

創新教育在高教體系 --以 CDIO 模式推動創意思考課程

宋明弘*

摘要

世界經濟論壇的研究報告指出，未來工作的十大關鍵技能的前三項，分別為複雜問題解決、批判思考、與創意。當高教體系在推動符合未來工作的關鍵能力時，尤其是創意的培養時，應如何推動？執行上會遭遇到何種困難等等問題，這些都是亟需回答與解決的。

本研究的主要目的在嘗試建構一個適合高教體系的創新教育機制，以構思（Conceive）、設計（Design）、實現（Implement）和營運/運作/操作（Operate），CDIO 為架構，結合新版 Bloom 認知領域教育目標（記憶、理解、應用、分析、評估、與創造）。在不同階段，教導大一新生多種創意技巧（5W2H，九宮格，六項思考帽，奔馳法等），以此推動創意思考的教學。

本研究對高教體系的創新教育，以創意思考課程為例，提供一個明確的創新教育目標與具體實踐流程，期能培養學生具有未來工作的關鍵技能，尤其是創意思考的能力。

關鍵字：創新教育、認知領域、CDIO、創意思考

* 逢甲大學創意設計碩士學位學程／通識教育中心副教授。

Innovation Education in Higher Education System -- Application of CDIO Model in Creative Thinking Courses

Sung, Ming-Hung^{*}

Abstract

According to the World Economic Forum's research report, the first three key skills of the future work are complex problem solving, critical thinking, and creativity. When the higher education system is promoting the key capabilities for future work, especially when it comes to the cultivation of ideas, how to promote it, what difficulties will be encountered in implementation, etc. These are urgently needed to be answered and resolved.

The main purpose of this research is to try to construct an innovative educational mechanism that suitable for the higher education system. This research applied conceive, design, implement and operate (CDIO) as the framework, combined with the new Bloom Cognitive domain education goals (memory, understanding, application, analysis, assessment, and creation). At different stages, teach freshmen a variety of creative skills (5W2H, 9-Windows, Six Thinking Hats, SCAMPER, etc.) to promote the teaching of creative thinking course.

In this study, the innovative education of the higher education system, taking the creative thinking course as an example, provides a clear innovative education goal and specific practical process, It's hope that which can train students to have ten key skills for future work.

Keywords: Innovative Education, Cognitive Domain, CDIO, Creative Thinking

^{*} Associate Professor, General Education Center, Feng Chia University.

壹、緒言

世界經濟論壇 (World Economic Forum, WEF) 「未來工作的十大關鍵技能報告」(WEF, 2018)。提出未來雇主最希望員工擁有的十個能力，前三項為：(1)複雜問題解決 (Complex Problem Solving)，當面對定義並不明確，或沒有明顯對錯的低結構性問題，就需要這種能解決問題的能力；(2)批判思考 (Critical thinking)，著重邏輯與推論的能力；(3)創意 (Creativity)，能跳脫現有框架，看出別人所看不出來的問題點，並能解決。其他依序分別為(4)人員管理 People management；(5)與他人協調合作 Coordinating with others；(6)情緒智商 Emotional Intelligence；(7)判斷與決策 Judgment and Decision-making；(8) (為眾人) 服務導向 Service orientation；(9)談判 Negotiation；(10)認知彈性 (通權達變) Cognitive flexibility。對於解決企業界長久以來對學界的批判，學用落差，這份報告了提供學界具體改善的方向。

然而，過去的教學與評量往往以記憶背誦為主，對於了解、應用、分析、評鑑、甚至創造等能力，卻較少著墨。因此，如何循序漸進將認知歷程向度的層級，從底層的記憶向上提升到最高的創造，以培養未來工作的技能是個值得探討的主題，此為本研究動機之一。

另外，上述十大工作技能與 CDIO 的流程運作不謀而和。因為 Crawley 等人 (2007) 認為每個畢業的工程人員，都應該能夠在一個現代團隊合作的環境之下，構思 (Conceive)、設計 (Design)、實施 (Implement)、運作 (Operate) 這些複雜、具附加價值的工程產品、流程、與系統。然而 CDIO 要如何導入課程，並能與創意思考的課程結合？此為本研究的動機之二。

現今的創意技巧往往有數百種，若要在有限的時間內，教導學生創意的技巧，哪些適合？那些不適合？這些都是急待回答的重要課題，此為本研究的動機之三。

貳、文獻回顧

為能培養未來工作所需的技能，尤其是創意技巧，本文獻回顧將針對認知領域中的認知歷程向度 (如了解、應用)，探討如何利用創意思考的技巧 (如 5W2H) 來達到強化學生的學習效果。第一小節將介紹認知領域，接著第二小節將分別介紹七種技巧，最後的小節將介紹 CDIO 的流程如何來導入創意教學過程。

一、認知領域

L. W. Anderson 等人 (Anderson & Krathwohl, 2001) 在 2001 年提出刊修訂版。新的系統將能力層次的名詞改為認知歷程的動詞，著重在學生如何學習而非老師如何教。知識向度屬名詞詞態，以學習內容為主，目的在協助教師區分該傳授何種知識。

- 事實知識 (Factual Knowledge)：學生學習或解決問題時，必須知道的基本元素，例如介紹夜市，有哪些基本的資訊需要去蒐集。
- 概念知識 (Conceptual Knowledge)：以基本元素解釋較大結構，並能與功能結合。例如夜市可分為人事時地物的大架構，可進一步思考如何設計。
- 運用標準的知識 (Knowledge of criteria for determining when to use appropriate procedures)：知道何時改採用何種方法或程序的知識，用以測度或判斷事實、原則、意見。例如以夜市為主題，該用何種創意的技巧來表達，分類，歸納，或創新呢？
- 後設認知知識 (Metacognitive Knowledge)：Meta 指的是 Above，後設認知係指對認知的認知，後設認知知識係指監控、控制與規範認知的知識 (張春興，1991)。

認知歷程是動作，目的促進學生保留和遷移所得的知識。認知歷程的向度越往右(見表 1)，代表越能符合未來工作的關鍵能力。過去很多靠記憶的工作，都被儲存在雲端的資料庫所取代，利用網路搜尋即可取得資料。因此，學生能力的培養應該著重於較高層次如分析、評鑑、創造等。評量學生的學習成效，可以由認知歷程向度與知識向度的關係(如下表所示)來考量(徐明珠，2016)。

表 1 認知歷程向度與知識向度關係表

認知歷程 向度 知識向度	記憶	了解	應用	分析	評鑑	創造
事實知識						
概念知識						
程序知識						
後設知識						

資料來源：引自 Anderson, Krathwohl, Airasian, Cruikshank, Mater, Pintrich, Raths, & Wittrock, 2001, p.28。

二、創意思考

當描述創意時，最常用的字眼就「天馬行空」。人們常會說，發揮天馬行空的創意。事實上，創意從來就不是天馬行空，神來一筆的，也不是某些人的專利。創意是可經由傳授得來的，而且是能系統化的產生高品質的解答。創意的技巧有數百種，但不外乎是發現問題，描述問題，分析問題，解決問題的變形。因此如果掌握到這些精神，就可有系統的來解決問題，減少學用落差。

創意思考的素養，在「知識 (Knowledge)」上，能對創意思考理論有所理解；在「技能 (Ability)」上，能學習到創意思考的實作能力；在「態度 (Attitude)」上，具有價值判斷和表達個人感受。同時，創意思考的學習，必須連結真實的生活情境，而非零碎的知識或特定的能力。

培養創意技巧，將能看出他人所未能看出之處，想到別人所未能想到的點。然而創意技巧有百百種，限於篇幅關係，以下將只針對其中的七種介紹，此七種分別對應到知識歷程向度上。當然，並非只有這幾種創意技巧可行，而是這幾種為較容易在課堂上執行。以下各方法後的中括號，代表後續將會採用方法的縮寫，例如〔形〕代表型態分析法。

(一) 型態分析法 Morphological Chart〔形〕

型態分析法係將一現象解構後，再使用組合技術，來產生更多的新想法。該方法列出每一可變要素 (Potential Variable) 的可變特性，例如方形-->圓形-->三角形；主要變數、獨立變數：相互獨立的子系統，以及外在變數。型態分析法多用在簡單的設計上。(施宏霖，2002)

(二) 5W2H 正反合〔5〕

5W2H 正反合有兩個向度，分別為代表人、事、時、地、物的 Who, What, When, Where, Why, How, How much/many，以及代表正反兩相對立相的正反合辯證法 (陳鴻慶，2016)。

(三) 九宮格法 Nine Windows Technique〔九〕

九宮格描述時間與空間的變化，空間軸為超系統/系統/子系統。時間軸為過去/現在/未來。(Chiu, Lien, & Chan, 2018)。系統是由一些個體、元件、零件所組成，具有某種特定功能，例如灌溉系統，電腦系統，交通儀控系統。超系統本身也是個系統，與所研究的系統有某種程度的關聯。將系統拆解後，可得到模組化的子系統。比如人是個系統，共有 12 個子系統 (肌肉、骨骼、消化、呼吸等) 所組成。

(四) 六項思考帽 Six Thinking Hats [六]

「六項思考帽」是由六個向度來思考問題，(柯佩蓉，2019)。「六項思考帽」也是正反合的變形，進行思考的過程中，想像自己戴上不同顏色的帽子，每次都透過不同的觀點來審視問題，避免單一的慣性思考。如同正反合的概念，紅色帽與白色帽一組，藍色帽與綠色帽一組，黃色帽與黑色帽一組。

- 〔黃帽〕：陽光、正向、樂觀
- 〔黑帽〕：陰暗、負面、悲觀
- 〔白帽〕：中立、客觀、理性
- 〔紅帽〕：情感、主觀、感性
- 〔綠帽〕：右腦、創意、植物、生長、發散
- 〔藍帽〕：左腦、邏輯、天空、冷靜、收斂

(五) 635 默寫法 6-3-5 Brainwriting [6]

大多數的創意思考是以腦力激盪的方式呈現，往往個性較內向或不擅長表達的人其想法無法為他人所知悉。「635 默寫法」乃以默寫的方式來呈現。(李靜儀、李秉乾、吳俊哲、謝佩君、張鈺卉，2016)

六人組成小組，每個人在五分鐘內，默寫下三個想法。進行中並不允許交談，每隔 5 分鐘一次循環，每個人把自己的紙張（順時/逆時）傳給下一人。此方法的優點為不易受到他人影響，每個人（強迫）分享看法，容易使用，短時間可迅速產生大量點子。另外，對於原始具有創意點子的發想人，能被團體所辨識並鼓勵。然而，有人若沒有討論刺激想法，無法寫出想法；其次，字跡潦草，看不懂對方寫的，或是有些組員敷衍，不願思考，這些都是潛在的問題點需要克服。

(六) 奔馳法 SCAMPER [奔]

「奔馳法」乃由字首字 SCAMPER 的譯音翻譯的(林群超、陸定邦，2006)。「奔馳法」是一種操作因子 Operators，各操作因子間的關係如下表所示。表中 A,B 分別代表某單元或元素或性質。例如 Combine（合併）就是將原有的單元 A，加上另一個單元 B，以 A-->A+B 來表示。同樣的，Eliminate（消除），就是原有兩個單元，刪除一個單元，以 A+B-->A 來表示。

表 2 奔馳法各操作因子的關係

特性	正	反
增減	Combine (合併) A-->A+B	Eliminate (消除) A+B-->A
系統關聯	Adapt (仿他) B-->A	Put to other uses (轉用) A-->B
屬性/值	Substitute 取代 A-->B	Magnify/Modify/Minify (修改) A-->A'
方向/順序	Re-arrange/Reverse (重排) AB-->BA	

資料來源：本研究整理

(七) 心智圖 Mind Mapping [心]

心智圖，(王開府，2008)，有許多不同的名稱，如心智地圖、腦力激盪圖、思維導圖等，是一種圖像式思維的工具。心智圖的表現手法以關鍵字（名詞或動詞）、分類階層化的放射思考、顏色（幫助記憶和激發想像）和圖像（強化直覺）。心智圖可提綱挈領、整體思考問題大局，且能把握問題之間的關聯性。

三、CDIO

CDIO 工程教育理念是 2011 年由美國麻省理工學院聯合瑞典查爾穆斯特技術學院、林克平大學、皇家技術學院，共同創立的一種全新工程教育理念 (Craw 2011)。CDIO 的核心是 1 個願景、1 個大綱和 12 條標準。

CDIO 的願景 (Vision) 為工程教育學生提供一種強調工程基礎、建立在真實世界的產品和系統的背景上，以構思－設計－實現－運行 (CDIO) 為過程。取自：<http://www.cdio.org/cdio-vision>

CDIO 是一套完整的人才培育架構與模式。當初的制定是直接參考產業界需求後，來訂定了 12 項標準 (Standards)。此標準代表 CDIO 課程的特色，也是教育改革和評估的準則，提供實施和檢驗上，具系統的、全面的指引。具體來說，12 項標準提供持續改善的架構，使得工程教育改革上具可操作性與可測量性。

CDIO 的課程大綱 (Syllabus 2.0) 將工程師必須具備的工程基礎知識、個人能力、人際團隊能力和整個 CDIO 全過程能力，以逐級細化的方式表達出來。課程大綱涵蓋四大主軸，包括 (一) 技術知識和推理能力；(二) 個人能力、職業能力和態度；(三) 人際能力：團隊合作和溝通；(四) 在企業和社會環境之下，能夠構思、設計、實施和運作。四大主軸內容具有普遍性，適用於各領域，皆為產業所需人才應具備之能力。

參、以 CDIO 為流程的認知歷程向度

若以「認知歷程向度」為主軸來設計課程目標，本研究循序漸進由底層的「記憶」、逐漸培養學生具有「了解」、「應用」、「分析」等能力，進而具有、「評鑑」到最高的「創造」是教育重要的目標。整個架構是依照 CDIO 的流程在進行，從構思（Conceive）開始，然後設計（Design）內容，接著導入實施（Implement），最後進行運作（Operate）。每個階段都以不同相對應的創意技法來傳授。

以下將針對每個階段的流程，以及建議所採用的創意技法提供參考，其中每個創意技法前以縮寫代替，例如〔6〕代表六項思考帽，〔綜〕代表綜合上述方法。

舉例來說，在理解階段，含有詮釋（Interpreting）、舉例（Exemplifying）、分類（Classifying）等具體內容。以詮釋來說，〔5〕代表著本研究建議可將小組主題轉換成 5W2H 的方式來呈現。

一、構思（Conceive）

課程進程序說明如下：

- （一）首先說明該創意技法的背景。
- （二）接著說明相關理論基礎，尤其是在「認知歷程向度」上的定位。
- （三）描述該技法的其他分類方式。
- （四）使用上的限制與適用的範圍。
- （五）操作的流程與順序。
- （六）某些技法以表單（格）方式呈現，以利學員操作。
- （七）提供案例以利學員參考。

以下針對各創意技巧，提出相對應認知歷程向度。

現以中部某大學為例，說明創意課程如何結合認知歷程向度。該門「創意思考」通識課程為一學分的必修課程，學生採全校不同的科系混合編組，一門課由十個學院中的四個科系大一學生所組成的 50 人班級，可達到跨領域互相學習的成效。「創意思考」在期中考前，每周上兩小時約八次課程。在期中考後，和其他通識必修課程對調。

全班每四個人採隨機形成一小組。在第一堂課經由討論出小組共同的主題。從第二次上課起，即利用不同的創意技巧來表達小組的主題。創意思考的學習，必須連結真實的生活情境，小組的題目涵蓋食衣住行育樂

- 食：美食（夜市/下午茶/消夜/拿著走）
- 衣：蝦皮/網購
- 住：著名景點（溪頭/阿里山/...）
- 行：重機/跑車
- 育：兩性議題/桌遊/拼圖/飛鏢/星座
- 樂：抓娃娃機/電玩主機/扭蛋/麻將/大富翁/霹靂布袋戲/日韓劇（電影）/鋼鐵人/多拉 A 夢/蠟筆小新/海賊王/烏龍派出所
- 其他：一例一休/宅男/魯肥宅/寵物/自拍/網紅/網美/網俊/租借伴侶

二、設計（Design）

在 CDIO 的設計階段，以下說明如何在各個「認知歷程向度」的知識遷移上，所採用可能的創意方法。例如〔5〕，代表可將小組主題轉換成 5W2H 的表示方式。

（一）理解（Understand）

理解：從教育材料，如閱讀、教師的解釋中找出涵義的能力，此過程的創意技能包括：

詮釋（Interpreting）

- 〔5〕將小組主題轉換成 5W2H
- 〔心〕畫出小組關鍵字的圖示（Icons）
- 〔六〕將五頂帽子（黃黑紅白綠）的敘述，改寫成藍色帽子

舉例（Exemplifying）

- 〔奔〕利用奔馳法舉出各種可能的變化
- 〔5〕舉例說出小組主題的人事時地物，以 5W2H 的方式表現出

分類（Classifying）

- 〔形〕找出小組主題所有的特徵
- 〔形〕列出小組主題所有共通的屬性
- 〔5〕列出小組主題的正反不同屬性

總結（Summarizing）

- 〔6〕以藍色帽子（六項思考帽）來總結
- 〔5〕從合的觀點，融合正反雙方的看法

推論（Inferring）

- 〔九〕預測未來「超系統/系統/子系統」的變化
- 〔九〕推論過去所發生的，是何原因所造成的？

比較 (Comparing)

- 〔5〕列出正反兩面的看法
- 〔九〕比較動作前，動作中，動作後的差異性

解釋 (Explaining)

- 〔心〕繪製心智圖，解釋因果鏈的形成

(二) 應用 (apply)

執行 (Executing)

- 〔九〕描述過去「超系統/系統/子系統」之間的關係

實作 (Implementing)

- 〔九〕描述未來「超系統/系統/子系統」之間的關係

(三) 分析 (Analyze)

辨別 (Differentiating)

- 〔奔〕分辨三個成對操作因子的不同 (參考表二)

組織 (Organizing)

- 〔形〕列出小組主題所有共通的屬性，整理出大分類
- 〔6〕將全部的答案，以資訊圖表 (Infograph) 方式

歸因 (Attributing)

- 〔5〕推測小組題目“Why”的成因為何？

(四) 評鑑 (Evaluate)

檢查 (Checking)

- 〔6〕檢查每個程序，是否與每頂帽子的屬性一致

批判 (Critiquing)

- 〔5〕從正與反的角度來看一個合的系統應該如何？

(五) 創造 (Create)

產生 (Generating)

- 〔綜〕以特定場域 (例如學校) 為限制範圍，將分組的主題的人事時地物呈現出來，提出具有創意的想法

計畫 (Planning)

- 〔綜〕討論出小組成員的口頭報告內容與順序，以及時間的掌握

製作 (Producing)

- 〔綜〕以分組的主題，融合之前所教授的幾種創意技法，加以創作

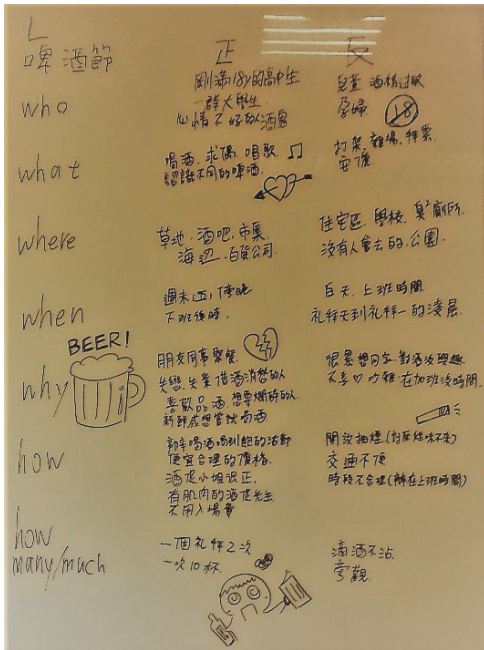


圖 3 5W2H 正反合(1)

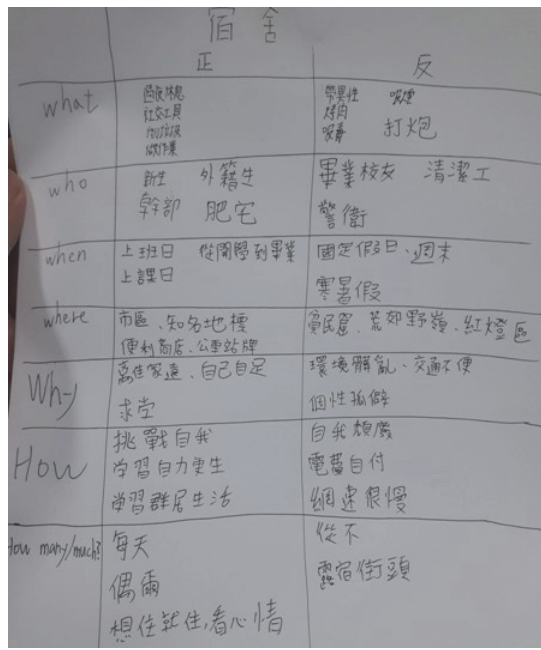


圖 4 5W2H 正反合(2)

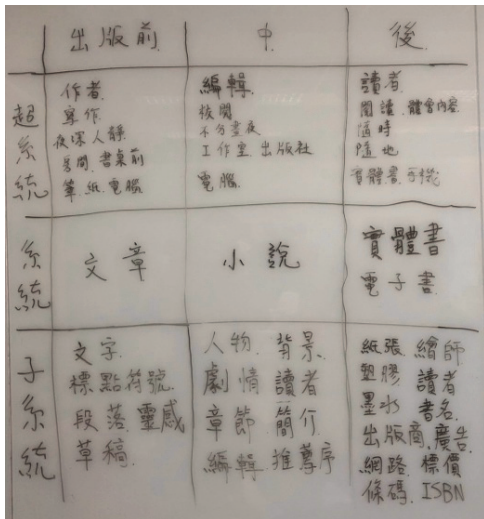


圖 5 九宮格(1)

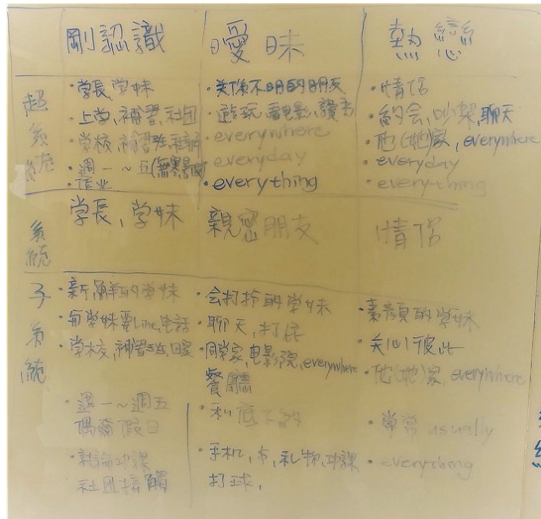


圖 6 九宮格(2)

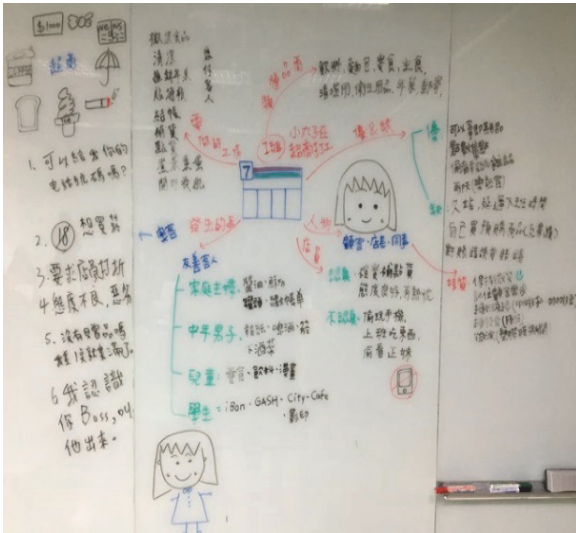


圖 12 心智圖(1)

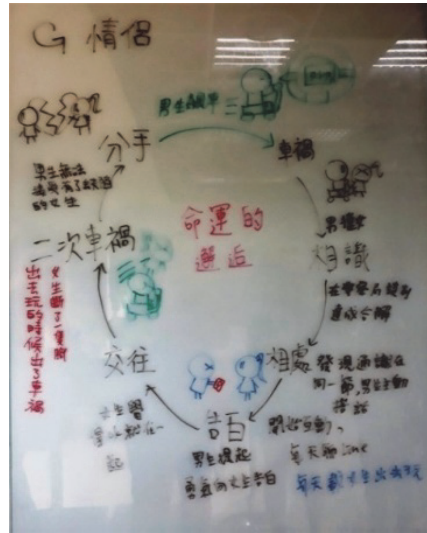


圖 13 心智圖(2)

四、營運/運作/操作 (Operate)

課程最後一堂，以小組所選定的題目，結合本學期所教授的七種創意方法，再融合成為自己的方法，30 分鐘內在白板上完成集體創作(如圖 14 所示)。

接下來為口頭報告，一組為四分鐘，輪流上台報告成果。報告的重點有三項，首先為小組題目與場域之間的關係為何？其次為所採用的方法為何？最後為有何創新之處？



圖 14 期末小組成果發表

肆、結論

本文歸納幾項結論如下：為了因應未來工作的需要，尤其是陪養其中的關鍵技能，傳統記憶式、單向的授課方式已經不符時宜了。本研究提出在 CDIO 的流程架構上，以知識向度與認知歷程向度的創意思考教學來規劃通識教育課程。

CDIO 的核心概念為做中學與培育學生整合專業知識與實作能力，採「構思」、「設計」、「實施」與「操作」流程進行，具有系統性與引導性。對有意導入創意思考課程的學校，能提供一個具體的實施方向。

在比較各組在學期開始與期末口頭的創作上，可明顯看出有很大的進步。雖然授課時數不多（共 12~18 小時），但透過 CDIO 的架構，配合認知歷程向度循序漸進，雖無嚴謹的問卷統計分析，但由同學的期末反應，仍能看出有很大的學習成效。

參考文獻

- 王開府 (2008)。心智圖與概念模組在語文閱讀與寫作思考教學之運用。國文學報, (43), 263-296。
- 李靜儀、吳俊哲、王柏婷 (2016)。Conceive-Design-Implement-Operate (CDIO) 理念對臺灣工程教育的啟發。臺灣教育評論月刊, 5(2), 101-104。
- 李靜儀、李秉乾、吳俊哲、謝佩君、張鈺卉 (2016)。逢甲大學。Freshman Project 規劃方式與作法。臺灣教育評論月刊, 5(4), 121-126。
- 李靜儀 (2017)。以國際工程教育發展建構臺灣高等工程教育的主旋律。臺灣教育評論月刊, 6(2), 16-20。
- 沈翠蓮 (2015)。創意原理與設計。臺灣五南圖書出版股份有限公司。
- 林群超、陸定邦 (2006)。整合專利迴避技術與極簡思維之創新產品設計程序-以站立式檔案夾設計為例。設計學研究, 9(1), 75-91。
- 施宏霖 (2002)。探討形態學圖表法提案組合之程序。成功大學工業設計學系學位論文, 1-74。
- 柯佩蓉 (2019)。創造思考技法融入輔導活動課程自我發展主題軸對國中生創造力及自我概念之影響。臺灣師範大學創造力發展碩士在職專班學位論文, 1-142。
- 徐明珠 (2016)。以 Bloom 認知教育目標分類探討職能導向之數位出版編輯人才培育。中華印刷科技年報, 171-188。
- 張春興 (1988)。知之歷程與教之歷程：認知心理學的發展及其在教育上的應用。教育心理學報, (21), 17-38。
- 張愷臨 (2007)。以顧客需求為導向之電腦輔助產品變異設計。清華大學工業工程與工程管理學系學位論文, 1-130。
- 陳蜜桃 (2003)。認知負荷理論及其對教學的啟示。教育學刊, 21, 29-51。
- 陳鴻慶 (2016)。應用 8D 手法解決機車燈殼卡榫斷裂問題。國立高雄應用科技大學模具系學位論文, 1-51。
- Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., Airasian, P. W., Cruikshank, K. A., Mayer, R. E., Pintrich, P. R., ... & Wittrock, M. C. (2001). **A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives**, abridged edition. White Plains, NY: Longman.
- Chiu, T. T., Lien, T. R., & Chan, C. C. (2018). **Creative conceptual design ideas for Ghost Money-Burning Tub with Design Thinking, TRIZ, and**

Universal Design methodology. *International Journal of Systematic Innovation*, 5(1).

Crawley, E. F., Malmqvist, J., Lucas, W. A., & Brodeur, D. R. (2011). **The CDIO syllabus v2. 0. An updated statement of goals for engineering education.** In *Proceedings of 7th international CDIO conference, Copenhagen, Denmark*.

Crawley, E., Malmqvist, J., Ostlund, S., Brodeur, D., & Edstrom, K. (2007). **Rethinking engineering education.** *The CDIO Approach*, 302, 60-62.

World Economic Forum. (2018). **The future of jobs report 2018.** World Economic Forum, Geneva, Switzerland.

