

教育部教學實踐研究計畫成果報告

計畫編號：PEE1090533

學門專案分類：工程

執行期間：109.8.1-110.7.31

以 PBL 設計主題式物聯網建置技術融入資訊網路課程提昇學習成效



計畫主持人：江啟惠 助理教授

執行機構及系所：嘉南藥理大學資訊管理系

成果報告公開日期：

☐ 立即公開 ☒ 延後公開(統一於 2022 年 9 月 30 日公開)

繳交報告日期：110.8.8

以 PBL 設計主題式物聯網建置技術融入資訊網路課程提昇學習成效

壹、研究動機與目的(Research Motive and Purpose)

網路的應用來自完善的網路架構，網路架構由網路設備（路由器、交換器、集線器與電腦）所組成，培養網路技術專業人才，更是資訊系所人才培育重要的藍圖。近幾年來，物聯網的興起，逐漸嵌入生活周遭的事物中（如車輛、機器、家用電器等），經由感測器裝置，透過網際網路形成訊息連結與交換網路傳輸。此技術的學習對資訊系所的學生極為重要，且網路管理工程師或物聯網工程師為常見的資訊管理畢業生求職類別之一。這二種職類不僅需具備網路和物聯網專業技術，且也是目前企業急需晉用人才和人力網站極缺乏的職類人才。

過去在資訊網路課程簡介過程中，從人力網站蒐集目前企業的人才需求得知，有關物聯網、IOT、網路管理、Python 程式設計等技術人才極為缺乏（1111 人力銀行職缺有 9038 個、104 人力銀行職缺有 4851 個），由此顯示企業亟需跨領域專業人才；且在傳統教學中，教師通常要求學生針對單一領域專業知識，以講述方式記住資訊網路的理論與特性，然而學生對於相關設備技術層面印象模糊，卻鮮少講述實務建置技術與動手操作，缺乏實際見識與體驗，學生對於產業應用面不甚了解，導致學生缺乏學習動機，造成學習成效不彰、體會不到學習成就感等問題。為此，避免學生因學習動機不足而荒廢銜接的課程內容，本研究以 PBL 問題導向學習理論做為研究基礎，結合主題式教學內容做為課程研究設計，目的量測是否有助於學生提升學習興趣，以及可提供未來在資訊網路課程的教學設計參考。

資訊網路課程是以當前網路管理熱門實務議題為主，並以過去產學合作成果的經驗融入課程進行實務教學，主要以自編實務教材與 PBL 問題導向學習理論導入課程，課程主角以學生為中心，進行一系列主題式教學，藉由多樣化的教學過程，引導學生主動對問題探究，進而習得技能及培養問題解決的能力，特別是在資訊網路課程中已經將物聯網整合在內，以主題式課程內容呈現，包含有如何建置網路架構與融入物聯網應用、Switch 和 Router 功能與設定、物聯網融入網路環境的應用、物聯網設備融入校園與住家和公司網路的建置，並結合學生過去所學的 Python 程式語言，學生在整合多項專業領域知識時產生學習困境，亟需透過創新的教學方法以解決學生的學習成效。本研究將物聯網的建置技術規劃融入資訊網路課程中，更重要的是課程以主題式教材規劃、設計、技術操作、測試以及評估方法，並以問題導向學習的教學方法提昇學生之學習成效。



圖 1、資訊網路課程規劃架構

此教學方式是把學習理論與實際操作相互結合，課前設計的學習問題必須符合學生真實生活情境，學習內容是具備統整性，所學技能是可以解決實際問題，且所產生的學習成果是多元的（鄭宇標，2006）。本課程配合 PBL 問題導向學習法引導學生透過問題或實際情境誘發學生思考與解決，並達成學習目標，學生進行自我導向式培養獨立思考能力，增進網路與物聯網的知識，建置網路與物聯網架構，或修正錯誤的問題。PBL 不只能夠解決學習問題，在處理網路問題的同時，也是小組合作互相交流知識的最佳時機。本課程利用模擬工作崗位實作演練的教學方法，將課程規劃架構(如圖 1)，包含建構校園網路、家庭網路和公司網路等，

學生能夠學習到資訊網路課程最具實用的智慧網路，應用在未來求職或就業都能夠有很好的發展。

為此，本課程採用 PBL 教學方法，主要是以學生為主體，強調小組討論與團隊合作，根據教師提供的資訊及學生的先備知識集思廣益，針對學習情境中的預設問題，找出有效的解決方案（廖宏勳 & 黃美瑤，2009）。本研究以 PBL 來融入教師進行教學設計、課程設計，改善教學品質。物聯網融入於資訊網路課程、教材與教學中，透過物聯網的跨領域學習整合應用，PacketTracer 成為師生一項不可或缺的教學與學習的工具，嵌入 Python 程式語法的使用，不但可以提昇學生在跨領域的學習成效，學生的資訊能力也獲得提昇。基於上述的研究動機，擬訂本研究的目的如下：

1. 以問題導向學習理論探討物聯網融入資訊網路課程，對學生學習成效的影響。
2. 以問題導向學習理論探討物聯網融入資訊網路課程的教學中，給予教師之啟示。
3. 探討跨領域人才培育加入多元專業學習（網路管理、物聯網、Python 與擴增實境），對學生學習成效的影響。

貳、文獻探討(Literature Review)

1. 資訊網路課程

網路的應用來自完善的網路架構，網路架構由網路設備（路由器、交換器、集線器與電腦）所組成，培養網路技術專業人才，更是資訊系所人才培育重要的藍圖。近幾年來，物聯網的興起，逐漸嵌入生活周遭的事物中（如車輛、機器、家用電器等），經由感測器裝置，透過網際網路形成訊息連結與交換網路傳輸。此技術的學習對資訊系所的學生極為重要，且網路管理工程師或物聯網工程師為常見的資訊管理畢業生求職類別之一。這二種職類不僅需具備網路和物聯網專業技術，且也是目前企業急需晉用人才和人力網站極缺乏的職類人才。然而傳統課堂講授法往往無法引起學生學習興趣，以至造成學習成效低落，特別是在資訊網路課程中已經將物聯網整合在內，並結合學生過去所學的 Python 程式語言，學生在整合多項專業領域知識時產生學習困境，亟需透過創新的教學方法以解決學生的學習成效。本研究將物聯網的建置技術規劃融入資訊網路課程中，更重要的是課程以主題式教材規劃、設計、技術操作、測試以及評估方法，並以問題導向學習的教學方法提昇學生之學習成效。

2. 問題導向學習 (Problem-based learning, PBL)

John M. Keller 曾提過在教學過程中經常遇到一種狀況是：「你能將一匹馬牽到河邊，卻未必能使他飲水」，這個隱喻是教師在教學時經常面臨的困境。猶如是「給他一條魚吃，不如教他如何釣魚」的故事。學生學習的關鍵，並非是父母、師長一味的為他鋪路，將知識打包好，交給他去學習吸收，為他畫好下一步該走的詳細路線圖。我們該做的應是，仔細觀察學生的興趣動機，設計與產業走向關連的相關技術，導引學生對學習的興趣，進而享受學習的過程所帶來的成就感。PBL 是一種教導學生「學習學會」的教學活動，讓學生在思考中找出真實世界中問題的解決方案，協助學生成為自我引導的學習者，因此 PBL 的教學目標不只是知識的學習，更是能力的學習（吳清山，2002）。

問題導向學習的理論基礎有：訊息處理理論、建構主義及後設認知等，以下分別加以說明：首先，訊息處理理論意指人在環境中如何經由感官察覺、辨識解碼及組織轉換的內在歷程，有助於知能吸收及實作（張春興，1994）。就此理論而言，中心概念為學習情境的設計，課程安排應能激發先備知識、促進新學習，習得技能與真實世界所需相同，增進學習者應用及貯存記憶的機會（Trop & Sage，1998）。其次，張春興（1989）認為建構主義是指個人對於周遭所得的知覺經驗，並非只是環境衝擊下的直接反應，而是當事者根據以往

經歷，將其刺激加以解讀與編碼，建構出符合自己認知的行為反應。然而，透過學習與他人互動有助於認知的改變與發展 (Trop & Sage, 1998)，可見問題導向式學習可以提供學生實際操作，藉由經驗性的練習來強化自己的知能及動能，並搭配師長引導及同儕互動，將習得知識學以致用。第三、後設認知是指個人對自己高層次認知的進階駕馭，像是掌握、支配、監督及評鑑等能力，包括後設認知知識及後設認知控制兩部分 (鄭宇標, 2006)。問題導向式學習是訓練學生知能合一，講究事前評估與計畫，監控實作與測試、落實檢討與補救，此教材教法是讓學生成為學習主體、負起學習責任、延續學習效果，掌握自身認知歷程建構和應用 (黃淑惠, 2002、Barrows & Tamblyn, 1980)。

因應本研究，教育部於 102 年提出「分組合作學習」，積極推動師生創建學習共同體，老師從旁協助及學生主導學習的型式如同 PBL 的教學理念，以下表 1 針對本研究參考鄭宇標 (2006) 進行修改適用在本研究之學生資訊能力與問題導向學習歷程加以修改說明。

表 1、資訊能力與問題導向學習歷程之對照

步驟	資訊能力	問題導向學習歷程
認識問題	了解自我資訊專業能力	1. 了解自我資訊網路的能力，對於網路問題已有的理解與想法，並進行學習規劃及探究。 2. 透過網路技術問題引導、任務分配進行思考探究，為自我學習規劃及專業奠基。
規劃設計	課程規劃與創新教學設計	1. 網路技術問題導向學習歷程的步驟，對於主動探究和發現問題，以及運用所學於求職中有所助益。 2. 藉由思考資訊網路課程規劃及工作分配，以 PBL 問題導向學習思考，以及小組團隊合作的能力培養。 3. 物聯網技術資料分析、問題整理，藉由練習與修正，培養因應跨領域與產業需求的能力。 4. 物聯網與 Python 培訓資料收集的能力，學習如何正確和有效率地使用軟體工具來輔助學習。
執行計畫	課程學習與問題解決規劃	1. 藉由 PacketTracer 實作、觀摩、檢討與回饋，呈現個人特質，發展個人潛能、正確學習價值觀。 2. 學習如何解讀與分析問題，培養組織及規劃的能力。 3. 問題導向學習歷程的步驟，有助於培養學習者獨立思考、反省修正的能力，提升問題解決的能力。
回顧回饋	成果展示與學習成就感	1. 藉由 PBL 學習方式、討論與觀察，培養表達與傾聽、透過檢討與回饋社會。 2. 小組合作學習方式，建構各類物聯網應用環境，並共同彙整成果，展示學習成效。

3. 小組合作學習法

學生小組學習法 (Student Team Learning, STL) 是美國約翰霍普金斯大學所發展與研究，在所有實際的合作學習實驗研究中，超過半數皆涉及 STL 法 (Slavin, 1995)。每一小組猶如全班之縮影，教師必須依學生的能力水準、性別或其他社會背景、心理等不同特質，將學生分成若干 4~5 人的小組，採取異質性的小組方式，小組成員一起學習以精熟單元教材。小組會遴選組長一名，主導組員進行作業單或課程教學策略實施要點 (如表 2)，讓同學討論問題內容、完成作業單、比較作業答案，並相互訂正錯誤，以建立正確學習觀念。不僅學生在課堂當主角，不只是聽課、還要能操作並講解。尤其是當換成同學解說自己建置的網路環境，提昇同學的學習興趣，也對自己所建置網路環境得到學習的成就感，教學成效也較佳。小組成員無時無刻都要為小組全力以赴且傾力幫助其他成員，以共同完成學習目標。

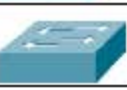
表 2、PBL 教學策略融入資訊網路課程之實施要點

PBL 教學策略	要點說明
適性設計	1. 依據課程目標，引導學生往老師預計的教學方向去探索理解資訊網路知識及物聯網資訊。 2. 任課老師運用教學經驗及對學生的了解來設計資訊網路課程，試圖找出最適合班級的 PBL 創新教學方式。 3. 了解問題→集結訊息→解決問題，過程中教師由主導者變成觀察者，從旁協助學生主動學習，運用不同物聯網主題課程教學開發多元學習。
提問策略	1. 啟發式問題激發學生聯想與創新，資訊網路課程設計的問題要有一定的挑戰性，才能激發小組思考，其難度必須適合該班學生，進而促進學生腦力激盪。 2. 網路技術問題面向應全面且多元，促使小組分工。問題內容雖為開放，但學習目標應具體明確，符合學生學習的方向。 3. 提問方法及用字遣詞，必須符合學生閱讀程度與判斷能力，避免造成解讀錯誤、學習誤差。
分組方法	1. 改變性別歸類、能力劃分與班級小團體的分組慣性，促進同儕互動與合作。 2. 讓學生練習職務分配，分析任務內容整列「工作分配表」，並學會將討論分工過程記錄下來，提升檢討與修正之能力。 3. 檢視工作份量是否均等，各司其職增加小組運作機制，刺激成員對團體效能有所貢獻。
多元評量	1. 分組競賽與獎勵 2. 成果報告 3. 問卷評量

4. 網路設備應用技術

資訊網路結合物聯網的設備與技術，課程內容將物聯網設備分家庭、校園與辦公室等三大類別之建置與應用。在網路架構中結合網路技術，包含 IPv4、IP Routing 和 Python 程式控制設備進行建置，如表 3。

表 3、網路設備種類

編號	設備名稱	設備圖示	功能說明
1	智慧型手機 (SmartPhone-PT)		智慧型手機透過無線網路控制遠端伺服器的物聯網設備運作。
2	桌上型電腦 (PC-PT)		桌上型電腦提供人員使用，並可連線上網。
3	伺服器 (Server-PT)		伺服器設定物聯網設備之間的互動關係，透過 Python 程式語法進行控制。
4	筆電 (Laptop-PT)		筆電提供人員使用觀測物聯網運作狀態。
5	交換器 (Switch-PT)		交換器連接電腦設備與物聯網設備。

6	路由器 (Router)		路由器主要提供 IP 路由，如不同 C class 網段的封包交換。
7	無線存取點 (AccessPoint-PT)		無線存取點提供無線節點連線，如筆電、手機等。
8	連接線 (Copper Straight-Through)		網路設備或物聯網設備透過連接線相互連接一起。

5. 物聯網應用技術

物聯網融入在家庭、校園與辦公室等三大場域之設備有車庫門、汽車、二氧化碳檢測器、冷氣機、房門、窗戶、檯燈、鼓風機、動態感測器、攝像頭、家庭音響、風扇、咖啡器具、加濕器和濕度器等 15 種(如表 4)，整合在三大場域的網路中，透過手機或電腦遠端控制這些設備的啟動與關閉，或是監控這些設備的使用狀態，達到智慧生活的目的。

表 4、物聯網設備

編號	設備名稱	設備圖示	功能說明
1	車庫門 (Garage Door)		車庫門連接伺服器，透過二氧化碳檢測器能夠排出二氧化碳。
2	汽車 (Old Car)		汽車停在車庫裡，由滑鼠控制，啟動後會產生二氧化碳。
3	二氧化碳檢測器 (Carbon Dioxide Detector)		可在室內安裝二氧化碳檢測器，透過伺服器偵測是否超標。
4	冷氣機 (Air Conditioner)		可在室內安裝冷氣機，由伺服器控制開/關，降低室內溫度。
5	門 (Door)		門可透過伺服器控制開/關或鎖/不鎖，並結合其他物聯網裝置(如冷氣或風扇)。
6	窗戶 (Window)		可結合冷氣裝置使用，如冷氣開啟，窗戶就會自動關上。
7	檯燈 (Light)		可結合門開啟，伺服器就會啟動檯燈自動亮。
8	鼓風機 (Blower Fan)		室內二氧化碳如太高，伺服器可啟動鼓風機進行排除，迅速恢復空氣流通。
9	動態感測器 (Motion Detector)		當有物體接近感測器，伺服器就會自動啟動攝像頭進行錄製。
10	攝像頭 (Webcam)		當感測器接收到不明物體，攝像頭就會自動錄製影像。
11	家庭音響 (Home Speaker)		當門被開啟進到室內，伺服器可自動啟動家庭音響播放音樂。

12	風扇 (Fan)		當冷氣開啟後，可結合風扇讓室內溫度降溫，達到舒適溫度，在停止風扇運作。
13	咖啡器具 (Appliance)		可用手機透過遠端啟動咖啡器具，煮食咖啡飲用。
14	加濕器 (Humidifier)		當室內加濕器超過設定標準，伺服器會停止加濕器運作。
15	濕度器 (Humidity)		當濕度器顯示低於設定標準，伺服器會自動啟動加濕器。

6. Python 程式語言

Python 屬於一種通用型的程式語言，功能強大且易於學習和便於閱讀，其特色是支援多種編寫方式，包括物件導向、命令式、函數式、程序式。在 PacketTracer 支援 Python 環境所實作如圖 2，使用 Python 語言 CustomWrite(0, "1") 控制 Garage Door 廠房大門開/關。

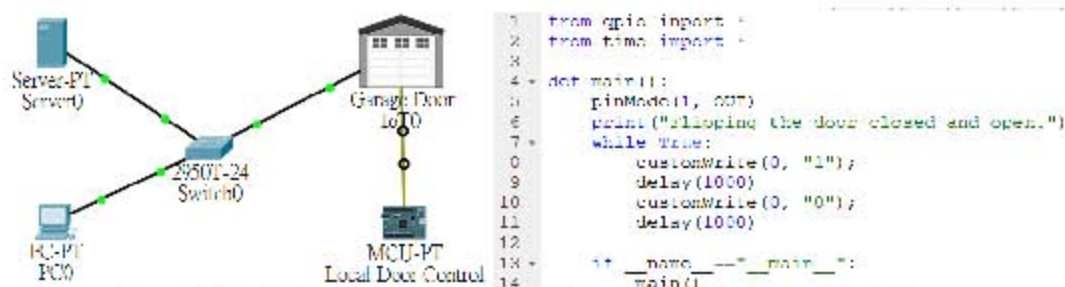


圖 2、Python 程式設計控制 IoT 廠房大門開/關

7. AR 擴增實境

隨著科技的發展與進步，AR 這項技術也逐漸廣泛應用到各領域當中，國內已經有不少企業涉足 AR 教育，且都是教學相關。AR 技術能夠將虛擬訊息或物件疊加到現實世界中的特性，可以顛覆傳統的教學方式，使教學中原本枯燥的知識變成一個活生生會動的物體，不僅提高了學生的興趣及學習動機，透過 AR 技術活生生的展現在學生面前，並能讓學生更好的學習。隨著 AR 的技術的發展，其在教育領域的無窮潛力也逐漸被發掘出來，在本系教學過程中，學生已經能用 AR 做出物品展示，如圖 3 為 AR 應用實例。

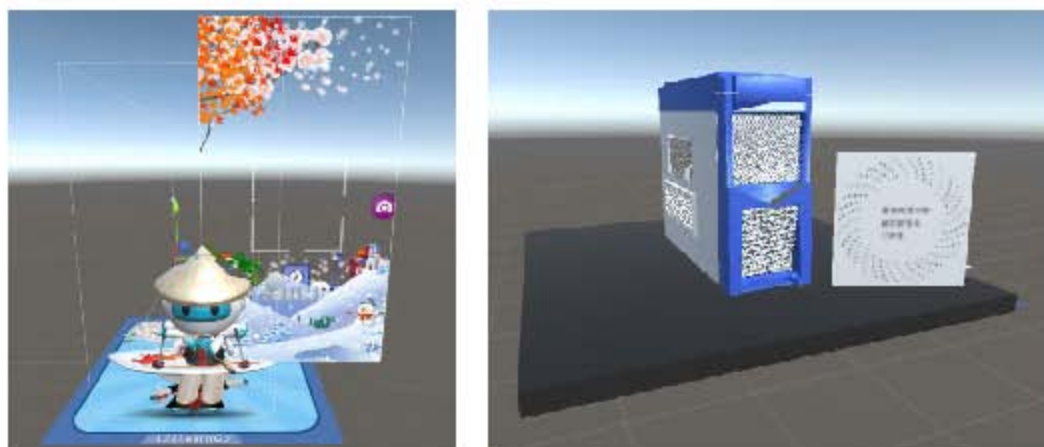


圖 3、AR 示意圖

經由上述得知，本研究將以擴增實境技術，將網路架構結合物聯網設計成擴增實境呈現方式，當學生使用手機鏡頭對照設備圖示，手機即馬上呈現立體形式的作品。此種技術主要是透過模組設計完成，然後由 Vuforia 封裝組件(FBX)，匯入 Unity 設計完成，透過 APP 形式安裝於手機中。

參、研究問題(Research Question)

為了解決資訊網路課程的教學問題，本研究擬發展一套問題導向學習(PBL)的教材與物聯網建置技術應用在資訊網路課程的教學上，修課學生以分組利用 PacketTracer 軟體進行建置，透過小組討論，由小組長主導教材問題執行步驟，組員提出物聯網設備建構方式，任課老師協助各組執行時建言與引導，並於課堂中完成作品建置。過程中，組員可以進行討論，激發建置步驟，實際去動手做，提昇學習成效與學生的成就感。資訊網路課程亦結合學生學習歷程、任課老師介入指導與評分等功能，並能記錄整個學習歷程與成效等，以 PBL 問題導向學習為引導基礎，探討對學生學習成效的影響，進而找出提升學習成效的教學模式。

為此，本計畫分成三部分進行，第一、依據 PBL 理論將學生分組，並將主題式物聯網課程內容分配主題給各組，包含 Router 與 Switch 設備應用、家庭物聯網應用、辦公室物聯網監控、工廠物聯網管控、Home Gateway 與 Server 應用、Python 程式語法建置、AR 擴增實境成果展示等主題。此外，亦將完成規劃物聯網教材內容、教材學習成效等。第二、本計劃授課方式，任課老師是輔助角色，因此先說明課程進行方式後，由組長開始進行物聯網主題說明，組員提出建置方式和步驟，並使用 PacketTracer 軟體進行建置，過程中如有問題或困難，由組長進行了解和提出解決方法，或可請教任課老師，由任課老師進行提示與說明，一直到課程主題單元完成，並由組長進行測試與展示成果。第三、本研究設計學習成效評量工具的開發，進行前測與後測之測試，並完成學習成效分析、學習歷程之分析、提出問題解決能力評量模式，完成網路建置和物聯網連線測試，並進行 AR 擴增實境的成果推廣。

執行本計畫的重要性，主要以 PBL 理論進行課程設計，並透過思科網路工具輔助課程進行，結合 AR 擴增實境由學生手機呈現作品成效，取代傳統的教學方式，進而提昇學生之學習成效。再者，期能透過本計畫之執行以培養資訊管理學生的實務操作的能力與專業技能，並瞭解學生透過物聯網融入資訊網路教學活動後，對於其學習成效是否有正面的影響。

肆、研究設計與方法(Research Methodology)

本研究採前測與後測方法，選取資訊網路的學生，前測則依一般教科書以講述法實施教學，後測實施以運用 PBL 問題導向學習於課程教學。學生皆實施前測與後測，以前測成績為共變數，後測成績為依變數，進行獨立樣本 t 檢定，比較是否有顯著差異。後測學生於教學後，實施 PBL 理論問卷量表，以瞭解學生在接受課程後對整個課程的看法，再輔以半結構式訪談質性資料，深入了解學生之學習動機及學習表現的變化情形，探討學生的學習成效。本研究架構圖 4 顯示自變項有 PBL 問題導向學習主題式物聯網建置技術融入資訊網路課程教學，控制變項有教學者與每週授課時間，依變項有學習動機量表後測得分與學習成就測驗後測成績。

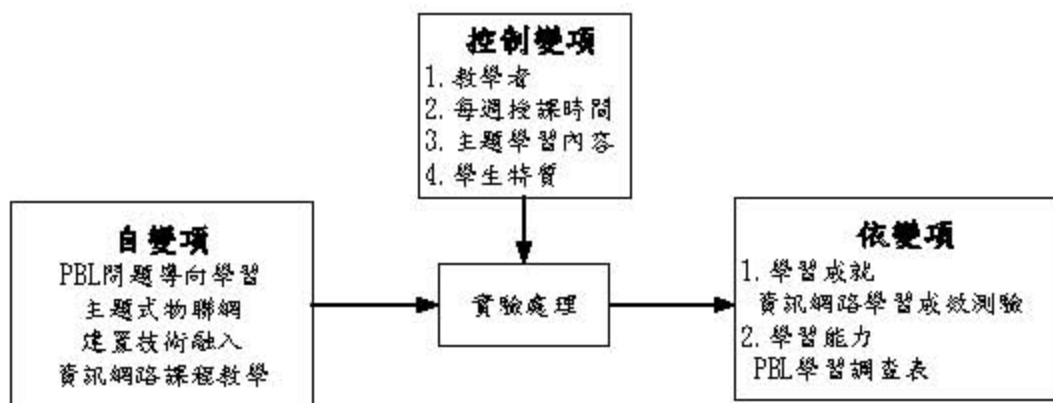


圖 4、本研究架構

本研究對象規劃嘉藥資管系二年級學生探討資訊網路主題，修課學生需有物聯網概念融入網路建置較容易理解，完成網路設備的建置。教學場域前測在一般電腦教室，後測在 PBL 教室，以圓形桌椅以小組為單位，適合 PBL 理論教學，培育跨領域專業人才。本研究採用隨機抽樣(Random Sampling)，在問卷衡量工具上，本研究採用李克特(Likert)量表五點尺度進行問卷衡量(Likert, 1932)，其範圍從「非常同意」至「非常不同意」，分別給予 5、4、3、2、1 等級的分數(黃芳銘, 2006)。本研究採用 SPSS 中文視窗版統計分析軟體，進行資料分析。將問卷回收後，先進行信效度的檢測，再以量化(Quantitative)的方式處理。根據學者 Nunnally & Bernstein (1994)建議 Cronbach's α 係數值只應大於 0.7 其信度即可接受。針對以 PBL 理論導入資訊網路課程之現況進行敘述性統計分析，以瞭解學生對於學習成效之統計型態與分佈情形。

伍、資料分析(Data Analysis)

一、資訊網路課程學習成效量表統計分析

本研究以內部一致性係數而言，Nunnally and Bernstein (1994)提到 Cronbach α 大於 .70，屬於高信度，當 Cronbach α 介於 .70~.35 之間表示尚可，但若 Cronbach α 小於 .35 就表示低信度，而本研究資訊網路課程之學習成效測驗 Cronbach α 為 0.823，測驗信度值屬於可接受範圍。接下來，依據本研究探討問題導向學習教學法所實施之「資訊網路課程學習成效量表」得分情形加以分析討論。「資訊網路課程學習成效量表」又分為「對課程的學習動機」、「對課程的學習態度」、「對主題單元進行時的學習態度」以及「對參與課程相關活動的行為」四個向度(如表 3)，針對四大向度的分量表加以統計，以了解本系學生參與課程學習後，在學習成效的改變狀態，並以 2 題反向題(問項 6 和 9)檢測問卷填寫品質。

表 3、資訊網路課程學習成效向度與問項

向度	問項
對課程的學習動機	1.課程的內容的教學方式能引起我的注意。
	2.課程與我個人期待學習的內容相關。
	3.課程內容是我之前沒有學過的。
對課程的學習態度	4.我覺得任課老師給我們的成績是公平的。
	5.我相信如果夠努力，認真就能在此課程獲得好成績。
	6.這個課程讓我感到有點失望、沮喪。
對主題單元進行時的學習態度	7.我在課程中學習到原本沒有預期會學到的事物。
	8.課程內容對我而言，難易適中，不會太難或太簡單。
	9.課程內容想要得到好分數必須靠運氣。
對參與課程相關活動的行為	10.我很滿意老師對我的表現給予很高的肯定及分數。
	11.課程練習的回饋與建議的用語能夠給我鼓勵的感覺。

為了瞭解學生經過「問題導向學習教學法」和「一般教學法」的課程，在學習成效的改變情況，先透過成對樣本t檢定來考驗前、後測得分是否達顯著性差異。由表4可知，前測組與後測組t值為8.768達到顯著水準，表示學生在PBL教學後，學習成效得分是有顯著性的進步，且差異分數平均在14.546。利用問題導向學習進行教學，雖然所學習的單元或領域略有不同，但接受問題導向學習教學法的學生其學習成效表現均優於前測組，顯示問題導向學習教學有利於提升學生的學習成效。

表 4、資訊網路課程學習成效成對樣本t檢定

組別	人數	平均分數	標準差	差異分數		t 值
				平均數	標準差	
後測組	36	144.27	5.711	14.546	5.502	8.768***
前測組	36	129.73	6.665			

*** $p < .001$

本研究分析資訊網路課程學習成效情形，在PBL教學後，學生於學習成效量表得分情形是否優於一般教學法。再以組別(教學法)為自變項因子，測驗分數為依變項，進行獨立樣本單因子共變數分析，測驗學生在「資訊網路課程學習成效量表」後測得分是否達顯著差異。由表5結果顯示， p 值為.716且大於.05未達顯著水準，表示前測組與後測組變異數並無顯著差異，符合組內迴歸係數同質性的假設。

表 5、變異數同質性檢定

Levene 統計量	分子自由度	分母自由度	顯著性
.136	1	20	.716

為了瞭解學生在資訊網路課程學習成效量表之前測組與後測組的單因子變異數分析，由表6統計結果顯示F統計值為1.743，顯著性 p 值為 $0.202 < 0.05$ ，未達顯著水準，表示前測組與後測組對於測驗分數高低有顯著不同。

表 6、學生在「資訊網路課程學習成效量表」前、後測的單因子變異數分析表

	平方和	自由度	平均平方和	F	顯著性
組間	632.909	1	632.909	1.743	.202
組內	7262.364	20	363.118		
總和	7895.273	21			

進一步瞭解學生在資訊網路學習的成效量表之差異情形，將前測組和後測組量表各題項的得分情形，以百分比的形式彙整，並統計整體問卷題項的總得分百分比，藉以瞭解學生在前後測得分進步情形。學生每一題項得分加總後，除以滿分分數，即為該題項的得分百分比，再把後測得分百分比減掉前測百分比為該題項進步百分比。透過各題項不同的得分情形，分析歸納不同教學法對學生在資訊網路課程學習成效的影響程度。因此，本研究結果顯示前測組學生在一般教學法後的平均得分數為 123.45，標準差為 16.513；但在 PBL 教學後，學生的平均得分數為 134.18，標準差為 21.297，後測平均數分數高於前測分數，後測平均得分進步 10.73 分。從統計表 7 得知，學生經 PBL 教學後，在學習成效量表得分表現比一般教學法進步，且後測組進步的平均分數比前測組多了 10.73 分，表示後測組進步幅度大於前測組，由此可知，問題導向學習教學法對學生的學習成效的提升有幫助。

表 7、資訊網路課程學習成效之得分、平均數、標準差與百分比差距

題項	後測組				前測組				差距
	得分	平均數	標準差	百分比	得分	平均數	標準差	百分比	
1	139	3.48	0.784	77.22%	126	3.41	0.762	70.00%	7.22%
2	141	3.53	0.816	78.33%	128	3.46	0.803	71.11%	7.22%
3	149	3.73	0.877	82.78%	136	3.68	0.884	75.56%	7.22%
4	152	3.80	0.791	84.44%	139	3.76	0.796	77.22%	7.22%
5	151	3.78	0.768	83.89%	139	3.76	0.760	77.22%	6.67%
6	146	3.65	0.975	81.11%	134	3.35	0.949	67.00%	14.11%
7	141	3.53	0.905	78.33%	129	3.49	0.901	71.67%	6.66%
8	144	3.60	0.841	80.00%	130	3.51	0.804	72.22%	7.78%
9	150	3.75	0.927	83.33%	119	2.98	1.097	59.50%	23.83%
10	135	3.38	0.774	75.00%	122	3.30	0.740	67.78%	7.22%
11	139	3.48	0.751	77.22%	125	3.38	0.681	69.44%	7.78%

百分比=該題項得分加總/180，180 是 36 位受測者*該題項滿分 5 分。

依據資訊網路課程學習成效量表分為四個向度(如表 8 所示)：對課程的學習動機、對課程的學習態度、對主題單元進行時的學習態度和對參與課程相關活動的行為，本研究將四個向度的分量表得分情形加以統計並分析，茲將各資料整理分述如下：

- (1) 「對課程的學習動機」分量表得知平均分數後測組為 11.143、前測組為 9.857，後測組學生平均數比前測組進步 1.286，表示前後組學生經 PBL 教學後，在「對課程的學習動機」方面得分表現皆有進步，且後測組進步幅度略高於前測組。再對「對課程的學習動機」分量表之前後測分數進行成對樣本 t 檢定分析，由表 8 得知 t 值為 3.516、 $p < .05$ 達顯著性水準。表示學生經 PBL 教學後，在「對課程的學習動機」方面後測組學習成效都優於前組測，且學習動機有顯著的提升。
- (2) 「對課程的學習態度」分量表檢測結果顯示平均分數後測組為 11.543、前測組為 10.286，後測組平均數比前測組進步 1.257，表示學生經 PBL 教學後，在「對課程的學習態度」方面得分表現皆有進步，且後測組進步幅度略高於前測組。再對「對課程的學習態度」分量表之前後測分數進行成對樣本 t 檢定分析，由表 8 顯示 t 值為 3.421、 $p < .05$ 達顯著性水準。表示學生經 PBL 教學後，在「對課程的學習態度」方面後測組學習成效優於前測組，且學習態度有顯著正向的提升。

表 8、學習成效之向度成對樣本 *t* 檢定

向度	組別	平均 分數	標準差	差異分數		<i>t</i> 值	顯著性
				平均數	標準差		
對課程的學習動機	後測組	11.143	1.751	1.286	2.163	3.516	0.001**
	前測組	9.857	2.031				
對課程的學習態度	後測組	11.543	1.837	1.257	2.174	3.421	0.002**
	前測組	10.286	2.257				
對主題單元進行時的學習態度	後測組	11.142	1.927	1.771	1.734	6.046	0.000***
	前測組	9.371	1.555				
對參與課程相關活動的行為	後測組	7.114	1.301	0.771	1.352	3.375	0.002**
	前測組	6.343	1.327				

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

- (3) 「對主題單元進行時的學習態度」分量表的平均分數後測組為 11.142、前測組為 9.371，由表 8 得知，後測組平均數比前測組進步 1.771，表示學生經不同教學後，在「對主題單元進行時的學習態度」方面得分表現有進步，且後測組進步幅度略高於前測組。再對「對主題單元進行時的學習態度」分量表之前後測分數進行成對樣本 *t* 檢定分析，由表 8 顯示 *t* 值為 6.046、 $p < .001$ 達顯著性水準。表示學生經 PBL 教學後，在後測組學習成效優於前測組，且以主題單元進行學習有顯著的提升。
- (4) 「對參與課程相關活動的行為」分量表的平均分數後測組為 7.114、前測組為 6.343，由表 8 得知後測組平均數比前測進步 1.352，表示學生經 PBL 教學後，在「對參與課程相關活動的行為」方面得分表現有進步，且後測組進步幅度高於前測組。再對「對參與課程相關活動的行為」分量表之前後測分數進行成對樣本 *t* 檢定分析，由表 8 顯示 *t* 值為 3.375、 $p < .05$ 達顯著性水準。表示學生經 PBL 教學後，在「對參與課程相關活動的行為」方面後測組學習成效優於前測組，且在參與課程相關活動(如在 PBL 教室上課)教學後有顯著的獲得學習成就感。

二、問題導向學習調查表統計分析

本研究自編的研究工具—「問題導向學習成效量表」，可分為三個向度(如表 9)，分別為：

- (一) 對資訊網路課學習的幫助；(二) 對資訊網路課問題解決能力培養的提升狀況；(三) 對小組合作的幫助。研究者在問題導向學習教學結束後，讓學生填寫「問題導向學習成效量表」，藉以瞭解學生經由此教學法後，在學習能力的提升情形，並作為日後教學改進的參考。

表 9、問題導向學習調查表

向度	題項
對資訊網路課學習的幫助	1.PBL 學習上課方式，讓我更容易知道如何學習資訊網路課。
	2.PBL 學習上課方式，讓我更容易理解資訊網路課內容。
	3.PBL 學習上課方式，讓我更容易應用資訊網路課內容在未來工作中。
	4.PBL 學習上課方式，讓我資訊網路成績更進步。
對資訊網路課問題解決能力培養的提升狀況	5.在這次的教學活動後，我更容易察覺資訊網路課的問題。
	6.在這次的教學活動後，我會更清楚如何尋找解決資訊網路課的問題資料。
	7.在這次的教學活動後，當我遇到資訊網路課的問題，我會更容易想到解決方法。
	8.在這次的教學活動後，我更容易協助他人解決資訊網路課的問題。
對小組合作的幫助	9.我不喜歡小組合作的學習方式。
	10.小組成員所蒐集的資訊網路資料，對我非常有幫助。

- 11.小組合作的學習方式，能增加我的學習興趣。
- 12.小組合作的學習方式，讓我更喜歡提出自己的想法與他人討論。
- 13.看到其他小組的報告成果，可以讓我獲得更多網路知識。

➤ 向度一：對資訊網路課學習的幫助

本研究將受測者在此分量表的每一題項所得分數加總後，即為該題項的得分。將該題項所得總分除以該題項滿分分數，得到該題項的得分率；並統計各題項得分之平均數和標準差，如表 10 所示。

表 10、對資訊網路課學習的幫助分量統計表

向度	得分率(%)	得分率	平均數	標準差
1. PBL 學習上課方式，讓我更容易知道如何學習資訊網路課。	81.11%	146	3.65	0.770
2. PBL 學習上課方式，讓我更容易理解資訊網路課內容。	80.56%	145	3.63	0.868
3. PBL 學習上課方式，讓我資訊網路成績更進步。	79.44%	143	3.58	0.813
4. PBL 學習上課方式，讓我更容易應用資訊網路課內容在未來工作中。	82.22%	148	3.70	0.758

從表 10 可以看出，四個題項的平均數分別為 3.65、3.63、3.58 和 3.70，在 Likert 五點量表中屬於正向回應，且有三題項得分率皆高於 80%，也就是說，超過八成的受測者認為問題導向學習教學法在學習資訊網路課程的實務技能是有幫助的，符合 PBL 理論概念。然而在第 3 題項得分率 79.44%，雖未超過 80%，也有接近 80%，從訪談結果中得知可能原因是少數學生喜歡傳統教學方式，不偏愛主動討論學習模式。

本研究發現，大部分學生是可以感受到 PBL 教學法對於學習是有幫助的，表示問題導向學習可以幫助他們更容易在資訊網路的課程學習物聯網技能，理解物聯網知識內容(包含網路設備和物聯網裝置)，進而達到學習成績的進步，並且能應用在實務求職中。然而，有些學生會因學習認知較弱，故在第 3 題項顯示 PBL 的上課方式，讓少數學生對學習比較沒自信，抑或感受不夠深刻，對於 PBL 模式學習較不習慣或不能適應，因此在未來執行 PBL 上課時，需在上課教材與上課方式做調整，可以把問題導向教學歷程再強化，讓學生可以跟學習結果做連結。

➤ 向度二：對資訊網路課問題解決能力培養的提升狀況

表 11、對資訊網路課問題解決能力培養的提升狀況分量統計表

向度	得分率(%)	得分率	平均數	標準差
5.在這次的教學活動後，我更容易察覺資訊網路課的問題。	75.00%	135	3.38	0.868
6.在這次的教學活動後，我會更清楚如何尋找解決資訊網路課的問題資料。	83.33%	150	3.75	0.776
7.在這次的教學活動後，當我遇到資訊網路課的問題，我會更容易想到解決方法。	81.11%	146	3.65	0.864
8.在這次的教學活動後，我更容易協助他人解決資訊網路課的問題。	82.22%	148	3.70	0.758

依據表 11 研究結果顯示，四個題項的平均數分別為 3.38、3.75、3.65 和 3.70，在 Likert 五點量表中屬於正向回應，且有三個題項的得分率皆高於 80%，也就是說，超過八成的學生認為問題導向學習教學法在資訊網路課程的問題解決能力是有提升的；甚至在題項 6：「在這次的教學活動後，我會更清楚如何尋找解決資訊網路課的問題。」所獲之平均數為 3.75、得分率高達 83.33%，對於學習者是一大助益，因為依循 PBL 的信念，所有的學習起點皆是以問題為根基，學生若能針對問題找出解決方法，活化學習的課程內容，有強烈學習動機，學

習力即會就此產生。然而，在題項 5 得分率只有 75%，顯示學生對於網路設備和物聯網裝置認知度不夠，有些學生無法找出問題，任課老師須介入進行解說，讓學生可以了解這些設備和裝置的功能與特性，增進學生的問題察覺能力。

問題導向學習特點之一就是共享資源，學習小組形成一個強大的資料庫，可以更快聚焦於學習問題上，從非結構化的問題情境中抓取到學習重點及該關心的議題，本研究結果發現，PBL 學習是透過互動討論來解決網路設備和物聯網裝置的建置問題，透過與 PBL 專業教室之間的互動後建構而成，經由學生討論與分析過程中，建立起執行的步驟，能夠在規定時間內完成指派作業任務。本研究也發現在問題導向學習教學法中，親自模擬操作體驗對學生來說是重要的，可以引發他們的學習興趣，自己就會思考面臨的物聯網問題時，用 Python 程式語法想出解決方法，這和問題導向學習所根據的理論——情境教學相符。

➤ 向度三：對小組合作的幫助

表 12、對小組合作的幫助分量統計表

向度	得分率(%)	得分率	平均數	標準差
9.我不喜歡小組合作的學習方式。	57.22%	103	2.58	1.010
10.小組成員所蒐集的資訊網路資料，對我非常有幫助。	79.44%	143	3.58	0.844
11.小組合作的學習方式，能增加我的學習興趣。	80.00%	144	3.60	0.709
12.小組合作的學習方式，讓我更喜歡提出自己的想法與他人討論。	76.11%	137	3.43	0.712
13.看到其他小組的報告成果，可以讓我獲得更多網路知識。	80.56%	145	3.63	0.705

從表 12 得知，五個題項的平均數分別為 2.58、3.58、3.60、3.43 和 3.63，在 Likert 五點量表中屬於中等以上之正向回應，其中題項 9 是反向題，顯示學生作答過程均有認真看清楚問卷題項。題項 11 和 13 的得分率達 80%，也就是說，約八成的學生認為問題導向學習教學法在對小組合作是有所幫助的，特別是在獲得更多網路知識，包含網路設備型號與功能，物聯網裝置的特性與使用場域，與學生小組學習法理論觀點一致。

從本結果發現，題項 10 得分 79.44%，可能是小組在討論課程問題的過程中，若不知如何抉擇時，就會陷入學習困境。例如小組分配任務尋找網路設備資料時，可能所蒐集到的資料不是組員所要的，解決此困境可由任課老師介入協調，引導學生進行資料蒐集，特別是在尋找關鍵字指引、功能的使用說明。再者，題項 12 得分只有 76.11%，可能是有些學生不喜歡小組合作的學習方式，是因各自意見不同時，要花時間協調，解決此困境時，學生會先各自說出理由再繼續進行任務。例如物聯網建置門禁監控時，可用 Python 程式設計完成功能設計，也可以透過視窗功能欄位設定完成，只要小組討論時，提出各自的解決方法，取得共識就可以進行建置，避免意見分歧，或由任課老師居中協調和引導。同時也發現有學生會把各種意見統整，更完整的陳述問題解答，並達到溝通協調之目的。此外，從訪談過程了解到這個世代的學生有些會很堅持自我想法，很難去接受同儕的看法，就易引起小組內的爭執，學生表示會讓堅持己見的同儕寫他的看法，避免再跟他起衝突。

陸、教學暨研究成果

1. 教學過程與成果

本研究以問題導向學習教學法能有效且顯著提升學生的學習成效，以主題式物聯網建置技術融入資訊網路課程學習成效測驗量表，後測組得分較高原因是經問題導向學習教學後，後測組進步幅度比前測組大，且達統計上的顯著水準。進一步分向度分析學習成效對課程的學習動機、對課程的學習態度、對主題單元進行時的學習態度、以及對參與課程相關活動的行為均有顯著優於前測組，顯示 PBL 設計主題式物聯網建置技術融入資訊網路課程具有教學效益與學習成效。

此外，PBL 在「對資訊網路課學習的幫助」、「對資訊網路課問題解決能力培養的提升狀

況」以及「對小組合作的幫助」三個向度，PBL 教學後，後測組在學習成效得分皆顯著優於前測組。本研究發現問題導向學習教學法強化了大多數學生多元思考能力，也更易了解物聯網議題。特別是超過八成的學生認為問題導向學習教學法，對其學習資訊網路與物聯網是有所幫助。而且學生認為經過共同討論與分享，從體驗活動中解決問題，讓學生更有興趣於學習主題式的課程單元。學生解決問題模式也從個人模式逐漸轉為利用小組資源共享，可讓多種網路問題得以有效找到解決方案，未來在創新教學策略可依據本研究結果進行課程規畫。

2. 學生學習回饋

問題導向學習著重於問題發生在實際網路環境中，強調理論和實務可以串連起來，藉由問題引發學習者的內在動機後，增強自行建構物聯網的知識能力。從本研究結果得知，學生經問題導向學習教學法後，在學習成效的四個向度「對課程的學習動機」、「對課程的學習態度」、「對主題單元進行時的學習態度」以及「對參與課程相關活動的行為」方面，後測組和前測組學習成效達顯著差異，且分量表的後測得分也高於前測，表示問題導向學習教學法對於學生學習物聯網建置技術的課程主題單元之學習成效有全面性的顯著提升，也就是說主題式課程能有效提升學生的學習。進一步分析前測組與後測組之不同學習成效差異，發現到問題導向學習比一般教學對於資訊網路的問題解決能力培養有正向幫助，主要可以透過小組合作討論獲得解決方法，能在學習成效上更有顯著性的提升。

本研究貢獻是問題導向學習對學生的學習能力提升情形，從問題導向學習調查表統計分析和教學過程發現，此 PBL 教學法對學生在資訊網路和物聯網建置技術學習正向幫助、對網路問題解決能力培養的提升有正向幫助，以及小組合作能力的幫助皆產生正向效果。本研究結果發現，在解決問題方面，學生從單打獨鬥方式漸漸轉變為小組共享資源，讓非結構化網路問題得以透過腦力激盪方式提出解決之道；小組合作方面，當意見不同陷入學習困境時，學生會採用表決方式取得共識，或將各方資料彙整尋求最佳方式，在小組面對面的圓形桌助長下把設定的主題加以實現。

3. 教師教學反思

綜合上述統計資料，以問題導向學習進行主題式物聯網建置技術單元教學，顯示主題式物聯網建置技術學習單元對於提升學生學習成效是有幫助的，由此可知，問題導向學習教學法比較能帶動學生的學習成效有正向提升。特別在問題導向學習調查表的三個向度分量表中，得分未達 80% 以上值得教師在教學上反思，包含(1)問項中提到 PBL 上課方式，使資訊網路成績更進步，學生可能對於考試方面存在疑慮(如需花時間努力讀書)，讓後段程度學生有卻步疑慮。(2) 問項中提到 PBL 學習的過程中，更容易察覺資訊網路課的問題存在疑慮，可能原因少數學生對於網路知識學習較無興趣，讓學生感到有學習困難。(3) 問項中提到小組成員所蒐集的資訊網路資料，對我非常有幫助或喜歡提出自己的想法與他人討論，在小組討論過程中，教師發現少數學生不喜歡與人討論課程議題，認為上課應由教師進行授課來吸收網路設備或物聯網的知識。因此教師須再花心思於教學互動上，引發學生主動式的學習與討論。

從本研究中發現，由於章節單元教材課程是依據現有教課書版本進行修改、編寫，現有一般教學內容有些部分屬於章節式的教材，學生又無法與舊技術(如星狀網路架構)或新科技物聯網(如辦公室自動化監控)做有效的連結，而導致不容易建構網路概念。教學者可依據本研究結果來進行課程改進，為學生學習物聯網建置技術來串聯已有的先備知識，但也礙於教學現場授課時間不夠，要全面性的探究，教學者的課程設計須不斷更新也更具挑戰性。

柒、建議與省思(Recommendations and Reflections)

1. 教學建議

本研究以問題導向學習重視學生藉由討論的方式來尋求解決的方法，但是學生時常在討論的過程中偏離主題(如滑手機或純聊天)，加上本研究之研究對象為大學二年級，自我意識較強且學生程度屬於技職體系中後段，以及少數學生學習心態較為遲緩影響下，對於小組合

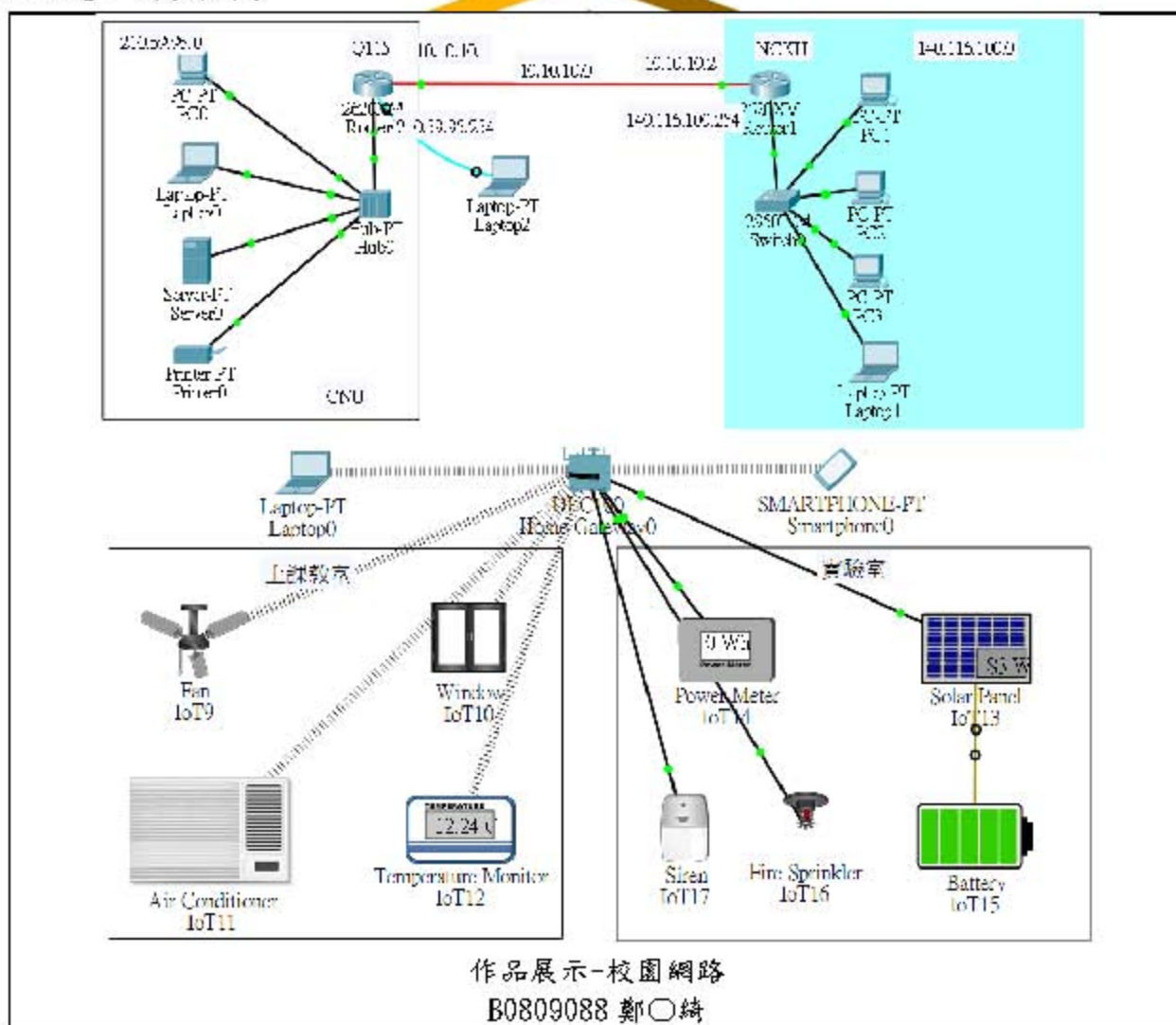
作的運作模式和協調溝通能力尚需再強化。所以教師在教學策略必須事先向學生說明學習的時間，避免上課遲到與缺課問題，討論中適時協助和提醒，學習過程中搭配學習單，讓討論學習更有效率進行；為配合課程教學進度，教師可請學習較佳的學生擔任小組長帶領學習主題，或設立獎勵措施提升學習成效，也可訓練學生善用時間與判斷學習重點之能力。

2. 教學省思

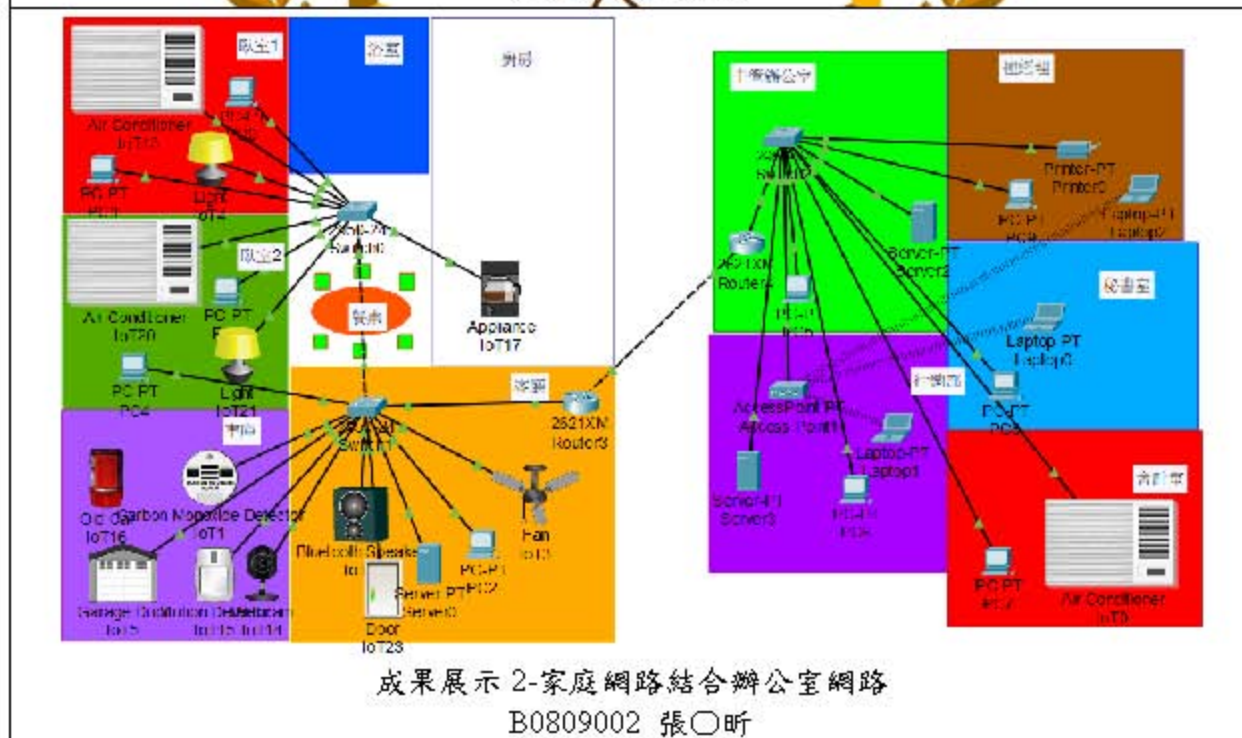
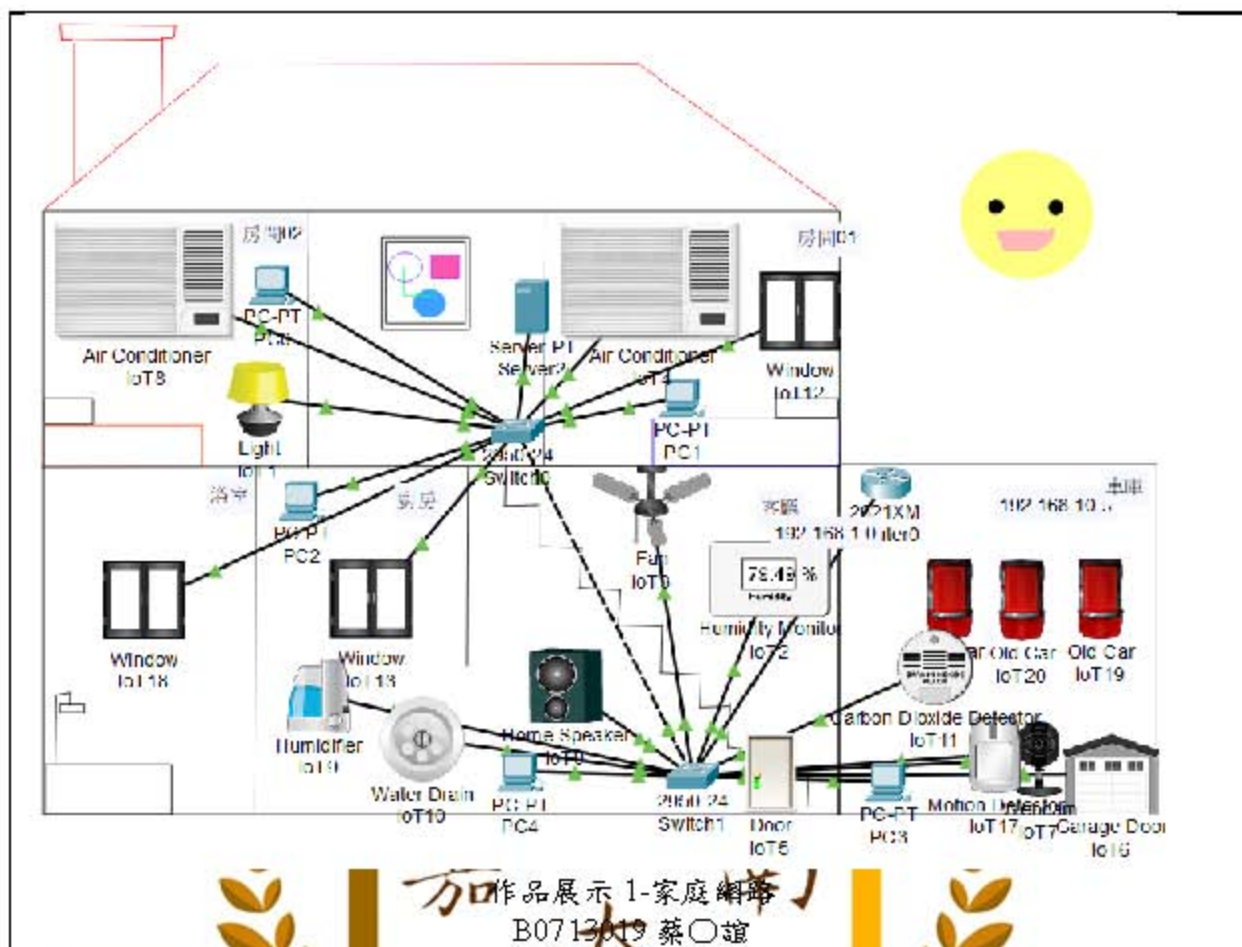
本研究發現，學生對物聯網元件所需網路基本知識之概念是不清晰的，教師認為這可能和現有網路課程有些屬於舊教材有關，由此可知，教師須花費更多時間更新資訊網路課程教材更顯重要。因此，建議未來教學策略，可在問題導向學習教學中，將學生的物聯網概念藉由實作操控來加以澄清，也就是購置物聯網產品進行建置作業，藉由歸納問題和尋求解決方法，以達到學生專業技能的獲取。

捌、 成果展示

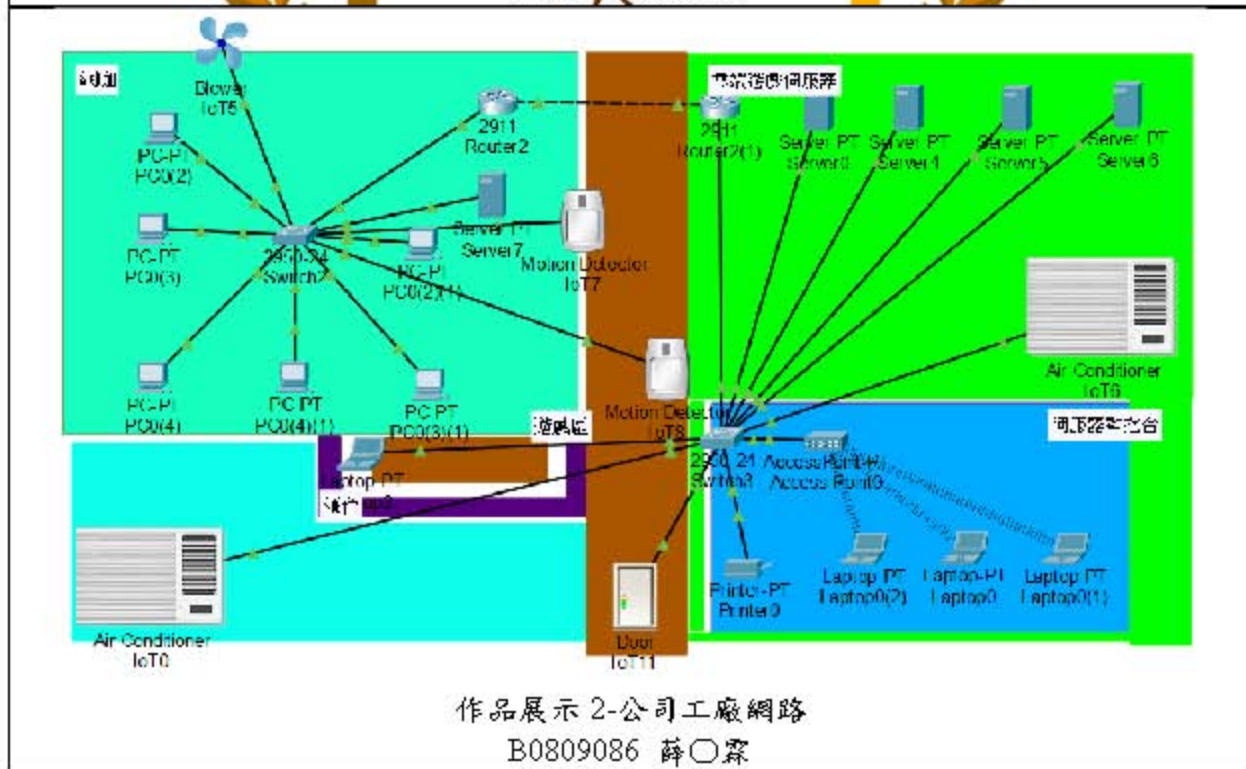
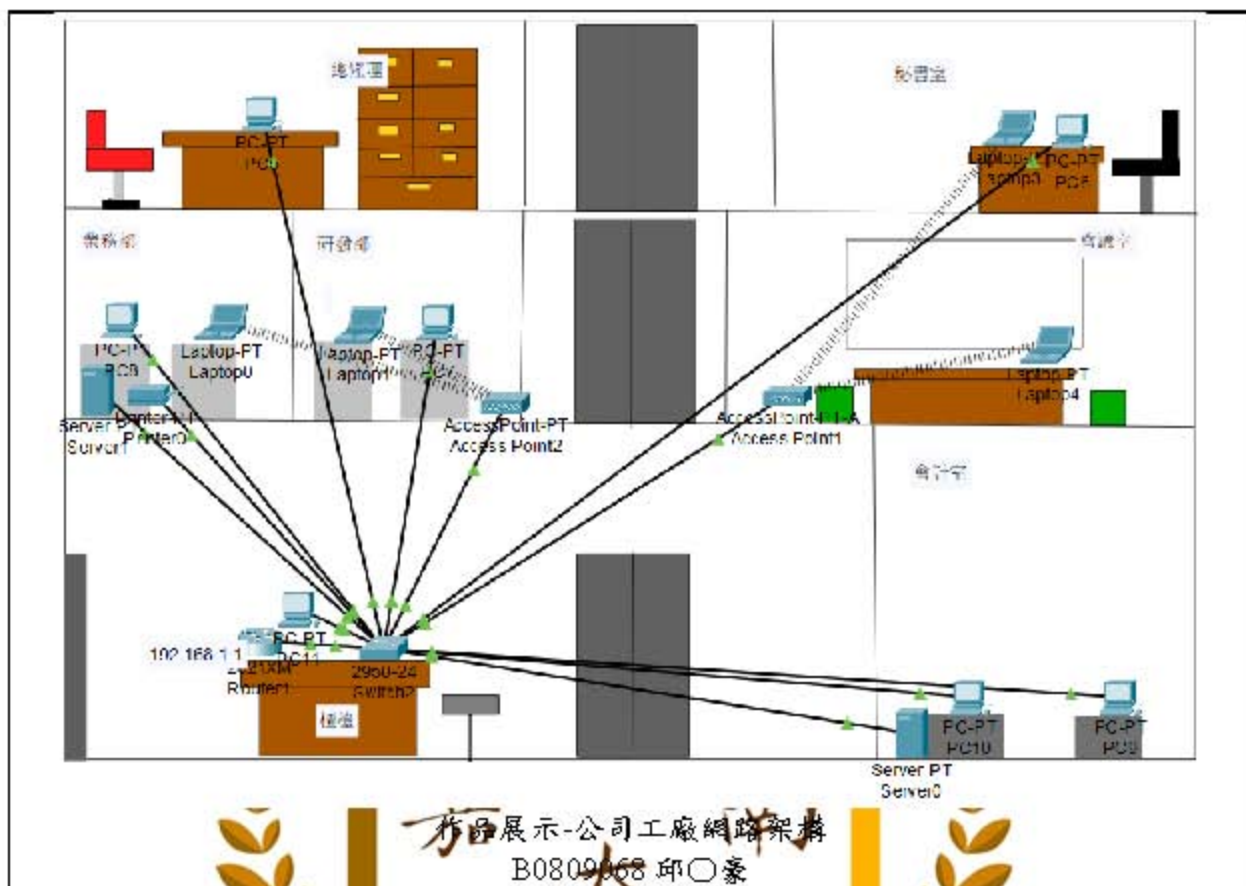
資訊網路課程採用多元學習領域與多元評量方式，採用主題式教學，並以3-4人為一組，設立組長一人，執行小組設定目標與達成每一階段的任務。本研究係利用Cisco PacketTracer平台設計物聯網及規劃網路，網路裝置包含有路由器(Router)、交換器(Switch)、集線器(Hub)、無線裝置、安全套件等。終端裝置包含有個人電腦、伺服主機等。物聯網設備包含有家庭網路和物聯網服務器、智能硬件設備、物聯網定制線纜等。本課程規劃的教學成果應用如下：作品主題1、校園網路



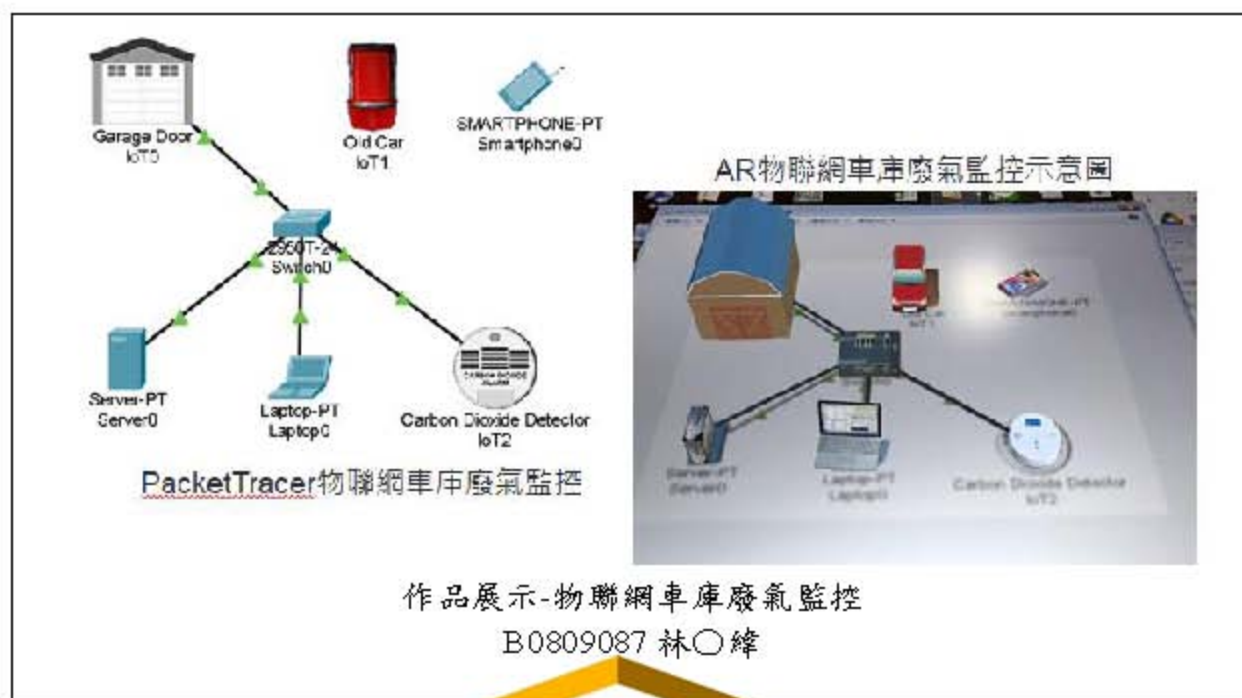
作品主題 2、家庭網路



作品主題3、公司工廠網路



作品主題 4、AR-物聯網車庫廢氣監控



參考文獻(References)

- (1) Barrows, H. S., & Tamblyn, R. M. (1980). Problem-based learning: An approach to medical education. New York: Springer Pub. Co.
- (2) Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. The Science Press, New York. Available from <http://worldcat.org/z-wcorg/database>.
- (3) Nunnally, J.C. & Bernstein, I.H. (1994). The Assessment of Reliability. Psychometric Theory, 3, 248-292.
- (4) Polya, G. (1957). How to Solve It: a new aspect of mathematical method, ed. London: Penguin.
- (5) Slavin, R. E. (1995). Cooperative learning: Theory, research, and practice. Boston: Allyn & Bacon.
- (6) Torp, L. & Sage, S. (1998). Problems as possibilities: Problem-based learning for K-12 education (2nd ed.). Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- (7) 吳清山 (2002)。知識管理與學校效能。載於國立中正大學教育學研究所 (主編)，知識管理與教育革新發展研討會論文集 (上) (頁 99-118)。臺北市：教育部。
- (8) 張春興 (1989)。張氏心理學辭典。臺北市：東華。
- (9) 張春興 (1994)。現代心理學。臺北：東華。
- (10) 黃芳銘 (2006)。社會科學統計方法學-結構方程模式。台北市：五南書局。
- (11) 黃淑惠 (2002)。問題本位學習的課程設計評析。國民教育研究學報，8，頁 53-73。
- (12) 廖宏勳、黃美瑤 (2009)。問題導向模式教學與直接教學對高中生在體育課程身體活動量之影響。98 年度大專體育學術專刊，223-229。
- (13) 鄭宇樑 (2006)。問題導向學習的課程與教學。致遠管理學院學報。1 期，頁 177-195。