving competition (N = 60) | | | | Showcase competition (N = 14) | | | | df | t | Cohen's <i>d</i> | | | |
|-------------------------------|---|------------|-------------------------|-------------|-------------------------------|------------|-------------------------|-------------|----|--------|------------------|--|--|--|
| | Mean(SD) | Std. Error | 95% Confidence Interval | | Mean(SD) | Std. Error | 95% Confidence Interval | | | | | | | |
| | | | Lower Bound | Upper Bound | | | Lower Bound | Upper Bound | | | | | | |
| Theoretical knowledge | | | | | | | | | | | | | | |
| Pretest | 63.28(20.98) | 2.80 | 56.93 | 68.16 | 70.00(13.48) | 4.72 | 56.64 | 77.21 | 70 | -.69 | -.38 | | | |
| Posttest | 64.83(19.30) | 2.54 | 59.75 | 69.90 | 70.00(7.39) | 2.11 | 66.18 | 75.36 | 69 | -1.80 | -.35 | | | |
| Information technology | | | | | | | | | | | | | | |
| Pretest | 13.57(13.81) | 1.81 | 9.88 | 17.14 | 24.29(26.52) | 7.09 | 8.97 | 39.60 | 69 | -1.47 | -.51 | | | |
| Posttest | 65.98(23.32) | 2.98 | 60.72 | 72.67 | 57.86(25.17) | 6.73 | 43.32 | 72.39 | 71 | 1.27 | .33 | | | |
| Practical ability | | | | | | | | | | | | | | |
| AI model accuracy | 88.53(6.83) | .92 | 86.68 | 90.37 | 85.17(6.10) | 1.76 | 81.29 | 89.04 | 65 | 1.57 | .52 | | | |
| Competition ability | | | | | | | | | | | | | | |
| Competition proposal | 80.28(4.52) | .58 | 79.12 | 81.45 | 84.57(5.04) | 1.34 | 81.66 | 87.48 | 72 | 3.13** | .90 | | | |
| Slideshow production | 77.12(13.01) | 1.69 | 73.73 | 80.51 | 88.33(12.67) | 3.66 | 80.28 | 96.39 | 69 | 2.73** | .87 | | | |
| Oral presentation | 88.11(2.54) | .33 | 87.46 | 88.77 | 91.43(2.74) | .73 | 89.85 | 93.01 | 72 | 4.33** | 1.27 | | | |

Note. ***p* <.01

研究結果2

TABLE II
REPEATED MEASURES ANOVA RESULTS FOR THE COMPETITION TYPES

| Source | SS | df | MS | F | P | η_p^2 |
|--|----------|----|----------|-----------|-----|------------|
| Theoretical knowledge | | | | | | |
| Group (online problem-solving competition, showcase competition) | 703.60 | 1 | 703.60 | 1.39 | .24 | .02 |
| Error | 34445.69 | 68 | 506.55 | | | |
| Test time (pre- and posttest) | 57.86 | 1 | 57.86 | .28 | .60 | .00 |
| Group * Test time | 11.97 | 1 | 11.97 | .06 | .81 | .00 |
| Error | 14480.17 | 68 | 212.94 | | | |
| Information technology | | | | | | |
| Group (online problem-solving competition, showcase competition) | 37.55 | 1 | 37.55 | .07 | .79 | .00 |
| Error | 35724.78 | 68 | 525.36 | | | |
| Test time (pre- and posttest) | 41400.40 | 1 | 41400.40 | 127.61*** | .00 | .65 |
| Group * Test time | 1987.55 | 1 | 1987.55 | 6.13* | .02 | .08 |
| Error | 22060.49 | 68 | 324.42 | | | |

Note. * $p < .05$, ** $p < .001$

After adjusted groups: posttest > pretest

The interaction effect is evident.

研究結果3

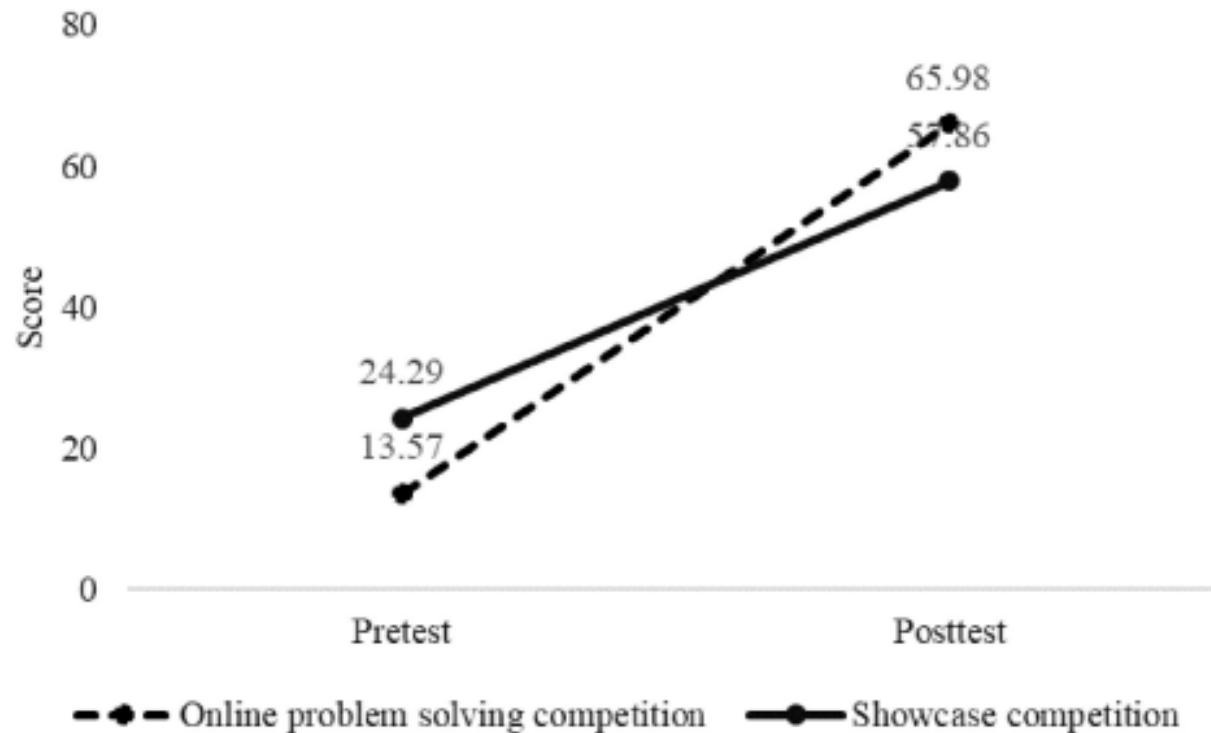


Fig. 8. Interaction effect of the competition types and information technology pretest/posttest scores.

研究結果4

TABLE III
MODERATED REGRESSION ANALYSIS

| Variables | Practical ability | |
|---------------------------------|-------------------|---------|
| | AI model accuracy | |
| | M1 | M2 |
| | β | β |
| Control variables | | |
| Theoretical knowledge pretest | -.26* | |
| Information technology pretest | | -.08 |
| ΔR^2 | .07 | .01 |
| Predictor variable | | |
| Theoretical knowledge posttest | -.33* | |
| Information technology posttest | | -.12 |
| Theoretical knowledge posttest | -.31* | |
| \times Competition types | | |
| Information technology posttest | | .30* |
| \times Competition types | | |
| ΔR^2 | .08 | .09 |
| Total ΔR^2 | .15 | .10 |
| <i>F</i> value | 3.46* | 2.33 |
| <i>df</i> | 63 | 63 |

Note. * $p < .05$, ** $p < .01$; Prediction results that lack significance are excluded from Table III



結論

- 研究結果部分支持假設1。線上問題解決競賽組課前的「資訊技術成績」低於作品展示競賽組，參賽後，課後的資訊技術成績」卻高於作品展示競賽組。
- 研究結果也部分支持假設2。作品展示競賽組在「競賽提案書」、「簡報製作」和「口頭報告能力」方面比線上問題解決競賽組表現更好。
- 研究結果也部分支持假設3。競賽類型負向調節「理論知識」與「AI模型準確度」之間的關係。



實例四：競賽學習

提升機器學習課程中學生的學習成效：中文和英文教學環境下「線上問題解決競賽」的比較研究



中央大學資訊工程學系 林家瑜 助理教授

研究動機

- 過去AI教育主要傳授AI知識與技術（ Dohn et al., 2022 ），較缺乏應用AI解決現實問題。
- 近期產業舉辦以AI為主軸的線上問題解決競賽，促進學生組織跨域團隊，共同解決現實世界的挑戰（ Aldea , 2023 ）。
- 近期，**非英語系國家的教育機構提倡在資訊教育中採用英語作為教學媒介（ EMI ）**（ Alhamami , 2021 ）。EMI 對於培養國際人才和增強高等教育機構的全球競爭力至關重要（ Richards & Pun , 2023 ）。
- 目前，與 EMI 相關的研究主要集中在政策缺陷（ Alhamami, 2021 ） 、各國計畫差異（ Richards & Pun, 2023 ）以及學生特質對 EMI 學習效能的影響（ Alhamami, 2021 ； Peng & Xie, 2021 ）。相反的，**關於 EMI 如何與教學策略有效結合以提高學生學習效率的研究相對較少（ Lee, 2022 ）**，尤其是在資訊科學領域。

研究目的&假設

一、研究目的

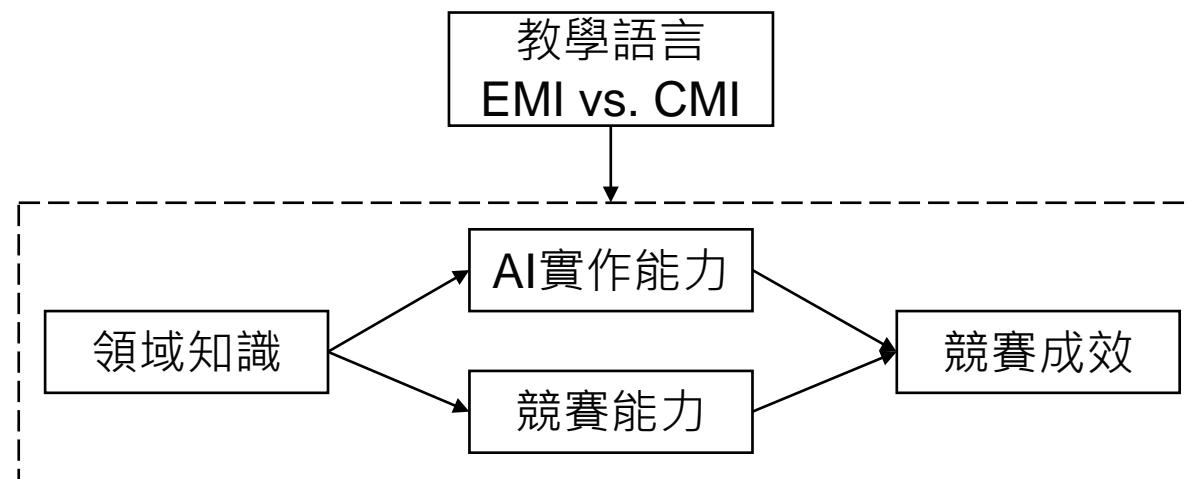
探討線上問題解決競賽中，影響機器學習課程的因素及其對學生競賽結果的影響。此外，本研究也檢視了學生學習成果的差異以及 CMI 和 EMI 教學模式的影響。

二、研究假設

假設 1：與前測分數相比，CMI 和 EMI 機器學習課程的學生參加線上問題解決競賽，預期後測「競賽提案寫作」和「口頭報告能力」方面獲得更高的分數。

假設2：預期CMI機器學習班學生的領域知識、競賽提案撰寫、口頭報告能力、AI模型準確度及競賽成果皆顯著優於EMI班學生。

假設3：機器學習課程中的 CMI 和 EMI 調節領域知識、競賽提案撰寫、口頭報告能力、AI 模型準確性和競賽成果之間的關係。



研究設計、研究流程 (同上一篇)



研究結果1

Table 1 Descriptive statistics for each variable

| Variables | Machine learning curriculum | | | | | | | | | |
|------------------------------|-----------------------------|------------|------------|-------------------------|----------------|-----|------------|------------|-------------------------|----------------|
| | CMI | | | | | EMI | | | | |
| | N | Mean(SD) | Std. Error | 95% Confidence Interval | | N | Mean(SD) | Std. Error | 95% Confidence Interval | |
| | | | | Lower Bound | Upper Bound | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| Domain knowledge | 74 | 4.62(2.58) | 0.30 | 4.02 | 5.22 | 49 | 4.84(2.68) | 0.37 | 2.68 | 0.38 |
| Competition proposal writing | | | | | | | | | | |
| Pretest | 74 | 5.93(0.50) | 0.06 | 5.82 | 6.05 | 49 | 5.84(1.05) | 0.14 | 1.05 | 0.15 |
| Posttest | 74 | 8.11(0.49) | 0.06 | 8.00 | 8.22 | 49 | 7.86(1.42) | 0.19 | 1.42 | 0.20 |
| Oral presentation | | | | | | | | | | |
| Pretest | 74 | 7.69(0.31) | 0.04 | 7.62 | 7.76 | 49 | 7.41(0.41) | 0.06 | 0.43 | 0.06 |
| Posttest | 74 | 8.87(0.29) | 0.03 | 8.81 | 8.94 | 49 | 8.55(0.57) | 0.08 | 0.60 | 0.09 |
| AI model accuracy | 67 | 8.79(0.68) | 0.08 | 8.63 | 8.96 | 37 | 8.75(1.57) | 0.25 | 1.57 | 0.26 |
| Competition outcomes | | | | | | | | | | |
| Creativity | 74 | 6.96(0.70) | 0.08 | 6.80 | 7.12 | 49 | 6.31(1.09) | 0.15 | 1.09 | 0.16 |
| Implementation completeness | 74 | 7.08(0.78) | 0.09 | 6.90 | 7.26 | 49 | 6.91(0.81) | 0.11 | 0.81 | 0.12 |
| Technical depth | 74 | 6.71(0.70) | 0.08 | 6.54 | 6.87 | 49 | 6.58(1.08) | 0.15 | 1.08 | 0.15 |

研究結果2

Table 2 Repeated measures ANOVA results for both the CMI and EMI groups

| Source | SS | df | MS | F | P | η_p^2 |
|-------------------------------|----------|-----|----------|-------------|-----|------------|
| Competition proposal writing | | | | | | |
| Group (taught language types) | 11346.51 | 1 | 11346.51 | 9417.75*** | .00 | .99 |
| Error | 145.78 | 121 | 1.21 | | | |
| Test time (pre- and posttest) | 259.47 | 1 | 259.47 | 795.76*** | .00 | .87 |
| Group * Test time | .38 | 1 | .38 | 1.17 | .28 | .01 |
| Error | 39.45 | 121 | .33 | | | |
| Oral presentation | | | | | | |
| Group (taught language types) | 15590.55 | 1 | 15590.55 | 82248.81*** | .00 | .99 |
| Error | 22.94 | 121 | .190 | | | |
| Test time (pre- and posttest) | 79.10 | 1 | 79.10 | 706.83*** | .00 | .85 |
| Group * Test time | .04 | 1 | .04 | .35 | .56 | .00 |
| Error | 13.54 | 121 | .112 | | | |

Note. *** $p < .001$

研究結果3

Table 3 T test of domain knowledge, AI model accuracy and competition outcomes between the CMI and EMI groups

| Variables | CMI | | EMI | | df | t | p | Cohen's d |
|-----------------------------|-----|------------|-----|------------|-----|---------|-----|-----------|
| | N | Mean(SD) | N | Mean(SD) | | | | |
| Domain knowledge | 74 | 4.62(2.58) | 49 | 4.84(2.68) | 121 | -.46 | .65 | -.08 |
| AI model accuracy | 67 | 8.79(0.68) | 37 | 8.75(1.57) | 102 | .18 | .86 | .03 |
| Competition outcomes | | | | | | | | |
| Creativity | 74 | 6.96(0.70) | 49 | 6.31(1.09) | 121 | 3.69*** | .00 | .71 |
| Implementation completeness | 74 | 7.08(0.78) | 49 | 6.91(0.81) | 121 | 1.19 | .24 | .21 |
| Technical depth | 74 | 6.71(0.70) | 49 | 6.58(1.08) | 121 | .81 | .42 | .14 |

Note. *** $p < .001$

研究結果4

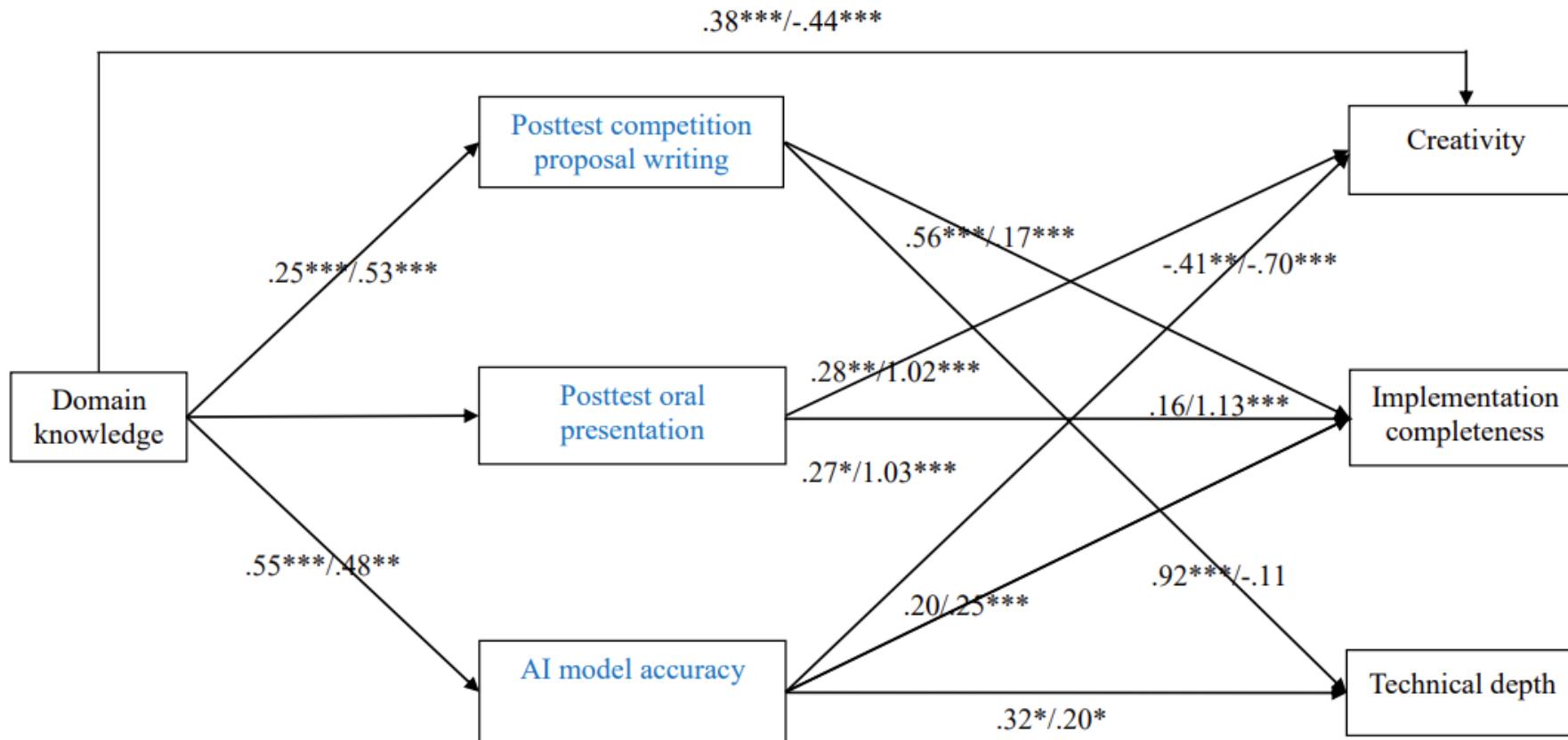


Figure 3. The indirect influence of domain knowledge on creativity, implementation completeness, and technical depth, mediated by machine learning in **CMI** and **EMI**, was examined through posttest competition proposal writing and AI model accuracy assessment ($n=123$). The former path coefficient is **CMI**, and the latter is **EMI**. The black lines indicate significant paths, and nonsignificant paths were omitted. Path coefficients are standardized. χ^2 (66) = 1015.30, $p < .01$, CFI = .96, RMSEA = .08, SRMR = .02; * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$



結論

- 研究結果部分支持假設1。CMI及EMI機器學習課程學生，參加線上問題解決競賽後，兩群學生的「競賽提案書」和「口頭報告能力」分數皆明顯高於前測。
- 研究結果部分支持假設2。與EMI課程的學生相比，參加CMI機器學習課程的學生在「競賽提案書」、「口頭報告」和「創造力」方面表現優越。
- 研究結果部分證實假設3。透過中介調節模型的多組比較分析，發現CMI和EMI班級學生的學習軌跡有輕微差異。



研究五: AI課程推薦系統

AI Please help me choose a course: **Building a personalized hybrid course recommendation system** to assist students in choosing courses adaptively



陽明交通大學電機學院院長
王蒞君教授



中央大學 資工系
林家瑜 助理教授



一群可愛的跨領域學生
(電機、資工、教育、人社)

Chang, H. T., Lin, C. Y.,* Wang, L. C., Jheng, W. B., Chen, S. H., & Tseng, F. C. (2023, January). AI Please help me choose a course: Building a personalized hybrid course recommendation system to assist students in choosing courses adaptively. *Educational Technology & Society*, 26 (1), 203-217.
<https://www.jstor.org/stable/48707977> (SSCI, IF=4.0, 46/269, Q1).

背景

- 近年來AI應用於教育系統的研究迅速增加，為教育現場提供一些新的解決方案（Renz et al., 2020, 2021）。其中**以人為核心的人工智慧(Human-centered AI)**能深入地了解學生的學習行為、反應時間、情感或需求（Renz et al., 2020; Yang et al., 2021），也可以挖掘學生的潛能和問題(CTs ; Yang et al., 2021)。
- 課程推薦系統研究多關注提高學生成績(Chang et al., 2016)、畢業率(Bowden et al., 2000)或就業率(Farzan & Brusilovsky, 2006)，極少研究考量學生個人因素去開發推薦系統。

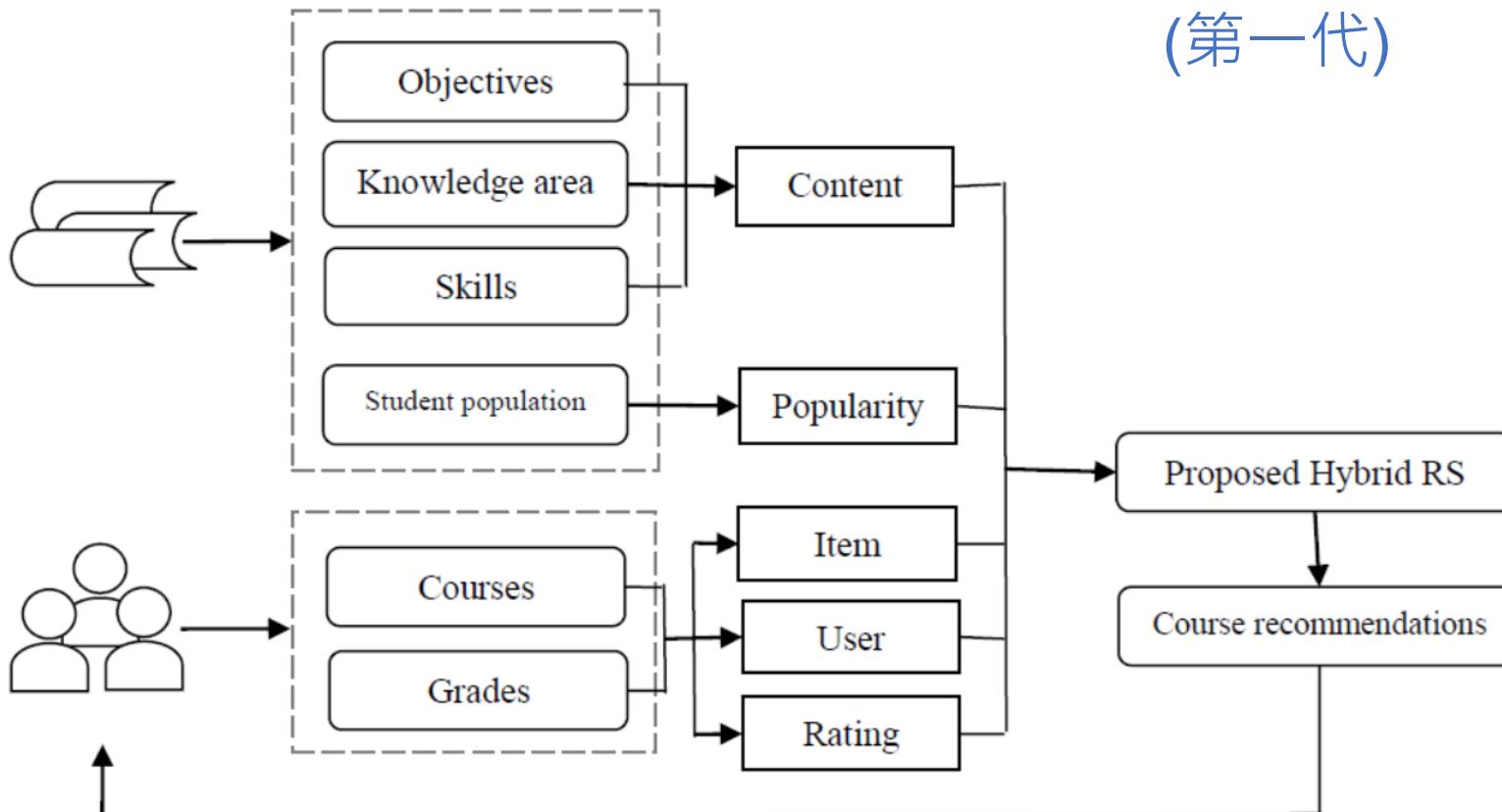


目的&假設

- **目的**：使用學生學習資料運算出推薦結果，同時採用**遺傳演算法(Genetic Algorithms, GA)**決定每個指標及推薦方法權重，推薦過程應用權重為學生提供最終的建議。
- **假設**
 - Hypothesis 1：學生對於推薦課程的興趣程度，受到推薦順序影響而有程度差異
 - Hypothesis 2：學生對於推薦課程的興趣程度，受到選課內外動機的影響
 - Hypothesis 2：依照課程推薦清單選課的學生成績高於未依照課程推薦選課的學生

課程推薦系統架構 (第一代)

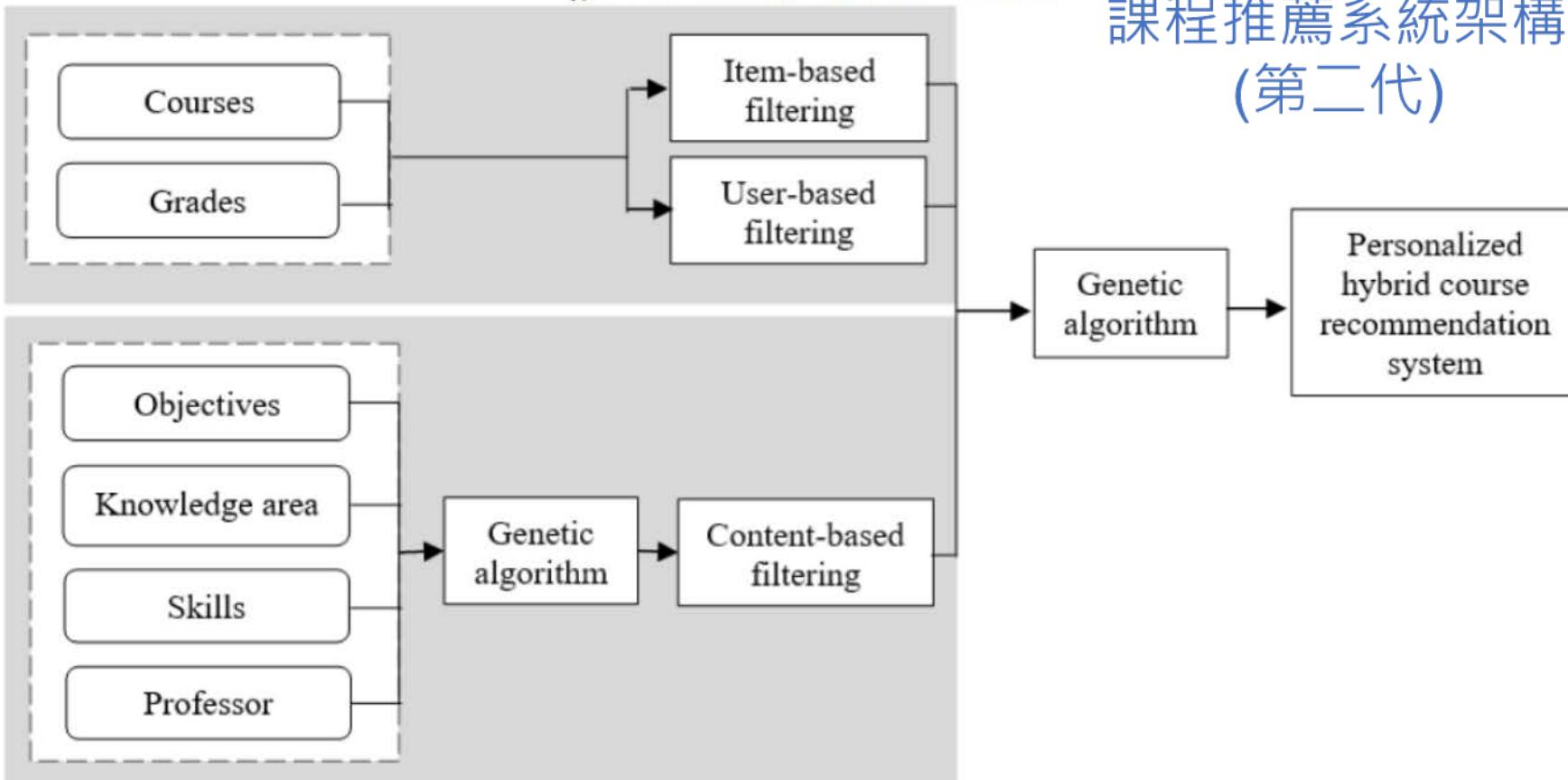
Figure 1. PHCRS



Chang, H. T., Lin, C. Y.,* Wang, L. C., & Tseng, F. C. (2022, January). How students can effectively select the right course: Building a recommendation system to assist students in choosing courses adaptively. *Educational Technology & Society*, 25(1), 61-74. <https://www.jstor.org/stable/48647030> (SSCI, IF=4.0, 46/269, Q1).

課程推薦系統架構 (第二代)

Figure 1. A Framework for PHCRS



Chang, H. T., Lin, C. Y.,* Wang, L. C., Jheng, W. B., Chen, S. H., & Tseng, F. C. (2023, January). AI Please help me choose a course: Building a personalized hybrid course recommendation system to assist students in choosing courses adaptively. *Educational Technology & Society*, 26 (1), 203-217. <https://www.jstor.org/stable/48707977> (SSCI, IF=4.0, 46/269, Q1).

資料標籤(Label)

- **知識/技能**：由課程屬性作判別，一般課程教授知識概念，實驗課程教授實驗技能。
- **基礎/進階**：課程開設於大學部屬於基礎課程，開設於研究所屬於進階課程。
- **態度(合作、表達能力)**：課程設計是否能培養學生的合作能力、表達能力，如分組實驗能培養學生團隊合作能力，上台簡報能培養表達能力。
- **領域**：課程領域類別，如：資訊通訊、系統晶片設計。
- **大方向**：為課程的教學目標，主要想教會學生甚麼，如訊號處理、通訊系統。
- **先備知識**：學生修課前需具備那些知識或修習過那些課程，如微積分、機率。
- **細項能力**：這堂課會使用到的相關知識、技能或工具，如Python、MOSFET。

推薦模型訓練資料

Table 1. Student and course information

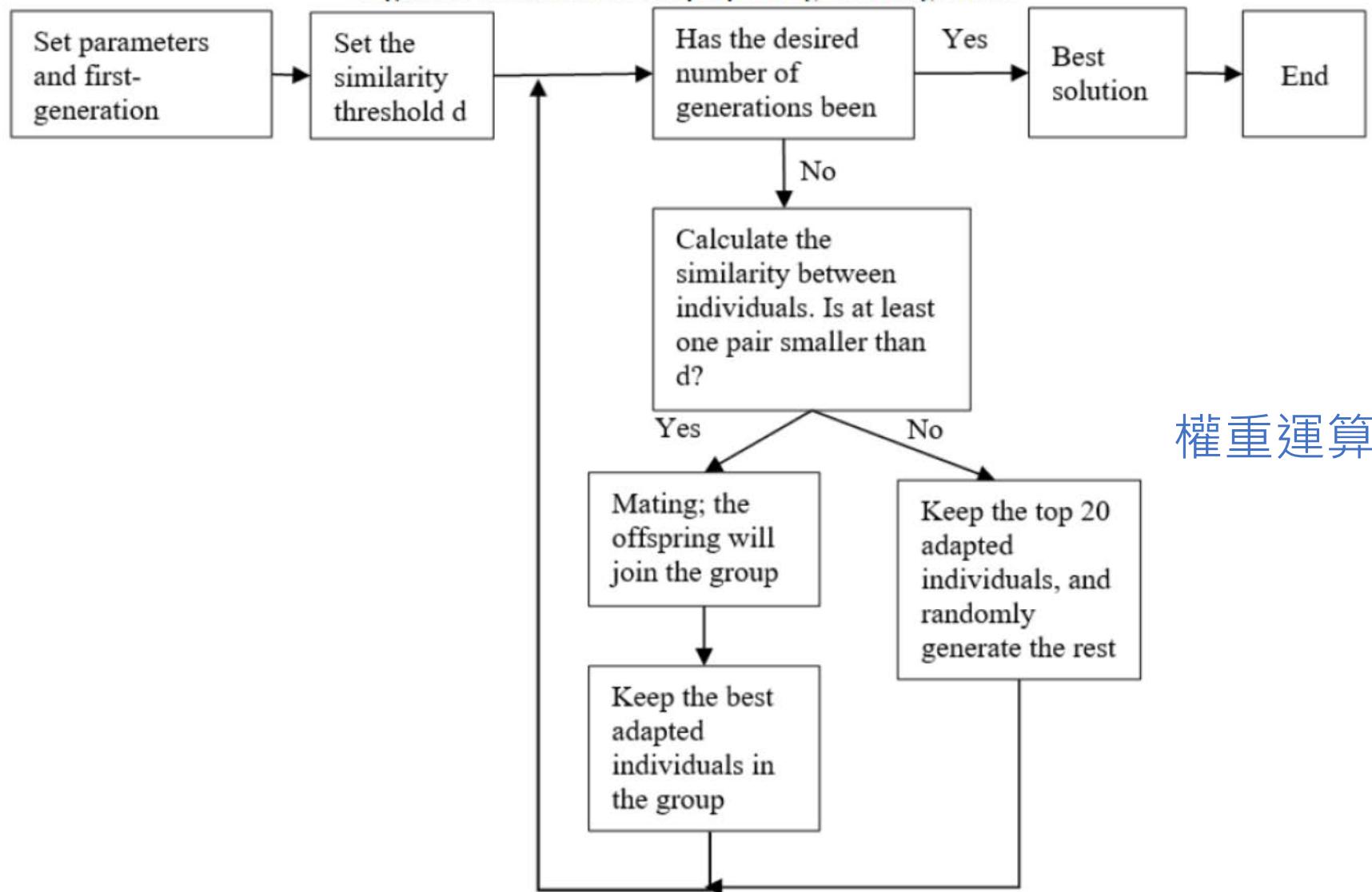
| College/Department | Students | Courses | Total number of courses in academic years 104 to 109 | Label | | | |
|--|-------------|-------------|--|-------------------|-----------------|-------------|------------|
| | | | | Course objectives | Knowledge areas | Skills | Professor |
| College of Electrical and Computer Engineering | | | | | | | |
| 1. Department of Electrical and Computer Engineering | 1258 | 332 | 1890 | 45 | 15 | 373 | 188 |
| 2. Department of Photonics | 209 | 94 | 369 | 19 | 3 | 76 | 47 |
| College of Computer Science | | | | | | | |
| 3. Department of Computer Science | 1171 | 235 | 1013 | 54 | 7 | 306 | 114 |
| College of Engineering | | | | | | | |
| 4. Department of Civil Engineering | 473 | 122 | 688 | 70 | 6 | 103 | 51 |
| 5. Department of Mechanical Engineering | 596 | 119 | 671 | 47 | 11 | 87 | 58 |
| 6. Department of Materials Science and Engineering | 299 | 74 | 367 | 24 | 8 | 68 | 37 |
| College of Management | | | | | | | |
| 7. Department of Management Science | 285 | 72 | 235 | 11 | 11 | 204 | 23 |
| 8. Department of Transportation & Logistics Management | 280 | 70 | 336 | 10 | 2 | 81 | 23 |
| 9. Department of Industrial Engineering and Management | 314 | 68 | 256 | 9 | 20 | 149 | 21 |
| 10. Department of Information Management and Finance | 268 | 64 | 283 | 10 | 3 | 163 | 29 |
| College of Hakka Studies | | | | | | | |
| 11. Department of Humanities and Social Sciences | 268 | 132 | 370 | 21 | 5 | 52 | 29 |
| 12. Department of Communication and Technology | 241 | 108 | 288 | 57 | 35 | 82 | 26 |
| Total | 5662 | 1490 | 6766 | 377 | 126 | 1744 | 646 |



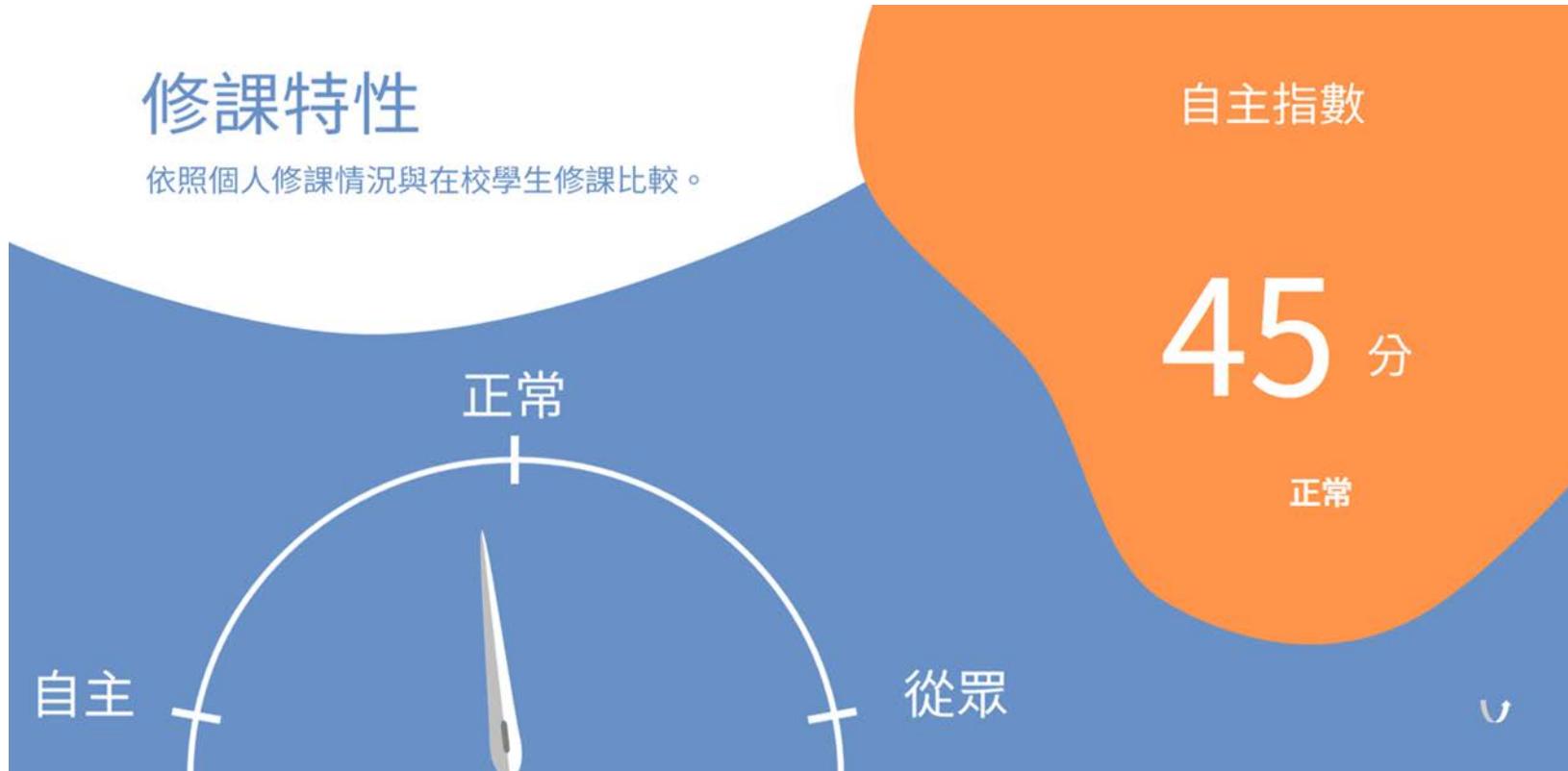
推薦方法

- **基於內容的推薦方法 (Content-Based)**：推薦C給丙用戶，因為C的特徵向量與A相像，因此預期在A高分的丙用戶在C也會高分。
- **基於用戶的協同方法 (User-Based Collaborative Filtering)**：推薦A給甲用戶，因為甲用戶與丙用戶的行為相似，又丙用戶在A高分，預期甲用戶也會在A高分。
- **基於物品的協同方法 (Item-Based Collaborative Filtering)**：推薦E給戊用戶，因為E與B的得分相似，又戊用戶在B高分，預期戊用戶也會在E高分。

Figure 2. Flowchart of the proposed genetic algorithm



課程推薦系統網站-自主指數



課程推薦系統網站

---利用推薦方法排序並推薦適合的課程



| 適合度 | 適合學期 | 永久課號 | 課程名稱 | 開課教師 |
|------|------|---------|-------------|------|
| 3.53 | 二年級下 | ECM9035 | 智慧型手機應用程式設計 | 高榮鴻 |
| 3.50 | 二年級下 | IIE5021 | 生醫統計學 | 陳穎康 |
| 3.48 | 二年級下 | UEE3707 | 智慧機器人實驗 | 宋開泰 |
| 3.46 | 二年級下 | UEE3304 | 作業系統 | 田伯隆 |
| 3.40 | 二年級下 | ECM5706 | 射頻積體電路實驗 | 孟慶宗 |
| 3.39 | 二年級下 | ICN5627 | 智慧型資料分析 | 周志成 |
| 3.39 | 二年級下 | ICN5504 | 電力系統 | 鄒應嶸 |
| 3.39 | 二年級下 | ECM9043 | 高等通訊系統模擬與實驗 | 吳文榕 |
| 3.37 | 二年級下 | IIE5046 | 生醫設計與實作 | 陳冠宇 |
| 3.37 | 二年級下 | ICN6514 | 最佳化理論 | 鄧清政 |

上一頁 3 下一頁 試試看熱門度推薦?

Line小書僮





實驗流程

- 分別找出PHCRS (包括:Item based filtering, User based filtering, and Content based filtering)最佳化的各項指標權重。
- 利用RMSE及NDCG評估推薦系統的準確性。
- 系統開發過程皆使用Python軟體進行各種推薦模型(criteria)、基因演算法及系統評估的運算。
- 資料來源為NYCU 12個學系，2015-2020學年度大學部學生的修課紀錄。
- 系統開發以學系為單位進行實驗，2015-2018及2020學年度的修課資料作為推薦系統的訓練資料，2019學年度的修課紀錄作為測試資料。

基因演算法參數

Table 2. Configuration of the genetic algorithm parameters

| Parameter | Value |
|---|------------------|
| Number of generations | 100 |
| Population size | 209-1258 |
| Crossover probability | 0.9 |
| Initial value for incest prevention threshold | 4 |
| Allowed range for weight genes | [0, 50] |
| Allowed range for neighborhood gene | [1, 50] |
| Allowed range for metric genes | [0, 4] or [0, 1] |

指標權重及系統評估

Table 3 Criteria weights, similarity measures chosen by genetic algorithm, and RS evaluation.

| College/Department | Content-based filtering | | | | Hybrid recommendation | | | Evaluation | |
|--|-------------------------|-----------------|--------|-----------|-----------------------|----------------------|-------------------------|------------|------|
| | Course objectives | Knowledge areas | Skills | Professor | Item-based filtering | User-based filtering | Content-based filtering | RMSE | NDCG |
| College of Electrical and Computer Engineering | | | | | | | | | |
| 1. Department of Electrical and Computer Engineering | .63% | 13.84% | 32.08% | 53.46% | 97.47% | 1.27% | 1.27% | .61 | .93 |
| 2. Department of Photonics | .49% | 31.53% | 37.93% | 30.05% | 96.77% | 1.08% | 2.15% | .37 | .94 |
| College of Computer Science | | | | | | | | | |
| 3. Department of Computer Science | 17.62% | 31.09% | 19.69% | 31.61% | 96.15% | 2.56% | 1.28% | .90 | .90 |
| College of Engineering | | | | | | | | | |
| 4. Department of Civil Engineering | .41% | 38.53% | 25.00% | 36.07% | 95.89% | 2.74% | 1.37% | .80 | .93 |
| 5. Department of Mechanical Engineering | 78.72% | 6.38% | 7.45% | 7.45% | 95.83% | 3.13% | 1.04% | .58 | .95 |
| 6. Department of Materials Science and Engineering | .34% | 33.22% | 33.90% | 32.54% | 94.12% | 4.90% | .98% | .56 | .96 |
| College of Management | | | | | | | | | |
| 7. Department of Management Science | 49.37% | 32.28% | .63% | 17.72% | 98.04% | .98% | .98% | .42 | .96 |
| 8. Department of Transportation & Logistics Management | 10.86% | 21.14% | 14.29% | 53.71% | 95.75% | 2.13% | 2.13% | .59 | .95 |
| 9. Department of Industrial Engineering and Management | 69.36% | 1.61% | 8.07% | 20.97% | 93.75% | 5.21% | 1.04% | .54 | .93 |
| 10. Department of Information Management and Finance | .39% | 28.52% | 38.67% | 32.42% | 96.12% | .97% | 2.91% | .39 | .97 |
| College of Hakka studies | | | | | | | | | |
| 11. Department of Humanities and Social Sciences | 70.27% | 8.11% | 5.41% | 16.22% | 97.00% | 1.00% | 2.00% | .47 | .95 |
| 12. Department of Communication and Technology | 29.31% | 22.66% | 29.31% | 18.73% | 97.67% | 1.16% | 1.16% | .75 | .96 |



使用者調查

- **樣本**: 電機系、資工系共61位大學部學生。
- **研究流程**: 學生登入推薦系統後，瀏覽課程清單。學生被要求評估對每門課程是否感興趣，以及原因。最後請學生給予系統設計回饋。
- **調查工具**：興趣量表、選課內外在動機量表。

資料分析-有無興趣

Table 4. A difference analysis between the students' degree of interest in the courses recommended in the course recommendation order

| Recommendation Courses | n | Interest | | No interest | | χ^2 | p |
|------------------------|----|-----------|------------|-------------|------------|----------|------|
| | | Frequency | Percentage | Frequency | Percentage | | |
| First course | 61 | 51 | 83.60% | 10 | 16.40% | 10.38 | .03* |
| Second course | 61 | 46 | 75.40% | 15 | 24.60% | | |
| Third course | 61 | 43 | 70.50% | 18 | 29.50% | | |
| Fourth course | 48 | 30 | 62.50% | 18 | 37.50% | | |
| Fifth course | 46 | 27 | 58.70% | 19 | 41.30% | | |

Note. * $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$.

資料分析-內外在動機

Table 5. A difference analysis of the students' motivation of course-taking in hybrid recommendation method

| Recommendation Courses | n | Autonomous motivation | | Extrinsic informational motivation | | p |
|------------------------|----|-----------------------|--------|------------------------------------|--------|--------|
| | | M | SD | M | SD | |
| First course | 51 | 92.16% | 27.15% | 43.14% | 50.02% | .00*** |
| Second course | 46 | 89.13% | 31.47% | 41.30% | 49.78% | .00*** |
| Third course | 43 | 97.67% | 15.25% | 44.19% | 50.25% | .00*** |
| Fourth course | 30 | 96.67% | 18.26% | 40.00% | 49.83% | .00*** |
| Fifth course | 27 | 100.00% | 0.00% | 29.63% | 46.53% | .00*** |

Note. *p < .05; **p < .01; ***p < .001.

資料分析-成績

Table 6. A difference analysis between the students' degree of academic performance in the courses recommended among following and not following the recommendation list

| Recommendation Courses | <i>n</i> | Recommendation and true course selection list overlap proportion | Academic performance | | | | <i>p</i> |
|-----------------------------|----------|--|----------------------|-------|----------|-----------|----------|
| | | | Min % | Max % | <i>M</i> | <i>SD</i> | |
| Given 5 recommended courses | 61 | 20% 100% | 85.90 | 7.37 | 84.98 | 5.06 | .45 |



結論與貢獻

- 證明本研究開發的課程推薦系統，可以在考慮人為因素情況下，為不同學系學生推薦適合的課程清單。
- 過去的推薦系統皆鎖定特定對象，並額外蒐集資料進行研究。本研究的課程推薦系統直接採用學校的校務資料進行系統開發，優勢為可獲得多元化的學生學習資料，再透過AI技術運算出學生的潛能及弱點，推薦適合學生學習的課程供學生參考。

- 未來系統可直接綁定校園入口網供每位學生使用，推薦系統後端資料庫能記錄每位學生的使用狀況，也能透過校務資料倉儲串接學生所有的學習資料，追蹤每位學生不同階段的學習需求。
- 未來我們可透過這些學習追蹤資料調整及擴充推薦系統功能(e.g., 跨域學習推薦, 即時學習回饋)，讓系統的推薦結果更符合學生每個學習階段的學習需求。



國立陽明交通大學校務大數據研究中心

張總磁 助理研究員

simple@nycu.edu.tw

謝謝聆聽

— THANKS <