

封面 Cover Page

教育部教學實踐研究計畫成果報告

Project Report for MOE Teaching Practice Research Program

計畫編號/Project Number：PEE1121434

學門專案分類/Division：工程學門

計畫年度：☒112學年度一年期 ☐111學年度多年期

執行期間/Funding Period：2023.08.01 – 2024.07.31

從固體到流體，透過經驗學習理論提昇學生抽象概念具體化之學習成效

**From Solid to Fluid, Improving Students' Learning Effectiveness in
Concretizing Abstract Concepts through Experimental Theory**

流體力學/Fluid Mechanics

計畫主持人(Principal Investigator)：李基毓

協同主持人(Co-Principal Investigator)：

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：國立臺灣海洋大學/海洋工程科技學
士學位學程

成果報告公開日期：☐立即公開 ☒延後公開

繳交報告日期(Report Submission Date)：2024年9月20日

從固體到流體，透過經驗學習理論提昇學生抽象概念具體化之學習成效

From Solid to Fluid, Improving Students' Learning Effectiveness in Concretizing Abstract Concepts through Experimental Theory

一、本文 (Content)

1.1. 研究動機與目的 (Research Motive and Purpose)

流體力學是一門重要的工程學科，它研究與討論流體現象以及相關運動及力學行為的科學，可視為一門力學基礎學科。流體力學的知識廣泛應用於各種工業領域，如水利工程、機械工程、海洋工程、環境工程、港灣工程等。此外，流體力學同時也是國內國家技師及相關公務人員考試必考科目之一，此科目對於國家未來工程相關人材培育具有相當的重要性。就以本科系為例，與流體力學相關的實務例子就包含海岸防波堤安全性、海中基樁結構物受力行為、碼頭穩定性等，這些都與大家的生命財產有著不可分割的關聯性。

但流體力學內容對於剛從高中升上大學沒多久的學生而言，往往過於複雜且抽象。依據過去教學現場的觀察，學生的反應往往是老師教得很認真，但實際遇到題目的時候不知道如何下手，對於物理現象也難以掌握。過去的教學經驗往往為配合國家考試的需求，嘗試給予大量練習，希望藉由大量習作的練習來訓練學生對問題的熟悉度以及慢慢建構對於流體力學的理解。但經幾年的觀察結果，發現此方式對於積極主動學習的學生有具體幫助，但也因此容易忽略掉班上其他多數的學生。這樣的結果不禁讓計畫申請人重新審視教授這門課最重要的核心——培養學習興趣以及建立基本物理觀念。

依據過去教學現場的觀察、與學生的反應以及自己的反思，學生在流體力學這門課會覺得抽象不易理解，主要原因可能可歸納為：

1. 之前沒有相關學習經驗。
2. 生活中沒有太多流體力學相關感受。
3. 流體不像固體可以「具體」掌握。

因此，如何提升學生對流體力學內的抽象概念具體化的學習成效並同時兼顧學生學習興趣，為本教學實踐研究計畫之主要動機。

如上所述，計畫申請人在教學現場上觀察到學生學習流體力學這門課所遇到的困境在於傳統教學方式無法提供學生足夠的想像空間去連結流體力學的抽象性，進一步失去對未來相關領域科目探索與學習的動機。本計畫將嘗試以 Kolb 的經驗學習理論 (Experiential Learning Theory) (Kolb 1983) 以及佐藤學的協同學習 (Collaborative Learning) 概念 (佐藤學 2018) 為課程設計理論基礎，透過教具的重新設計讓學生體驗與同儕間的相互協同學習，以期刺激學生的感受並同時改善上述教學現場上觀察到學生學習問題。

流體力學這門課在課程規劃上有許多單元，本計畫擬以流體靜力學部分為主題討論，其主要原因在於流體靜力學為學生接觸流體力學的第一個門檻，且根據之前教學現象觀察，在思考垂直平面作用力的部分即有多數同學呈現放空狀態。因此，本計畫擬流體靜力學課本裡面的例題為例以壓克力材料重新規劃實驗教具，以顆粒材質取代流體並連接壓力感應器直接讀取壓力數值。該教具與傳統實驗室器具相比維護成本以及尺寸都較小學生不用有擔心弄壞器具的壓力；利用顆粒材質來代替流體粒子 (Fluid Particles) 以期減少學生對未知流體特性的排斥；直接的壓力數值讓學生直接感受不同情境下的變化。其

目的不是要取代傳統流體力學實驗的課程，而是提供一個入門流體力學的可能性。此外，同時利用鼓勵學生團隊合作與討論，透過不同情境下的操作，重新反思課本裡面的內容，嘗試體驗其背後的物理觀念。

1.2. 研究問題 (Research Question)

本研究計畫之目標嘗試同時利用經驗學習理論以及協同學習概念來：

1. 提升學生對流體力學內的抽象概念具體化，建立對流體力學具體且正確之物理觀念，並對於流體力學相關物理現象及問題具有合理解釋及分析能力。
2. 培養學習興趣並對相關問題能具有一定好奇心。

1.3. 文獻探討 (Literature Review)

a. 經驗學習理論

經驗學習理論(Experiential Learning Theory)強調在實際經驗中學習的重要性，其最早可追溯到二十世紀初美國教育家 John Dewey 所提出之「從動手中學習」(Learning by Doing)主張(Dewey 1997a, 1997b)，他曾在他的著作(Dewey 1966)中提到：

“Give the pupils something to do, not something to learn; and the doing is of such a nature as to demand thinking; learning naturally results.”

有別於傳統認知式學習 (Cognitive Learning)，Dewey 認為教學必需要從兒童的經驗出發，避免過多的干預，重視其學習主動性，同時也強調「有事可做」(Something to Do)比「有事可學」(Something to Learn)更為重要(吳木崑, 2009)。Dewey (1997a)的經驗學習理論中指出，學生在學習過程中，透過省思(Reflective Thinking)的歷程，將原初未經反省的經驗 (Primary, Unreflective Experience) 轉化為更深一層的反省的經驗 (Secondary, Reflective Experience)。

在前述 Dewey 的理論基礎上，Kolb and Wolfe (1981)更提出了經驗學習圈理論，在學習過程中牽涉到具體經驗 (Concrete Experience)、省思觀察 (Reflective Observation)、抽象概念化 (Abstract Conceptualization)及主動實驗 (Active Experimentation)等四個循環階段 (圖 1)。學生在學習的過程中可能會依不同社會環境、教育經驗、個人特質等，會有不同的學習偏好(Learning Styles)而由不同的階段切入，但要能達到所謂的有效學習，學生必需完成依序完成這四個循環階段，並認為整個學習過程可視為一個透過反覆(iterative)的反思與論證，將經驗轉化而獲取知識的過程(Kolb 1983)，國內也有許多相關文獻應用此一經驗學習理論於不同教學領域，並獲得不錯的成果(吳玉鈴, 2000; 張玉山、張雅富、陳冠吟, 2016; 朱耀明, 2011; 李錦虹、邱浩彰、林明德, 2017; 林麗美, 2021; 王全興, 2006; 許曉霈、蕭人慈、葉宸好、黃久美, 2019)。經驗學習圈理論四個循環階段簡述如下(趙偉順、張玉山, 2011)：

1. 具體經驗：透過個人以感受方式習得新的經驗或對於過去經驗具有新的體悟。
2. 省思觀察：強調透過看與聽等感官來觀察觀察周遭環境、事物的變化，並以不同角度思考，尋求事情真正的意義。
3. 抽象概念化：透過經驗素材，強調以思考方式進行邏輯分析與概念學習，最後建構成為可靠的知識過程。
4. 主動實驗：將已建構之知識透過實際操作方式來驗證是否事實可行。

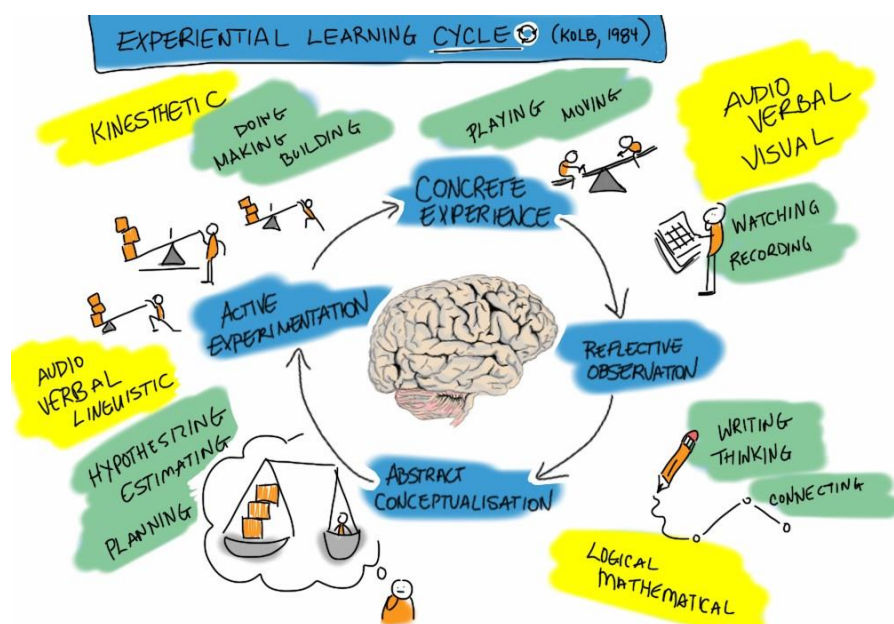


圖 1 庫伯經驗學習圈理論 (Kolb's Experiential Learning Cycle Theory) [資料來源：Artwork by G. Forsythe (Forsythe 2018)]

b. 協同學習

協同學習 (Collaborative Learning)概念(佐藤學, 2018)由日本東京大學榮譽教授佐藤學於80年代日本填鴨教育以及成績至上風氣盛行教育背景下, 參考 Vygotsky 之近側發展區間 (Zone of Proximal Development, ZPD)理論 (Kozulin, 2003; Obukhova and Korepanova, 2009; Zaretskii, 2009)以及 Dewey 溝通理論(Crick, 2004; Dewey, 1927, 1966; Johnstone, 1983)為基礎所提出, 並以「學習共同體」(Learning Community)作為目標的教育方式, 並自2000年起開始在亞洲地區開枝散葉(黃政傑, 2013), 其中在國內也有許多相關實務教學研究成果(巫淑華, 2019; 朱春林, 2019; 邱怡芳、鐘珮瑄, 2017; 顏雪卿、張媛甯, 2020)。

與合作學習 (Cooperative Learning)強調使用獎懲系統、激發小組間競爭與高度任務導向的競爭型教育不同, 在協同學習的理念下, 學校不僅是一個提供學生相互學習的地方, 同時也是教師彼此交流、成長的場所, 老師也是教育共同體的一部分; 教育的本質應為共生型教育, 重視個人的學習, 透過彼此的聆聽與對話, 深化思考產生有意義的學習, 而非僅是成績上的提升。在協同學習概念裡提及包含公共性哲學、民主主義哲學及追求卓越哲學等許多理想目標, 但在實務教學步驟上, 其順序分別為(余肇傑, 2014):

1. Hop 階段: 目的在於利用複習舊經驗與概念來喚起學生學習動機。
2. Step 階段: 呈現課本教材及進行協同學習。
3. Jump 階段: 教師應該安排比教科書更難一點的內容, 使所有孩子在課程中透過「協同學習」, 得以有「伸展跳躍」與追求卓越的機會。

1.4. 教學設計與規劃 (Teaching Planning)

在教學設計方面, 本計畫擬嘗試營造一個開放且友善學習環境, 學生在學習相關單元過程中可以透過實際體驗以及彼此共同討論; 如前所述, 本計畫嘗試同時利用經驗學習理論以及協同學習概念來達成。依過去經驗觀察, 學生在學習流體力學過程中第一個關卡即為流體合力位置的計算分析部分, 尤其是當作用面與水平呈現一個角度的時候, 如圖 2所示。該部分屬於流體靜力學的範疇, 過去許多學生在遇到這樣問題的時候, 往往一直糾結於課本的計算過程。學生在面對這樣問題的時候, 往往僅是把這類問題當作

題庫在啃，而沒有精神去體驗其物理特性。

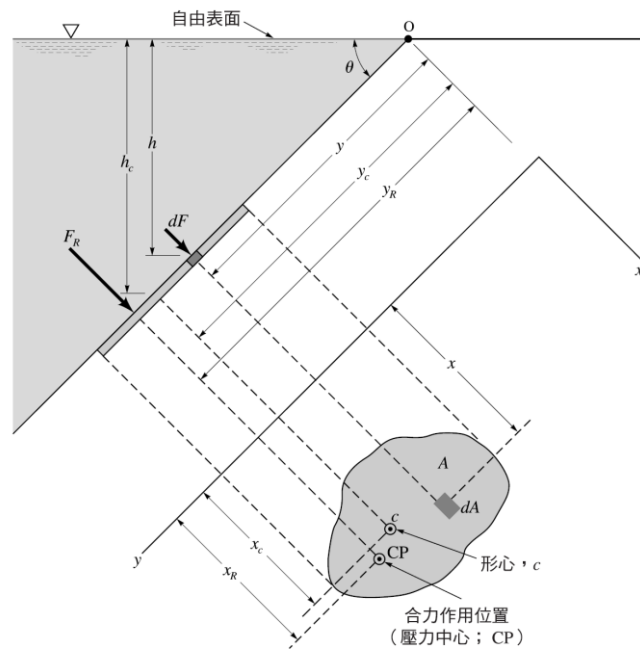


圖 2 流體靜力學合力作用位置分析 [來源：Introduction to Fluid Mechanics (Young et al. 2011)]

相較於傳統上的大型實驗儀器，本計畫擬嘗試重新回歸到課本裡面的練習題(如圖 2 所示)為基礎，以壓克力材質重新製作一相對小型之實驗儀器，並於量測接觸面連結壓力感測儀器，直接反應壓力讀數(如圖 3 所示)。此外，並利用顆粒材質來取代流體的使用。新教具的製作其目的並不是用於取代傳統流體力學實驗課程，與傳統流體力學實驗相關，新教具由於利用顆粒材質取代流體，其精度表現會稍不足，但由於其數字反應直接，尺寸較小，材料簡單，可以直接於課堂使用，作為輔助教學用。



圖 3 小型壓克力教具實做

教學課程內容規劃表如下表 1 所示。「流體力學」課程採用 Young 等人所著的 Introduction to Fluid Mechanics 為本課程之授課教材(Young et al. 2011)，16+2週授課時間內，將會利用教授流體靜力學時間進行實際操作與分組討論。教學空間原則上為系上具有數位多功能 E 化講桌之教室空間。

表 1 課程內容規劃表

週次	課程內容	週次	課程內容
W1	流體力學概述	W10	基礎流體動力學
W2	流體力學概述	W11	基礎流體動力學
W3	流體靜力學	W12	基礎流體流動微分解析
W4	流體靜力學	W13	基礎流體流動微分解析
W5	流體靜力學	W14	基礎流體流動微分解析
W6	流體靜力學	W15	相似性與因次分析
W7	流體靜力學	W16	期末考
W8	期中考	W17	流體流動微分解析補充
W9	基礎流體動力學	W18	流體流動微分解析補充

1.5. 研究設計與執行方法 (Research Methodology)

本教學實踐研究計畫之研究架構示意圖如圖 4 所示，其透過經驗學習理論以及協同學習概念等策略方法應用於教學現場，並配合教學前、後之相關問卷調查，包含學習動機量表 (陳麗月 2016) 以及學習策略量表 (洪寶蓮, 1992)，再針對問卷結果對相關學習動機以及策略方式進行後續相關分析與討論。

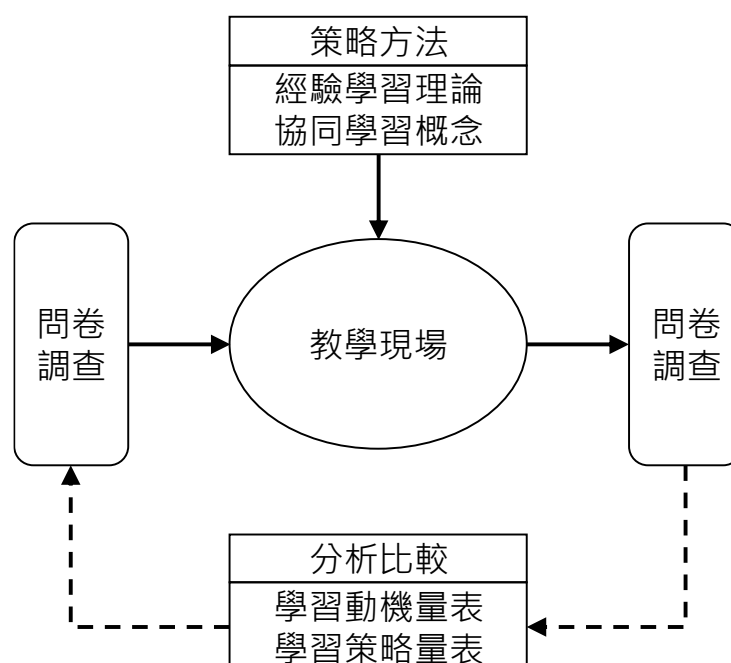


圖 4 研究架構示意圖

1.6. 教學暨研究成果 (Teaching and Research Outcomes)

1.6.1. 教學過程與成果

本計畫分別於教學前、後針對學習動機量以及學習策略統計結果分別如圖 5 及圖 6 所示，其教學前後之差異性並不大，但在學習動機(如圖 5 所示)中之內在動機有比較明顯之提升；而在學習策略上(如圖 6 所示)，大部分細項都略有提升。

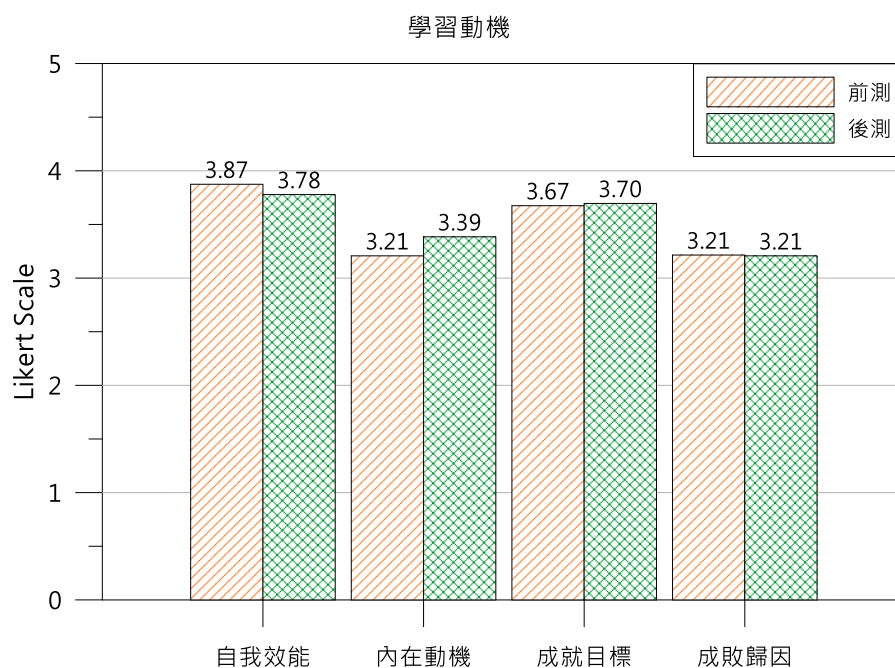


圖 5 學習動機前後測分析結果

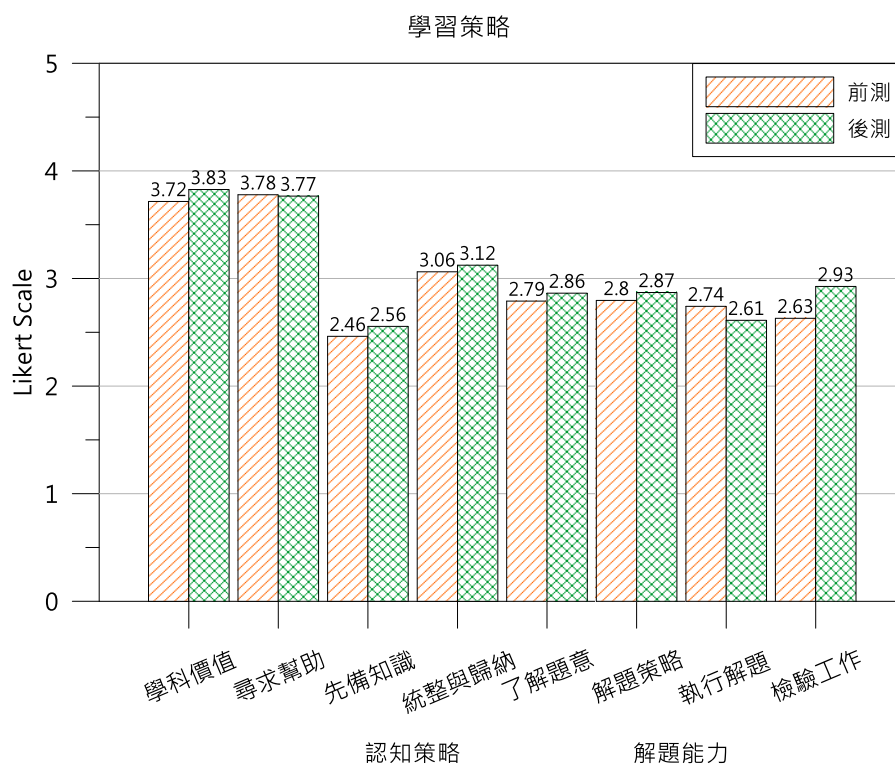


圖 6 學習策略前後測分析結果

1.6.2. 教師教學反思

流體力學與其他傳統牛頓力學相比，本身就是一門相對抽象的課。而修課學生成員主要為大一生，修習這門課的主要因素還是因為其為必修學分，這點其實由學生問卷回饋也可以看得出來。雖然每屆學生的反應皆不相同，但以本屆的教學現場觀察，可以明顯觀察到學生與前幾屆相比較沒有互動，其可能原因就像回饋單所反應不敢在課堂提問有關。但私認為，縱使課程較抽象，但如何有效引起學生學習興趣與熱情，進而培養對問題的好奇心與長期學習的態度應該才是教學本質。

1.6.3. 學生學習回饋

透過問卷調查，學生學習回饋結果分別如圖 7至圖 10所示。

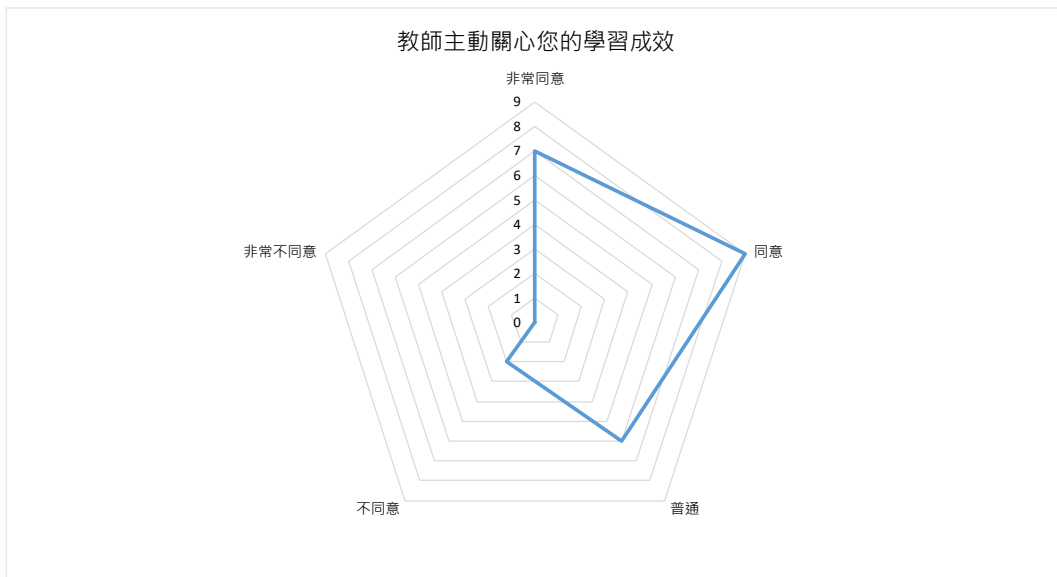


圖 7 教師主動關心您的學習成效

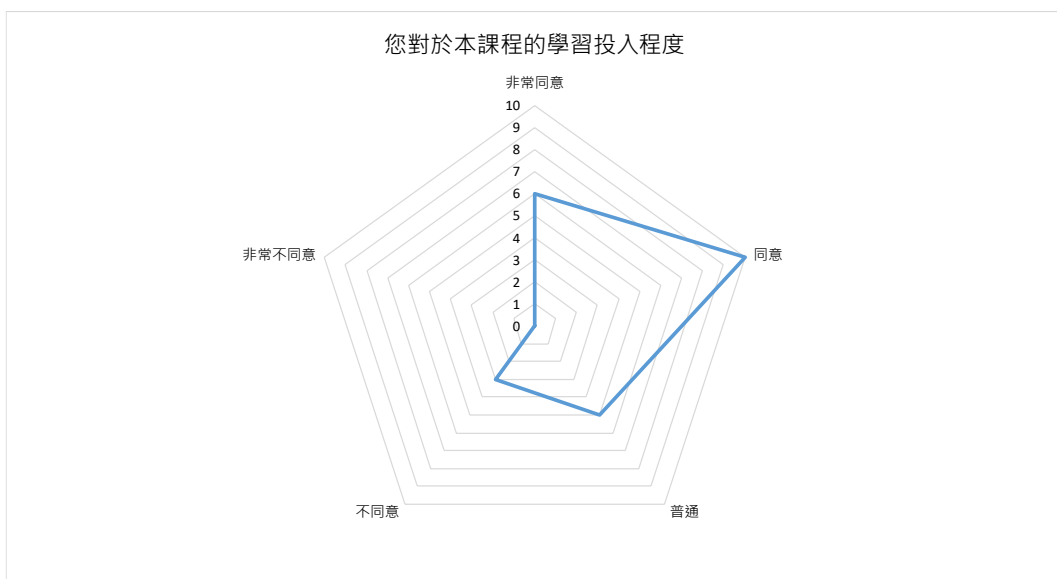


圖 8 您對於本課程的學習投入程度

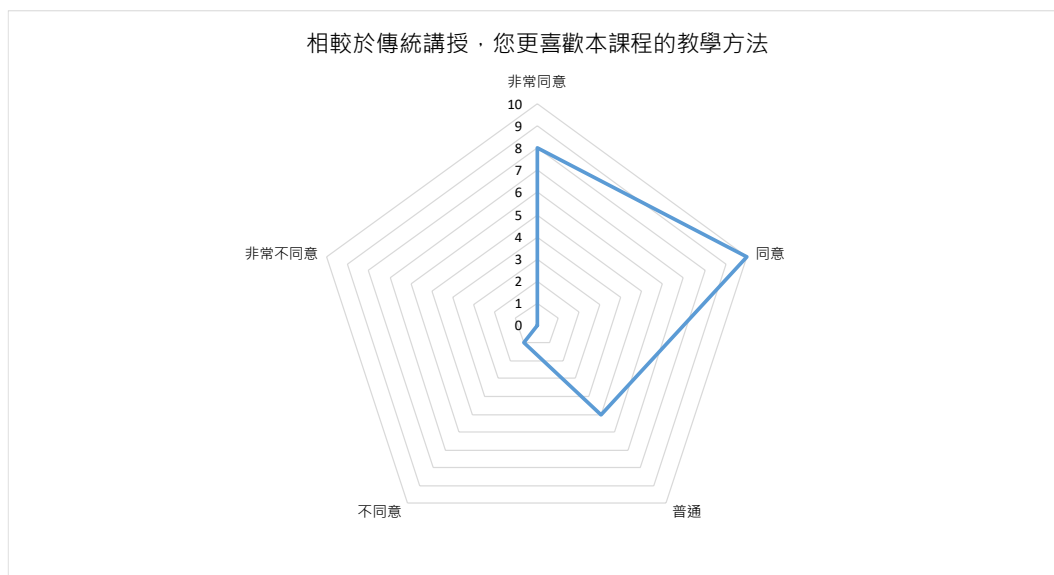


圖 9 相較於傳統講授，您更喜歡本課程的教學方法

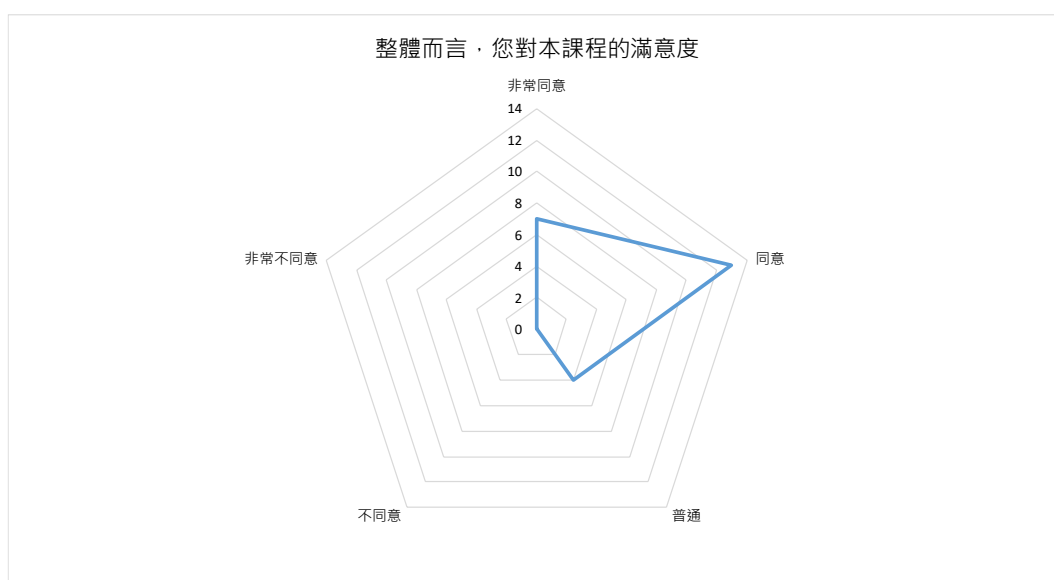


圖 10 整體而言，您對本課程的滿意度

1.7. 建議與省思 (Recommendations and Reflections)

就教學目標來說，理想上仍希望學生能夠具有對事情保持好奇的心態，也認為對事物的好奇心是主動學習的基礎。但在去年教學實務的經驗上，不知道是因為這屆學生的特性，還是因為一般工學院學生的特質，在教學互動性上比較吃力，學生在課堂上反應也比較平淡，拋出去的梗也回不來，也因此一些物理觀念似乎比較難有效傳達。如何在不太強迫學生情況下，鼓勵學生積極參與為值得思考的議題。

二、參考文獻 (References)

- [1] Crick, Nathan. 2004. "John Dewey's Aesthetics of Communication." *Southern Communication Journal* 69(4):303–19. doi: 10.1080/10417940409373302.
- [2] Dewey, John. 1927. *The Public and Its Problems*. Swallow Press.
- [3] Dewey, John. 1966. *Democracy and Education: An Introduction to the Philosophy of Education*. New York: The Free Press.
- [4] Dewey, John. 1997a. *Experience And Education*. Reprint edition. New York London Toronto Sydney New Delhi: Free Press.
- [5] Dewey, John. 1997b. *How We Think*. Revised ed. edition. Mineola, N.Y: Dover Publications.
- [6] Forsythe, Giulia. 2018. *Kolb's Experiential Learning CYCLE*.
- [7] Johnstone, Christopher Lyle. 1983. "Dewey, Ethics, and Rhetoric: Toward a Contemporary Conception of Practical Wisdom." *Philosophy and Rhetoric* 16(3):185–207.
- [8] Kolb, David A. 1983. *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*. 2nd ed. edition. Englewood Cliffs, N.J: Prentice Hall.
- [9] Kolb, David A., and Donald M. Wolfe. 1981. *Professional Education and Career Development: A Cross Sectional Study of Adaptive Competencies in Experiential Learning. Lifelong Learning and Adult Development Project. Final Report*.
- [10] Kozulin, Alex, ed. 2003. *Vygotsky's Educational Theory in Cultural Context*. UK ; New York: Cambridge University Press.
- [11] Obukhova, L. F., and I. A. Korepanova. 2009. "The Zone of Proximal Development." *Journal of Russian & East European Psychology* 47(6):25–47. doi: 10.2753/RPO1061-0405470602.
- [12] Young, Donald F., Bruce R. Munson, Theodore H. Okiishi, and Wade W. Huebsch. 2011. *Introduction to Fluid Mechanics*. 5th Edition SI Version. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- [13] Zaretskii, V. K. 2009. "The Zone of Proximal Development." *Journal of Russian & East European Psychology* 47(6):70–93. doi: 10.2753/RPO1061-0405470604.
- [14] 佐藤學. 2018. "從世界的課堂改革思考臺灣的改革現狀—以學習共同體為中心." *教科書研究* 11(2):91–107. doi: 10.6481/JTR.201808_11(2).04.
- [15] 余肇傑. 2014. "淺談佐藤學「學習共同體」." *臺灣教育評論月刊* 3(5):122–25.
- [16] 吳木崑. 2009. "杜威經驗哲學對課程與教學之啟示." *臺北市立教育大學學報* 40(1):35–54.
- [17] 吳玉鈴. 2000. "婦女教育與經驗學習的運用." (95):29–33.
- [18] 巫淑華. 2019. "從課堂的「學習共同體」教學實境檢視學生的學習動機——以某高中的一堂選修課程為例." (8):29–77.
- [19] 張玉山, 張雅富, and 陳冠吟. 2016. "Kolb 經驗學習理論於國中機器人活動之教學應用." *科技與人力教育季刊* 2(4):1–16. doi: 10.6587/JTHRE.2016.2(4).1.

- [20] 朱春林. 2019. “跨域協同教學與設計思考之行動研究：以高等教育課程為例.” (8):23–48.
- [21] 朱耀明. 2011. “「動手做」的學習意涵分析－杜威的經驗學習觀點.” 生活科技教育 44(2):32–43. doi: 10.6232/LTE.2011.44(2).4.
- [22] 李錦虹, 邱浩彰, and 林明德. 2017. “以體驗學習進行醫病溝通訓練的成效與現象分析.” 台灣醫學 21(1):1–10. doi: 10.6320/FJM.2017.21(1).1.
- [23] 林麗美. 2021. “體驗教學在中醫護理課程的應用.” 長庚科技學刊 (35):85–99. doi: 10.6192/CGUST.202112_(35).8.
- [24] 洪寶蓮. 1992. “大學生學習與讀書策略量表之修訂及調查研究.” 文藻學報 (6):173–209. doi: 10.7085/WJ.199203.0173.
- [25] 王全興. 2006. “體驗學習的理念及其在教育情境的應用.” 台灣教育 (640):32–36. doi: 10.6395/TER.200608.0032.
- [26] 許曉霽, 蕭人慈, 葉宸妤, and 黃久美. 2019. “應用經驗學習理論於護生模擬體驗課程之成效.” 榮總護理 36(4):425–32. doi: 10.6142/VGHN.201912_36(4).0011.
- [27] 趙偉順 and 張玉山. 2011. “經驗學習理論在生活科技課程的教學應用－以「扭轉乾坤」曲柄玩具單元為例.” 中學工藝教育 44(6):1–21. doi: 10.6232/LTE.2011.44.
- [28] 邱怡芳 and 鐘珮瑄. 2017. “學習共同體教學法應用在國中歷史學習之成效.” 國教新知 64(1):21–33. doi: 10.6701/TEEJ.201703_64(1).0002.
- [29] 陳麗月. 2016. “多元入學管道之大學生學習動機差異之探討.” M.Sc., 靜宜大學.
- [30] 顏雪卿 and 張媛甯. 2020. “學習共同體運用於國中地理科學習成效之研究.” 學校行政 (129):141–65. doi: 10.6423/HHHC.202009_(129).0008.
- [31] 黃政傑. 2013. “「學習共同體」風起雲湧.” (552):0–4.