

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： PEE1123023
學門專案分類/Division： 工程學門
執行期間/Funding Period： 2023.08.01 – 2024.07.31

PBL 主題式學習方法應用於機構學學習成效及課程參與度之探討

112-2 機構學 (10D31M01)

112-2 機構學 (10D31M05)

112-2 機構學 (10D31M06)

計畫主持人(Principal Investigator)：林育昇 助理教授

協同主持人(Co-Principal Investigator)：林育宣 副教授

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：南臺科技大學/機械系

成果報告公開日期：

☒立即公開 ☐延後公開(統一於 2024 年 9 月 30 日公開)

繳交報告日期(Report Submission Date)：2024/09/8

本文與附件 Content & Appendix

PBL 主題式學習方法應用於機構學學習成效及課程參與度之探討

一. 摘要 Abstract	2
二. 本文 Content (3-15 頁)	
1. 研究動機與目的 Research Motive and Purpose	3
2. 文獻探討 Literature Review	3
3. 研究問題 Research Question	4
4. 研究設計與方法 Research Methodology	5
5. 教學暨研究成果 Teaching and Research Outcomes	12
(1) 教學過程與成果	
(2) 教師教學反思	
(3) 學生學習回饋	
6. 建議與省思 Recommendations and Reflections	13
7. 成果表	13
三. 參考文獻 References	14
四. 附件 Appendix (請勿超過 10 頁)	15

摘要

本計畫採用主題式學習方式「PBL (project-based learning)」讓同學們能親身體驗機構學的應用，面對實作問題和思索解決的流程，鼓勵學生們更加參與到專業課程內，把機構學所談論到的機械原理、機構運動、模擬方法、機械元件等拿到問題中去討論，並且藉由業界參訪的主題，讓同學們更快明白專業能力的定位，減少學用落差的徬徨感；在 112 學年度的三門機構學課程中，安排三個班級進行相同的教學大綱，專業內容講授 9 週，2 週的成績評量，1 週的自學活動、1 週的企業參訪、及 4~5 週的 PBL 課程。本年度的 PBL 問題從去實地參訪南台灣在地扣件產業的工廠製程，去思索自動化提升品管流程內瑕疵檢測人力需求的問題，研究採用問卷調查方法，藉由詢問同學們儘管對於課程投入及參與度、對於專業知識的認知能力，來探討主題式互動學習是否能提升科大學生的學習成效；從甫發表的研究結果發現，學生的自我學習態度與其對於課程內容的滿意度和應用態度有顯著影響，通過他們回答的參與態度、課程融入和課程活動的責任心進行評量。本研究提供了實證證據，支持著 PBL 確實激勵科大學生積極參與學習過程，提升其課程參與度及動機。本計畫呼應聯合國 17 項永續發展目標(SDGs)的第四項及第九項內涵，預期可刺激同學們發想並且思考在地扣件產業的需求願景。

關鍵字: 主題式學習方式、機構學、學習動機、自我學習態度

Abstract

This project adopts Project-Based Learning (PBL) to enable students to experience firsthand the application of mechanisms in engineering. By confronting practical problems and engaging in the process of problem-solving, students are encouraged to actively participate in specialized courses. They discuss mechanical principles, mechanism dynamics, simulation methods, mechanical components, etc., in relation to real-world issues. Through industry visits, students gain a clearer understanding of professional competencies, thereby reducing the gap between theoretical learning and practical application. In the academic year 112, three classes followed the same curriculum for the Mechanics course, which included 9 weeks of professional content delivery, 2 weeks of assessment, 1 week of self-study activities, 1 week of industry visits, and 4-5 weeks of PBL courses.

This year's PBL problem focused on the factory processes of local fastener industries in southern Taiwan, specifically addressing the automation of quality control processes and the associated need for human resources in defect detection. The study employed a survey method to investigate whether theme-based interactive learning enhances learning outcomes for university students. Recent findings indicate that students' self-regulated learning attitudes significantly influence their satisfaction and application attitudes towards course content, as assessed by their participation, integration into the curriculum, and responsibility in course activities. This research provides empirical evidence supporting the notion that PBL effectively motivates university students to engage actively in learning processes, thereby enhancing their participation and motivation in coursework.

This project aligns with the fourth and ninth Sustainable Development Goals (SDGs) of the United Nations, aiming to stimulate students to envision and contemplate the needs and future of the local fastener industry.

Keywords: **project-based learning, mechanism, learning motivation, self-regulated learning**

本文

1. 研究動機與目的

為因應瞬息萬變的教學環境，本研究計畫從課堂中所發掘的問題，進而提出改進和分析的方法，過去，主持人汲取從 EML/EMI 教育的經驗，嘗試使用 TBL 方式鼓勵同學開口討論、模仿、互動，以及設計課程活動誘導同學們思考，搭配小白板、筆、圖等教具來帶領同學們認識機構學的基礎內容。然而，互動式教學方法常的挑戰是同學不參與的態度，究竟是一般講授法較難以得到同學的共鳴，還是同學對於學習的意願本身就不高？

互動式教學方法希望藉由加深同學的學習印象，讓身體來記憶實際參與的過程和自身作品，本計畫在機械系大學部二年級必修課程機構學，使用 PBL 來讓同學親自經歷機構設計的流程；然而，教學現場的冷漠情況很容易造成不參與的同學搭便車的情形，本研究一方面探討以 PBL 的方式，對於學習成效是否提升，另一方面，藉由自評方式進行交叉比對，探究究竟同學是因為一般講授的原因不參與互動課程，還是主動放棄學習的情況。。歸納本計畫所探究的研究問題：

1. 設計主題式學習方法對於機構學的學習成效如何？
2. 同學們對於主題式學習方法的學習態度與意願？
3. 比較往年，主題的影響？

2. 文獻探討

過去文獻指出，透過「主題式學習」的教學方式，動手參與能幫助學生記憶和了解課程技術的應用，對於主題式學習的授課條件內，English and Kitsantas 提出自主學習的特質很重要，因此很需要鼓勵和提高他們的動機，設定具體可完成的任務目標讓學生負責任地完成 [1]。過去在基本教育，直述性的教學方式往往讓學生專心聽課做筆記的情境，缺乏動手且自主思考的機會，而主題式學習過程中的答案要讓學生自己透過發掘問題，並和同儕一起尋求答案，並不一定是問題導向類(Problem based learning)的解決問題為最終目標。

主題式學習方式的建構，授課老師及同學分別扮演不同的腳色，層次高一點的話，老師扮演指導員的腳色，將規劃給同學後去執行，而同學們則是內容的建構者，去堆疊出他們的主見來完成整個主題；層次低一點，老師就得扮演公頭的腳色，讓同學們去完成交辦的內容，內容的層次則依照老師指定的要求。無論如何，主題式學習強調老師需要定期與同學們開會和給予實質建議 [2]。

對於主題式學習方式，強調「親自參與活動」引導學習，利用主題來誘發，促使小組討論出想法和做法來代替傳統直述式教學，除了可以強化同學的記憶點，活絡課堂氣氛，更有助於同學們將學科知識(interdisciplinary education)融會貫通，知道如何使用其技能 [3]。

過去的課程中也有導入同儕學習的方式，來提升同學們的學習動機和學習成效 [4]，對於部分課程能夠較有約束力，但對於課程的互動情形，仍然有待改善，於本次進行行動研究分析方法來調查。

3. 教學歷程

(1) 課程規劃

課程主要分成課程講授、機構模擬軟體操作、生活觀察作業、PBL 機構設計實作，過程中使用同儕學習方法，讓同學來課堂前先了解課程簡報後，來課堂的過程中同學們會進行討論和針對授課內容進行練習，下圖分別為課程大綱及同儕學習的步驟流程。

週次	日期	單元與主題	場域/業師	附註
1		課程介紹		
2		機械原理		
3		機構基本介紹		
4		繪製機構簡圖		
5	3/18	運動線與自由度分析		
6	3/25	四連桿機構運動分析		
7	4/01	業師授課	業師 胡XX	
8	4/08	運動分析方法：瞬心法		
9	4/15	機構模擬軟體、連桿機構介紹		遠距
10	4/22	期中考週		
11	4/29	台南自動化機械展參觀	大台南會展中心	
12	5/06	校外參訪	韋奕工業	
13	5/13	PBL主題實作:挖掘問題		
14	5/20	PBL主題實作:規格、運動機構選擇		遠距
15	5/27	PBL主題實作:規格再確定、設計		遠距
16	6/03	PBL主題實作:工程設計、CAD繪圖		遠距
17	6/10	PBL主題實作:工程設計、CAD繪圖		遠距
18	6/17	期末報告		

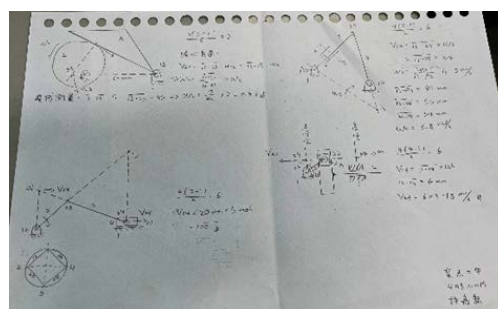


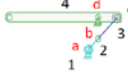
圖 1、授課大綱及教室環境

核心能力學習目標	學習評量方式與評估工具	教學引導與學習活動
1. 機械原理 2. 機構簡圖 3. 機構分析 4. 運動模擬軟體 5. 連桿、螺旋、鎖附、齒輪 6. 機構設計流程體驗	1. 筆試(期中) 2. 口頭&書面報告(期末) 3. 作業	1. 同儕學習 - 校內機構選拍分享 - 手繪機構簡圖 - 計算自由度 - 運動模擬軟體操作 - 教具實作&體驗 2. 校外參訪 - 機械自動化展 - 場域需求參觀 3. 業師授課
情境因素分析 課程名稱: 機構學		

圖 2、課程鷹架的規劃

(2) 生活觀察作業

生活觀察作業是互動式教學的其中一項，尤其是讓同學去到校園及生活周遭去找會運動的機構進行分析，利用課堂上所說明關於運動描述、機構簡圖、自由度分析等觀念，利用模擬軟體 Linkage 可將運動給模擬出來，同學可以合作和獨立作業。

南臺科技大學機械系機構學課後研習報告		姓名: 林育昇 學號: 4A001001
觀察地點: 學校六宿停車場	機構/機器/機械的名稱: 停車柵欄機構	
		運動需求 轉動升降機構 機構簡圖  自由度分析 $3(4-1)-2 \times (4)=1$

出處: 自己觀察

南臺科技大學機械系機構學課後研習報告		姓名: 劉 學號: 480
觀察地點: 廊道上	機構/機器/機械的名稱: 門閉器	
		運動需求 伸縮滑塊機構 機構簡圖  自由度分析: $3(5-1)-2 \times 7=1$

出處: Door Closer - Aluminum Door Closer Importer from Ahmedabad (visionexim.co.in)

圖 3、學生觀察校園及生活周遭的機構進行分析，運用課堂所教的內容及模擬軟體

(3) 數位科技結合課程

課程中介紹會運動的機構，使用奈米組學習操作的 SEM 顯微鏡來說明動作的操作，使用實驗室所設計的 AR 教具進行展示，吸引同學們去跨域學習如何將工程設計進一步實體化。

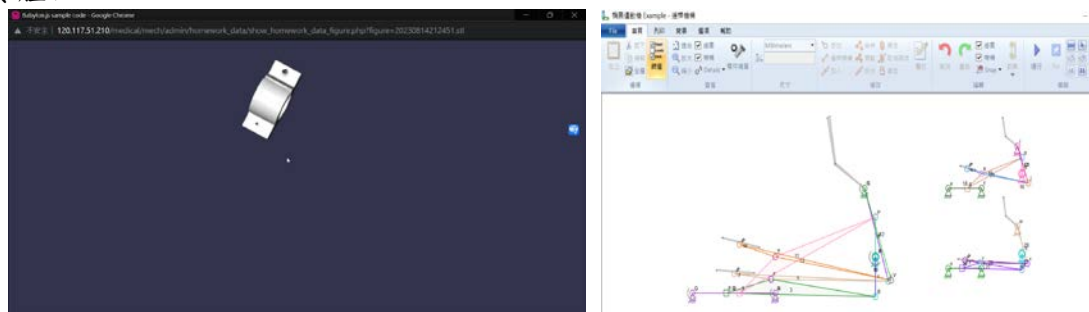


圖 4、展示實驗室所設計網路教學所展示數位展場及觀察產品運作照片

(4) 3D 列印教具

除了擴增實境可以增加互動體驗以外，動手做的實作教育可直接讓同學有實際感，利用飛機木、冰棒棍、手持鑽頭來製作四連桿件的應用，以簡要的機件去組合出整體的運動，配合雷射切割機台，可進階製作出數個機件和旋轉、移動、齒輪等接頭元件來讓同學體驗和組裝，並且透過不同幾何長度、尺寸進而讓同學了解機構設計的死點、暫態點等符號和名詞意思，圖 8 為動手製作過程和機構範例。



圖 5. 利用 3D 列印機來提供同學互動及親自體驗的機會

(4) 自動化機械展校外觀摩

設計學習單，讓同學們可任意參訪，指定要在會場中找出以下五點任務的展示，並且與自己合照後上傳：

1. 工具母機、製程、加工設備
2. 量測設備、機器視覺自動化 AOI 檢測
3. 控制器軟體、MES 製程管理軟體、AI 人工智慧軟體
4. 機械手臂應用
5. 零配件



圖 6、老師帶課堂同學們去參觀自動化機械展

(5) 校外參訪與主題式學習方法

主題的設定，本課程主要採選產業相關性，由校外參訪的行程去衍生，例如 USR 計畫下同學們去參訪在地養殖產業、以及扣件製造產業的工廠，從中去思考他們的需求後，利用機構學的概念，分別去設計“魚塭的工具智慧化”及“自動上下料的檢測平台”兩個主題，縱向串聯其他課程，活用機械系所學的電腦輔助繪圖及電腦輔助分析等技術，設計出會運動的機構，並且說明其與實際運用時所解決的問題。





圖 7、企業參訪情境

(6) 期末報告競賽

期末的 PBL 報告除了讓同學們有評量成績外，同學們也會透過同儕觀摩的票選活動去挑選出覺得表現最棒的組別作品，藉此有自省和觀摩的機會，圖為老師給予的南台幣獎勵。



圖 8、邀請外部業師擔任評審來給同學們期末報告打分数。

4. 研究設計與方法

為了瞭解學生修課上的互動學習情況，在機械系大一及大二的三門課，分別是四技自控組一甲及四技奈米組二年級甲班和乙班的畢業必修課程機構學進行不記名線上問卷調查。本問卷的內容請參見附註。問卷題目參考 Wubbels and Levy (1993) [15] 以及 楊致慧與黎瓊麗(2013) [16] 的問卷內容。主要分為三大向度：同學-課程，同學-教師，同學-同學。在同學-課程方面，透過 3 個子問題了解學習輔助教材的使用(support material usage)、教材使用穩定度(stability)、多媒體教材設計(User satisfaction)。在同學-教師方面，4 個子問題包含學生對教師的態度(attitude)、課程參與態度(participation)以及情感互動(interaction)。同學-同學中的同儕互動調查，8 個子問題涵蓋在學生的學習態度(attitude)、課程參與態度(participation)以及課程應用態度(application)。個別項目回答使用五個回應等級，衡量對於該項陳述的認同度。其中完全不同意是反向指標，越高表示非常同意。

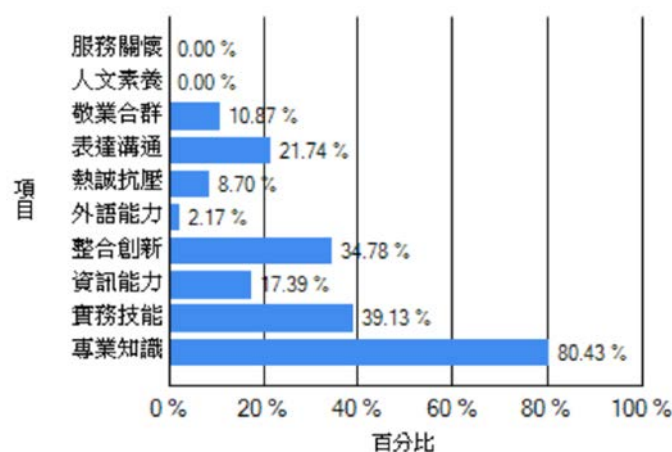
5. 教學研究成果

(1) 教學成效評量

問卷結果顯示出超過 80%的同學認同這門課的內容能夠提高他們的專業知識及實作能力，有接近四成的同學認為會提升自己的實務技能有關，並切接近 85%的同學對於整體課程都十分滿意；對於參與主題式學習方法的情況，調查了五種因子之間的關係，包含自我規律的學習態度 (self-regulated learning behavior) (LA: Q1 – Q6)、參與態度 (participation attitude) (PA: Q7 – Q18)、應用的精神 (application attitude) (AT: Q19 – Q25)、

學生滿意度 (student satisfaction) (SA: Q24 – Q27)、學科整合度 (academic integration) (AI: Q28 – Q30)、學科負責度 (academic conscientiousness) (AC: Q31 – Q33)；結果發現自我規律的學習態度 (LA)與全部的因子都顯著有關，除了學科負責度(AC)，而接受應用的精神 (AT) 與學科的整合度 (AI) 有高度相關，相關資料已發表在國際期刊上 [5]。

問卷題目	平均分數	非常同意	同意	尚可	不同意	非常不同意	
(B1).教師教學認真且具有熱忱	4.4783	60.90%	28.30%	8.70%	2.20%	0.00%	111-2
	4.3810	61.90%	14.30%	23.80%	0.00%	0.00%	112-2
(B2).告知學生授課的學習目標與重點	4.4348	58.70%	28.30%	10.90%	2.20%	0.00%	111-2
	4.3333	59.50%	16.70%	21.40%	2.40%	0.00%	112-2
(B3).教師能清楚講述授課的內容	4.3913	58.70%	28.30%	6.50%	6.50%	0.00%	111-2
	4.3810	61.90%	14.30%	23.80%	0.00%	0.00%	112-2
(B4).在課堂上會鼓勵學生發問或討論	4.5000	63.00%	26.10%	8.70%	2.20%	0.00%	111-2
	4.2857	54.80%	19.00%	26.20%	0.00%	0.00%	112-2
(B5).對學生的反應做建設性的回饋	4.4130	58.70%	26.10%	13.00%	2.20%	0.00%	111-2
	4.3571	59.50%	16.70%	23.80%	0.00%	0.00%	112-2



項目	子項目	平均數 (標準差)
學習態度	保持規律的學習進度	4.02 (0.88)
	上課專心聽講以及閱讀	3.92 (0.82)
	課堂以及閱讀時做筆記	3.64 (0.98)
	課後閱讀課堂講義直到了解內容	3.75 (0.94)
	閱讀教科書以及指定文獻	3.61 (0.93)
	課後會將實驗以及課堂活動做複習	3.56 (0.97)
課程參與	上課時積極參與實驗以及課堂活動	3.97 (0.85)
	和修課同學們保持良好的關係 (例如一起討論作業)	4.29 (0.79)
	對於和老師或同學在課堂中進行討論感到有趣	4.19 (0.80)
	對於課程內容感到興趣	4.08 (0.77)
	與老師或同學參與課堂或者課後討論	3.71 (0.87)
課程應用	想要對課程內容的特定主題做更深入的學習(例如查詢相關文獻或者觀看相關影片)	3.86 (0.84)
	可以將課程內容與現實世界作想像連結	3.78 (0.97)
	可以將課程內容在日常生活中應用解決問題	3.66 (1.01)
	想要進入相關產業做應用	3.86 (0.93)

Table 1. Correlations between learning indicators

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
(1) Learning behavior (LA)	1					
(2) Participation attitude (PA)	0.68***	1				
(3) Application attitude (AT)	0.65***	0.69***	1			
(4) Satisfaction (SA)	0.61***	0.71***	0.71***	1		
(5) Academic integration (AI)	0.59***	0.62***	0.77***	0.78***	1	
(6) Academic conscientiousness (AC)	0.16*	0.31***	0.03	0.19**	0.13	1

Source: this study (N = 209). Note: *, **, ***: $p < 0.05$, $p < 0.01$ and $p < 0.001$, respectively.

圖 9、學習成效問卷統計結果

6. 建議與省思

本研究計畫旨在培養科大機械系學生對機構學的理解與素養，並提升他們的學習興趣。透過參觀相關產業，來設定主題，並且經由機構開發的流程，去設立、取像建模、縱向串聯機械系所學工程技能的寶貴機會。儘管大多數同學認同課程中的互動設計，但期末回饋中也有同學表示，老師的課程設計過於嚴苛，或在團隊合作中，部分成員未做貢獻卻仍能過關的情況顯示了不公平性。未來，除了進一步探討學習成效外，我們也將改善同儕學習評分機制，讓同學們了解付出的重要性，並確保學習過程中的公平性。

7. 成果表

編號	績效指標項目	預定目標值	成果量化	說明
1	研討會論文投稿	1 篇	2 篇	1. Lin, Y.-S.* (2023, Oct 19-20). [Paper presentation] 2023 International Symposium on Novel and Sustainable Technology, Tainan, Taiwan. 2. 陳宥任、林育昇(2024, Nov 15-16) [Paper presentation] 2024 中國機械工程學會, 高雄, 台灣.
2	期刊論文投稿	1 篇	1 篇 SCIE	Lin, Y.-S. and Y.-H. Lin* (2023). Investigating the Relationship between Learning Behavior, Perceptions Project-Based Learning, and Learning Outcomes in Engineering Education. International Journal of Engineering Education, 39(6), 1308-1317. SCIE; (Impact factor: 1.0, Education, Scientific Disciplines 36/42)
3	人才培育	碩士: 1 人	碩士: 1 人 大學部專題生: 12 人	
4	參與競賽獲獎	0	3 次	1. 2023 全國大專校院智慧創新暨跨域整合創作競賽 2. 南臺風力盃綠電創能淨零實作創意競賽 3. 2024 全國金腦獎盃創新發明與設計競賽
5	跨校、跨領域研究團隊	1 間	2 間	1. 韓國加圖利大學經濟系 2. 雙語教學推動中心雙師授課
6	產業合作機會	0	1 間	數位尖兵產學合作: 智慧機械人才培育產學合作計畫 (韋奕工業) (2024/02/01~2024/11/30)

三、文獻

- [1] M. C. English and A. Kitsantas, Supporting student self-regulated learning in problem-and project-based learning, *Interdisciplinary. Journal of Problem-Based Learning*, 7(2), p. 6, 2013.
- [2] H.-C. Li and A. J. Stylianides, An examination of the roles of the teacher and students during a problem-based learning intervention: lessons learned from a study in a Taiwanese primary mathematics classroom, *Interactive Learning Environments*, 26(1), pp. 106–117, 2018.
- [3] Youngerman, E. and Culver, K. (2019), Problem-Based Learning (PBL): Real-World Applications to Foster (Inter)Disciplinary Learning and Integration. *New Directions for Higher Education*, 2019: 23-32.
- [4] Yu-Sheng Lin and Yu-Hsuan Lin (2023, Jan) Learner Autonomy in Team-based Learning. *Journal for Engineering Education Transformations (JEET)*. Vol. 36 (4). pp. 65-75.
- [5] Lin, Y.-S. and Y.-H. Lin (2023). Investigating the Relationship between Learning Behavior, Perceptions Project-Based Learning, and Learning Outcomes in Engineering Education. *International Journal of Engineering Education*, 39(6), 1308-1317.