

## Creative conceptual design ideas for Ghost Money- Burning Tub with Design Thinking, TRIZ, and Universal Design methodology

Tien-Ting Chiu<sup>1\*</sup>; Tai-Rong Lien<sup>1</sup>; Chao-Chung Chan<sup>1</sup>; Tzu-Yang Chiu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Industrial and Systems Engineering, Chung Yuan Christian University, Chung-Li 32023, Taiwan, R.O.C.

<sup>2</sup> Department of Optoelectric Physics, Chinese Culture University, Taipei, 11114, Taiwan, R.O.C.

\*Corresponding author, E-mail: tdchur@mail.nctu.edu.tw

(Received 29 March 2017; final version received 28 August 2017)

A burn ghost money is Taiwanese religions and cultural traditions. But burning gold paper will produce carbon dioxide, causing environmental pollution. Therefore, the aim of this study attempts to creative design concepts for a ghost money- burning tub. This study will be based on the five stages of design thinking, according to D. School, are as follows: empathy, define, ideate, prototype, and test. The research methods involved brainstorming, observational field research, systematic innovation methods (such as Mandala, Attribute Listing Technique, Cause and Effect Diagrams, Scenarios Analysis), TRIZ theory, Taiwan Patent Search System, and universal design questionnaire. Results of this study showed that a ghost money- burning tub can reduce environmental pollution.

*Keywords: Mandala, Attribute Listing Technique, Cause and Effect Diagrams, TRIZ*

### References

- Benyon, D. (2014). *Designing Interactive Systems: A Comprehensive Guide to HCI, UX and Interaction Design* (Third Ed.). UK: Pearson.
- Harting, A. & Kempkens, O. (2014). Getting elephants to dance. Retrieved February 15<sup>th</sup>, 2017: <https://www.slideshare.net/CorporateStartupSummit/getting-elephants-to-dance>
- Jugulum, R., & Sefik, M. (1998). Building a robust manufacturing strategy. *Computers & Industrial Engineering*, 35, 225-228.
- Mace, R. (1997). About the center: Ronald L. Mace. Retrieved February 12<sup>th</sup>, 2017: [https://www.ncsu.edu/ncsu/design/cud/about\\_us/useronmace.htm](https://www.ncsu.edu/ncsu/design/cud/about_us/useronmace.htm)
- Mace, R. (1998). Universal design in housing. *Assistive Technology*, 10(1), 21-28.
- Robles, G. C., Negny, S., & Le Lann, J. M. (2009). Case-based reasoning and TRIZ: A coupling for innovative conception in Chemical Engineering. *Chemical Engineering and Processing*, 48(1), 239-249.
- Story, M. F. (1997). 7 defining criteria: A set of seven principles developed by the Center for Universal. Design can help designers make their designs universal. *Innovation*, 16(1), 29-32.
- Yamashina, H., Ito, T., & Kawada, H. (2002). Innovative product development process by integrating QFD and TRIZ. *International Journal of Production Research*, 40(5), 1031-1050.

## 設計思考、萃智和通用設計應用於燒金紙桶設計概念

邱添丁<sup>1\*</sup>、連泰嶸<sup>1</sup>、詹詔中<sup>1</sup>、邱子洋<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 中原大學 工業與系統工程學系

<sup>2</sup> 中國文化大學 光電物理學系

通訊作者 e-mail: [tdchur@mail.nctu.edu.tw](mailto:tdchur@mail.nctu.edu.tw)

### 摘要

台灣祭祀祖先及宗教文化中，常以焚燒金紙作為感謝神明庇佑的謝禮，並祈福未來一切平安順利。燃燒金紙過程中不但會產生二氧化碳，且在燃燒不完全情況下，金紙會釋於大量的有害物質與氣體，造成環境汙染；若未注意到金紙桶內有悶燒情形，當桶內死灰復燃，對居家安全造成威脅。有鑑於此，為了維持文化傳承，也顧及環境汙染及居家安全議題。應用設計思考架構下，本設計方法計有：(1)場域觀察(家庭祭拜神明及祖先禮儀活動)；(2)系統性創新方法(如曼陀羅九宮格、屬性列舉法、魚骨因果分析、情境分析)；(3)TRIZ 理論等設計階段思考；(4)專利檢索等，促使產品設計更趨於最佳化。本設計產品概念於測試階段提供通用設計問卷評估，其結果將可供產品修正之參考。本研究產品設計概念促使投入金紙能完全燃燒，且讓燃燒所產生有害氣體達到最低，兼顧傳統文化保留及降低環境汙染；其設計概念方法，適用國內金桶製造廠商設計之參考。

**關鍵詞：**曼陀羅九宮格、屬性列舉法、魚骨因果分析、情境分析

### 1. 設計背景

#### 1.1 創作緣由

在台灣各宗教儀式活動，民間信仰習俗都還會祭祀神明或是祖先之後，以燒金紙以感謝神明或祖先的庇祐，如民俗廟會-東港王船祭、媽祖遶境...；家庭祭祀-清明節(如清代表枚於「祭妹文」文章內描述：「...紙灰飛揚，朔風野大，阿兄歸矣，猶屢屢回頭望汝也...」其「紙灰飛揚」意指墓前燃燒金紙情節)、中元普渡、初一十五土地公...等等，這些儀式稱為「拜拜」，是台灣珍貴的文化資產。現代人對於廟會及家庭祭祀所使用金紙如何區別不甚了解？依林金郎(2014)研究大致為(1)金錢(敬神紙)：紙上貼金箔，是燒給神明；(2)銀紙(冥紙)：紙上貼銀箔，是燒給亡者的。本研究不論是金錢或銀紙，均統稱為金紙；而燃燒金紙一般放置在「金紙桶」，它為一般家庭必備用品之一，然金紙在燃燒過程中，所產生濃煙常常會造成環境汙染。

#### 1.2 創作動機與目的

現在金紙桶雖然使用很方便，但是在金紙焚燒過程中仍需要留意下列問題，如(1)金紙燃燒過程中可能因為助燃物不足，造成燃燒不完全，而產生煙塵現象，煙塵除了會產生一氧化碳造成環境空氣品質汙染外，粒狀汙染物會危害人體健康；(2)金紙桶內金錢死灰復燃，可能會發生火災，釀成公共危險意外。有鑑於此，為了維持民俗文化及降低燒金紙所造成環境汙染，本金紙桶設計將促使桶內所有金紙皆能完全燃燒，解決燃燒不完全所帶來環境的傷害。

### 2. 文獻探討

#### 2.1 設計思考

設計思考(design thinking) 是換位思考及打破人們習慣框架，強調設計需要顧及使用者需求及使用者

行為之友善設計。其特色是強調以使用者為中心、共同合作、創意發想、動手做，其目的是以己身探索觀察去體驗內隱價值及建構概念的方式；其優點為透過直接掌握現狀，有助於發展新的構想(陳光茶, 2016)。另依史丹佛大學 D. School 設計學院 Kelley 教授，使用的就是設計思考的流程依序為以下五個步驟(如圖 1)：

- (1) Empathy(感同身受)：從使用者角度思考。挖掘使用者需求及待解決的問題，而問題背後需要從環境、心智模式、工具、作業方式...等觀察。
- (2) Define(定義)：釐清核心問題。常使用 Why(為什麼)與 How(如何做)，用來確定想要解決的問題、依問題先後或輕重緩急排序、並思考關鍵成功要素？核心價值？
- (3) Ideate(概念)：確認問題解決方法。以各種創新想法發散、點子收斂與分類。
- (4) Prototype(雛型)：製作設計雛型。從雛型中模擬設計是否有不足。
- (5) Test(測試)：依據測試結果分析再修正。

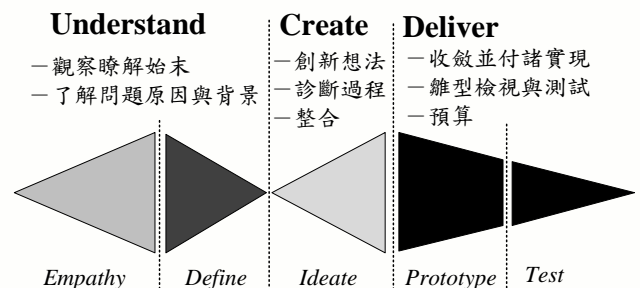


圖 1. 設計思考示意圖

資料來源：本研究參考 Harting and Kempkens (2014). Getting elephants to dance. 修改繪製

#### 2.2 情境設計(Design Scenarios)

依據Benyon (2014)研究指出，情境故事法是藉由情境分析，把設計者從現實的世界被帶到產品未來使

用的情境，從操作使用程序引用至使用環境。藉由情境分析以協助設計者，將所觀察得到的資訊連貫起來，從中領悟與體驗的行為，以做為創新設計的根據。情境分析分為四大類型：Stories(使用者故事)、Conceptual Scenarios(概念情境)、Concrete Scenarios(具體情境)、Use Cases(使用案例)等(如圖2)。

- (1) 使用者故事：是人類在真實世界中的經驗、想法、軼事與知識，亦由片斷行為與場域環境所組成資料。觀察者可以任何方式記錄，被觀察者故事內容。
- (2) 概念情境：此情境對系統需求瞭解、設計發想與產生，特別有效。
- (3) 具體情境：當設計者面對某特定問題或議題時，可以將原有情境稍做修改，產生與舊有情境有關的新情境。因此，概念情境可能衍生出許多比較具體的情境。
- (4) 使用案例：描述使用者與系統之間的互動，它是有關系統如何使用的實際案例。
- (5) 需求/問題：收集使用者故事、以及分析故事過程中，各種問題和困難點。
- (6) 情境集成：從不同故事中抽象摘要要素，發展出一套高階抽象的情境描述，以明確定義系統(或產品)要支援的主要行為。
- (7) 概念模型：在概念模型化的過程中，包括發展各種情境及情境所集成的物件。再由這些過程中，以得到物件與資料的模型。

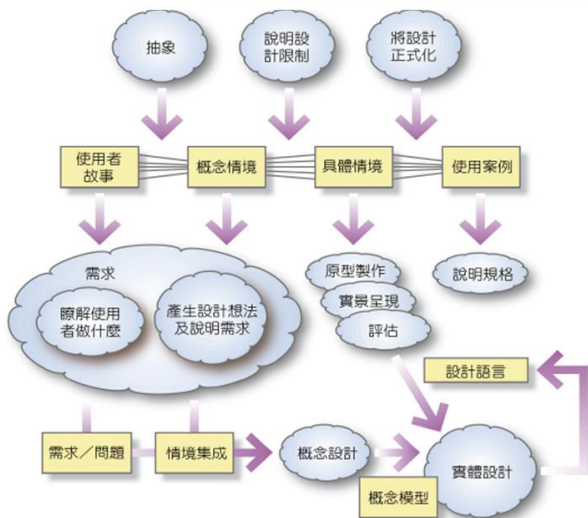


圖2. 以情境為基礎設計的架構流程示意圖。四方框表示設計產出；雲朵表示設計過程。

資料來源：陳建雄(2009)，《互動設計：跨越人一電腦互動》，全華圖書公司

### 2.3 發明問題解決理論(TRIZ)

TRIZ 為俄文 Teoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadatch 之縮寫，意即「發明問題解決理論」。由俄國科學家 Genrich Altshuller 及其研究團隊於 1946 年根據所研讀之 25,000 筆以上的發明專利後，針對創新發明所創造出的一套嚴謹之理論方法。TRIZ 理論為一系統化之創意設計方法，透過有系統、有規則的方法，解決創新過程中有可能碰到的種種問題，致力於釐清

和強調系統中所存在的矛盾。此外，TRIZ 理論具有提升創新及解決抽象問題的能力，且 TRIZ 理論之應用不局限於某特定領域，能協助工程人員針對技術問題及產品開發流程找到創新的解決方案，以取代低效率的盲目搜尋。到目前為止，TRIZ 理論被認為是最為全面且有系統地論述解決發明問題、實現技術創新的理論 (Jugulum and Sefik, 1998; Yamashina, Ito, and Kawada, 2002; Robles, Negny, and Le Lann., 2009; 郭宇智, 2008)。

TRIZ 理論解決問題之工具包括：39 項工程參數(如表1)、矛盾矩陣(Contradiction matrix) (如表2)、40 項發明原則(The 40 Principles) (如表3)、物質一場分析(Substance-field)、76 個標準準則 (76 Standard solutions)、發明問題解決演算法 (Algorithm for Inventive Problem Solving, ARIZ) 等，本節僅介紹研究中所運用之工具：「矛盾矩陣」、「40 項發明原則」。而構成矛盾矩陣之 39 項工程參數為 Altshuller 分析各種工程問題狀況，所歸納出的系統衝突矛盾特徵。

矛盾矩陣表中縱軸稱為改善參數 (Improving parameters)、橫軸為惡化參數 (Worsening parameters) 所構成，因此，矩陣之中本身就建立起一個發明與解決矛盾的分類表，在特定的 I 與 J 框格中，是由上述的 39 個工程參數與 40 個發明原則一起構成而形成的發明問題解決方法的系統，而使用者可以在矛盾矩陣中確認發明問題中技術矛盾的工程參數，而後再矛盾矩陣中找尋適當的表格與發明原則的識別代碼，經由這些過程，分析這些運算子中哪個可以運用來解決現今面對的特定問題。如此，就可以發展出能夠較完整解決相關技術矛盾問題的方法(宋明弘等, 2012)。

表1. 39 項工程參數

編號	工程參數	編號	工程參數
1	移動物體的重量	21	功率
2	靜止物體的重量	22	能源的浪費
3	移動物體的長度	23	物質的浪費
4	靜止物體的長度	24	資訊的損失
5	移動物體的面積	25	時間的浪費
6	靜止物體的面積	26	物質數量
7	移動物體的體積	27	可靠性
8	靜止物體的體積	28	量測準確度
9	速度	29	製造準確度
10	力量	30	作用於物體的有害因素
11	張力、壓力	31	有害副作用
12	形狀	32	製造性
13	物體穩定性	33	使用方便性
14	強度	34	維護性
15	移動物體之作用期間	35	適應性
16	靜止物體之作用	36	設備複雜性

	期間		
17	溫度	37	控制複雜性
18	明亮度	38	自動化程度
19	移動物體消耗之能源	39	生產力
20	靜止物體消耗之能源		

**表 2. 矛盾矩陣(Contradiction matrix)**

改善參數 \ 惡化參數	1. 移動物體的重量	2. 靜止物體的重量	...	39. 生產力
1. 移動物體的重量	—			*35, 3 24, 37
2. 靜止物體的重量		—		*1, 28 15, 35
.....			...	...
39. 生產力	*35, 26, 24, 37	*28, 27, 15, 3		—

Note: 矛盾矩陣內\*各數字是提供40發明原則。

**表 3. 40 項發明原則(The 40 Principles)**

1. 分割	11. 事先預防	21. 快速作用	31. 多孔材料
2. 分離	12. 等位能	22. 將有害變成有益	32. 顏色改變
3. 局部品質	13. 逆轉	23. 回饋	33. 同質性
4. 非對稱性	14. 曲度	24. 中介物	34. 消失與再生
5. 合併	15. 動態性	25. 自助	35. 參數改變
6. 多功能	16. 不足或過多的作用	26. 複製	36. 相轉變
7. 巢狀結構	17. 轉變至新的空間	27. 拋棄式	37. 熱膨脹
8. 反重力	18. 機械振動	28. 機械系統替代	38. 使用強氧化劑
9. 預先的反作用	19. 週期性動作	29. 使用氣體或液體	39. 鈍性環境
10. 預先作用	20. 連續的有用動作	30. 彈性殼和薄膜	40. 複合材料

## 2.4 通用設計(Universal Design, UD)

美國北卡羅萊納州立大學通用設計中心(Center of Universal Design, CUD) Mace (1985) 提出的「通用設計 7 原則」為準則，強調設計「應適合所有人為用，不應與性別、年齡以及能力等差異而有所不同」，UD 目標乃期望各類型產品與環境設計都能適用於所有的使用者(Story, 1997; Mace, 1997; Mace, 1998; 邱兆瑜, 2008; 林志富、林楷潔、楊朝陽、廖淑芬, 2016)。其原則如下：

- (1) 公平使用(Equitable use): 使用者都能以同樣操作方法使用這項設計。
- (2) 彈性使用(Flexibility in use): 設計能適合於不同能力使用。

- (3) 簡單並直覺使用(Simple and intuitive to use): 使用者無之前使用經驗、知識、技能，皆能容易使用。
- (4) 容易理解的資訊(Perceptible information): 傳達必要資訊給使用者。
- (5) 容許操作錯誤(Tolerance for error): 操作錯誤仍可以回覆上一程序，並將錯誤所造成後果，降至最低。
- (6) 低的身體負擔(Low physical effort): 設計能有效率、舒適、及低消耗負荷。
- (7) 適當的尺寸及使用空間(Size and space for approach and use): 設計提供適當操作大小空間配置，以供各類型體型使用者使用。

另依張旭晴(2006)指出:「日本 Tripod Design 設計公司中川 聰先生於『通用設計的教科書增訂版』一書中，提出通用設計評價指標，三項附則：(1)可長久使用，具經濟性；(2)品質優良且美觀；(3)對人體及環境無害。」強調設計的價值是能夠滿足大多數使用者，而不是小眾。

## 3. 設計概念與發展

本研究將以設計思考為架構，結合情境設計及 TRIZ 理論，並於各階段中融入系統性創新方法。而設計思考之雛型 (Prototype) 設計及測試(Test)將於下章節說明。

### 3.1 Empathy (感同身受)

本階段是需「從使用者角度思考」。本研究使用 6W1H1G 問題分析金紙桶燃燒時，所造成煙塵現象及居家安全的問題分析，以確認問題所在，如表 4。

**表 4. 6W1H1G 問題分析**

項目	問題分析與說明
What problem?	金紙桶燃燒不完全時，產生煙塵現象及潛在影響居家安全
What?	組件、子系統、系統及超系統的結合
When was it happen?	家庭祭拜神明及祖先禮儀活動結束後，燃燒金紙
Where is it found?	戶外、騎樓、樓梯、或洋台
why?	感謝神明或祖先庇佑的為何會發生或為何要做？
who?	燃燒金紙附近住家環境哪些人受到影響？
How did it happen?	金紙桶內堆積太多金紙及通風不良，產生煙塵
Goal	設計能讓金紙均能完全燃燒之金紙桶設計

### 3.2 Define(定義)

本階段是「釐清核心問題」。從表 4. 6W1H1G 問題分析金紙桶燃燒過程中，Why? 與 How was it happen? 問題分析，可以初步了解核心問題點是在於：「金紙桶內堆積太多金紙、通風不良、及燃燒不完

全，產生煙塵金紙桶所造成的。」

### 3.3 Ideate(概念)

本階段是「確認問題解決方法」。於本章節，將引用系統性創新方法，如情境設計、曼陀羅九宮格、魚骨因果分析、屬性列舉法等。

#### 3.3.1 情境分析

從情境分析中，可以清楚祭拜神明及祖先禮儀活動後，金紙桶內堆積太多金紙及通風不良，產生煙塵(如圖3)。

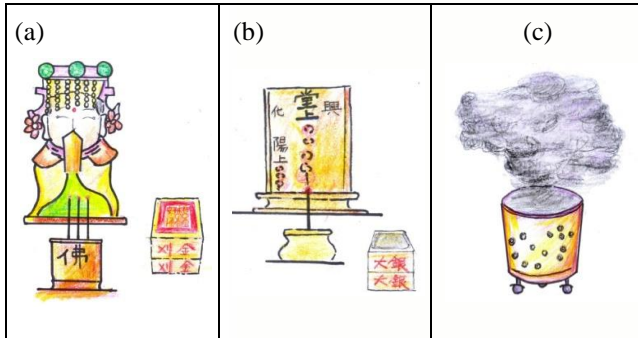


圖 1. 情境示意圖。(a)祭祀神明使用的金紙；(b)祭拜祖先使用的銀紙；(c) 金紙桶內堆積太多金紙及通風不良，產生煙塵。

資料來源：本研究自繪

#### 3.3.2 曼陀羅九宮格(Mandala)

依陳龍安(1995)研究指出「曼陀羅法是一種有助擴散性思維的思考策略，利用九宮格，將探討主題寫在中央，然後由探討主題所引發的各式想法或聯想寫在其餘八格，其概念都與核心有關連，但彼此不必然有相關性，其方式有(1)向四面擴散的輻射線式、(2)逐步思考的順時鐘式。」(如圖4)

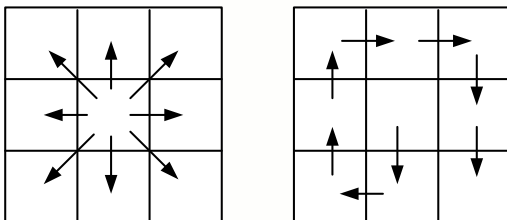


圖4. 曼陀羅九宮格示意圖

資料來源：本研究參考陳龍安(1995)，創造思考的策略與技法，重新繪製。

本研究是以發散型曼陀羅九宮格(如圖5)，思考如何將金紙桶內的金紙完全燃燒各種可能原因。經由分析列出八項可能原因，綜理大致分為兩大主因：(1)改變金紙燃燒狀態，如選擇易燃燒金紙材質、或提升金紙燃燒表面積的物理狀態，常在金紙上的摺痕來增加金紙的表面積。(2)改變燃燒前後外在因素，這些因素並非參與燃燒過程，如增加外界助燃物質來提升金紙燃燒速度、或翻動燃燒金紙灰爐，促使完全燃燒。

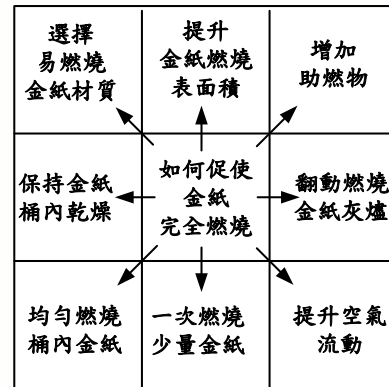


圖 5. 曼陀羅九宮格-發散型

資料來源：本研究自繪

#### 3.3.3 屬性列舉法 (Attribute Listing Technique)

陳龍安(1991)及郭有適(1983)研究指出：屬性列舉法是由美國Nebraska大學Crawford教授於1954年發明，將事物先依其構成要素予以分解再組合。其分析方法將「物」分成下列三種屬性(橫軸)：(1)名詞屬性：全體、部份、材料、製法、零組件。(2)形容詞屬性：感受、驗驗或性質(大小、輕重、厚薄、形狀、色澤等)、狀態。(3)動詞屬性：機能(功能、操作、方法等)。屬性列舉法分解出各項屬性，再根據其(1)特性找出其中的(2)缺點，並作出(3)期望中的改善。

本研究為列舉目前家庭或市面上常用金紙桶進行分析，從金紙桶的名詞、形容詞及動詞屬性，提出以下之特性分析(如表5)。並以此做出目前仍可以改善的部分，如改善桶上之孔洞，以確保空氣能進入，避免桶中缺氧，出現不完全燃燒的狀況，或是變更桶子底部與地板之間的高度，使得空氣能夠產生有效對流。

表 5. 金紙桶改善的屬性列舉

金紙桶特性	名詞			形容詞		動詞
	輪子	孔洞	金屬把手環	高度	冒煙	燃燒
缺點	放於非平坦地面上會不穩固	無法使氧氣進入桶內助燃	燒金紙後高溫無法拿起	冷熱空氣無法產生有效對流	金紙出現不完全燃燒	金紙灰爐下的紙未燃燒殆盡
希望	使用有固定器的輪子	改善孔洞位置	使用不導熱材質	提高金紙桶高度	改善造成不完全燃燒的原因	翻攪金紙灰爐

#### 3.3.4 特性要因分析(Cause and Effect Diagrams)

特性要因分析是由日本石川馨(Ishikawa)教授，於1943年所提出的以把握結果(特性)與原因(要因)的解決問題分析方法。用以辨識某一特定問題的所有可能原因(鄭春生, 2010)。以因果或特性為主，畫出發想的資料流程及延伸相關，以產生新點子。因形狀很像魚骨，故又稱為「魚骨圖」或「石川圖」。

金紙燃燒不完全牽涉到諸多原因，以特性要因分析分為四大項分別為：金紙桶、環境、金紙材質、及

投入金紙的方式（如圖 6）。其說明臚列如下

- (1) 金紙桶：市面上或家庭使用金桶身底部是幾乎靠近地面，燃燒過程中，空氣僅能藉由兩旁的孔洞與上方進入。若桶身的孔洞過少，會使得空氣金入桶內較為困難，另會隨著金紙投入數量增加，於底部的金紙，可能會因為空氣無法進入，產生缺氧不完全燃燒的現象。本研究以此原因作為出發點考慮，認為增加金紙桶高度能有效使空氣對流，桶內的空氣也能較容易進入桶內，燃燒金紙的火焰才能生生不息。若金紙桶側邊孔洞也是依照同樣原理設計。則金紙桶的孔洞能增將桶內桶外的空氣交換，使空氣有效對流。換言之，如果金紙桶表面的孔洞增加，金紙桶內外的空氣對流就會更旺盛。
- (2) 環境：金紙在燃燒過程中，因環境不同而產生煙塵程度的差異。
- (3) 金紙材質：材質可能會造成燃燒程度差異，如使用環保金紙其材質較為容易燃燒，且產生的煙霧也較少，能大量減少有害物質的產生。
- (4) 投入金紙方式：燒金紙時常常看到有人會將金紙的一角往內摺，再將金紙丟入桶內，是為了增加金紙的燃燒表面積，使金紙更容易燃燒，讓紙與紙之間有較大的縫隙能使空氣流入，促使金紙燃燒更快速。或是改變投入的金紙量，使空氣有足夠的空間與金紙燃燒，使底部的金紙不會因為數量過多，而無法進行正常的燃燒。

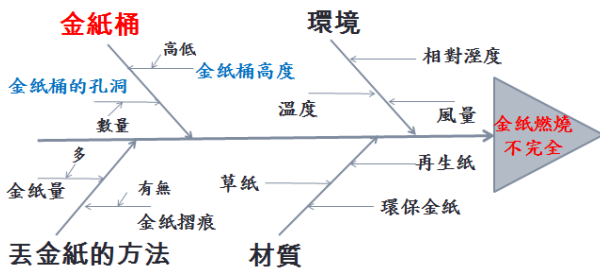


圖 6. 特性要因分析

資料來源：本研究自繪

## 4. 雛型 (Prototype) 設計

### 4.1 初步設計構想

根據設計思考與分析，本設計決定將燃燒時所出現的對流問題作為初步的改良設計。本設計提高了金紙桶的桶身高度，讓金紙桶的底部與地板的距離拉長，並且在離桶底最近的桶身處加大孔洞，盡可能使大量的空氣進入，以防桶內燃燒時缺氧造成的不完全燃燒的問題發生。

### 4.2 矛盾矩陣與四十發明原則

#### 4.2.1 矛盾矩陣

本研究成員經實地勘察產品使用情形後，初步的改良設計想法為：「提高桶底到地板之間的距離與加大近桶底的孔洞，加強空氣中的對流，使得空氣能進入桶內，改善因為桶內的不完全燃燒、及產生有毒物質與氣體問題。」如圖 7 所示。從圖 7 初步設計中，使用者需在使用前，先調整桶身高度，促使在使用中產

生更多空氣對流，以解決燃燒不完全所產生悶燒、及有毒物質與氣體問題。然，金紙桶於使用過程中，金屬殼高溫且燙，使用者不易碰觸與調整、且出現金紙桶上方重量重而底座輕現象（易傾倒）、及在使用後餘灰清理等問題。承上所言，本研究把初步改良金紙桶的形狀視為改良現成問題後的惡化參數。本研究於設操作型定義之改善參數和惡化參數後，再從矛盾矩陣表中找出四十發明原則，如表 6。

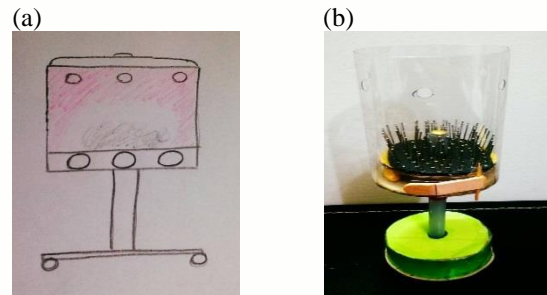


圖 7. 金紙桶初步改良設計示意圖。(a)改良版金紙桶身的高度與底座可調整、孔洞加大，以降低悶燒不完全情形；(b) 金紙桶初步改良設計雛型。

資料來源：本研究自繪

表 6. 矛盾矩陣

改善參數	惡化參數	形狀(12) Shape
物質的損耗(23) Loss of Substance		29,35
		3, 5

#### 4.2.2 發明原則

從矛盾矩陣表中找出“#29 氣壓或液壓構造 (Pneumatic or Hydraulic)、35 參數改變 (Transformation Properties)、3 局部品質 (Local quality)、5 組合與合併 (Consolidation)”，如表 7 所示(蕭詠今，2009；許棟樑、王傳友、歐陽怡山，2016)。

表 7. 發明原則

發明原則	原理說明	設計發想
29 氣壓或液壓構造	使用氣體或液體取代固體的元件或系統	金紙在金紙桶燃燒過程中，金屬外殼會產生高溫及發燙情事，為了提升完全燃燒效果，利用氣壓或液壓操控金紙桶的高度，以避免人為徒手操作而受傷。
35 參數改變	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 改變物理物理、化學狀態改變濃度或密度</li> <li>• 改變彈性(伸縮性、彎曲性、可撓度)的程度</li> <li>• 改變溫度、壓力、長度、體積、及其</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 金紙桶長度可以改變。</li> <li>• 支撐金紙桶金屬管具有                             <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 高度改變功能</li> <li>(2) 管子為中空設計，非實心管</li> <li>(3) 中空管身增加</li> </ul> </li> </ul>

		他參數	孔洞,增加空氣對流功能
3	局部品質	<ul style="list-style-type: none"> <li>改變一個物體或系統的結構從均質變成異質</li> <li>改變一個作用或外部環境(外部影響)從均質變成異質</li> </ul>	將金紙桶內平坦底部,設計為突起針狀設計。 (1) 針狀突起位置能將燃燒過後較小金紙灰燼掉落至針狀的底部。 (2) 未燒盡的金紙,留在頂部繼續燃燒,直到成金紙灰燼掉為止。 (3) 防金紙被灰燼蓋住,而造成不完全燃燒。
5	組合與合併	<ul style="list-style-type: none"> <li>把相同的物體或完成類似操作的物體聯合起來</li> <li>把時間上相同或類似的操作聯合起來</li> <li>將相同或相關的物</li> </ul>	金屬空心管具有下列功能 (1) 支撐、改變高度及通風等功能組合。 (2) 伸縮管頂端加

	體、作業、或功能實體連接或合併	裝小蓋子,以防止桶內燃燒過程,金紙灰燼掉落管內造成阻塞。
	合併物體、作業、或功能,使其在時間上一起作用	

### 4.3 產品設計概念

吳清城(2008)研究指出:削減設計(Simplicity Design)在系統經分析後,了解及確認那些是主要組件,那些是次要元件。在不減少系統功能條件下,藉由刪減次要元件,以節省成本,達簡約設計之目的。簡言之,運用消除系統某組件但沒有削弱系統的功能與特性,並使設計更趨理想化,是一種簡約設計的思維。爰此,本設計考量成本問題,將剔除氣液壓的設計,改由便利的腳踏控制桿方式替代之(如圖 8)。

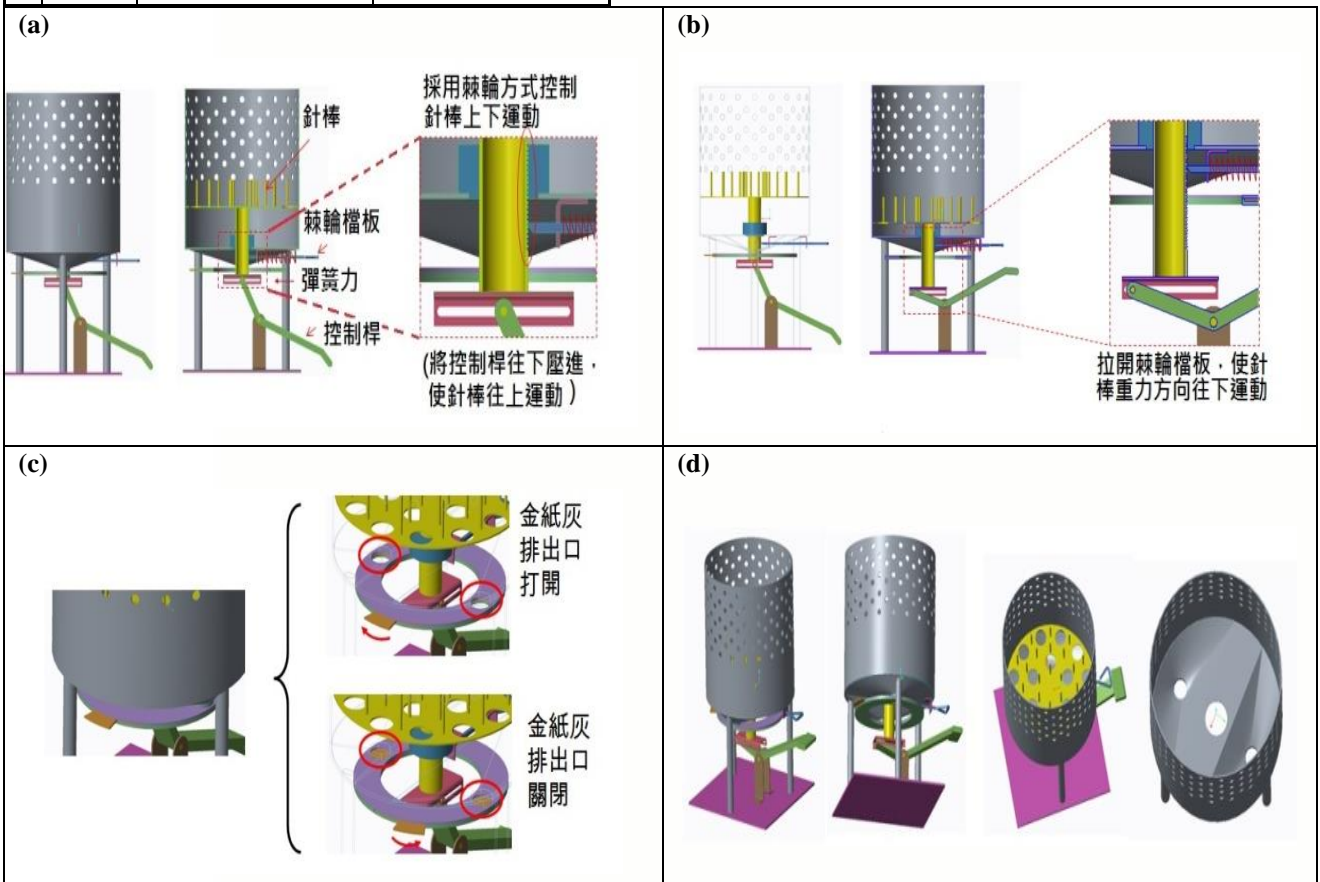


圖 8. 金紙桶設計概念示意圖。(a)金紙桶底座與金屬支架焊接成一體,防止晃動;燃燒期間利用腳踩(往下)控制桿,將針棒往上抬舉(#3 局部品質),其針棒高度改變與調整是利用棘輪與棘輪檔板之間機械作用(#5 組合與合併);冷空氣從黃色金屬空心管孔洞中流入,與正在燃燒金紙產生對流,以達完全燃燒(#35 改變參數);(b)燃燒完畢,利用腳踩(往下)控制桿,棘輪與棘輪檔板之間產生機械作用,使針棒往下降;(c)燃燒後打開排出口進行清理金紙灰作

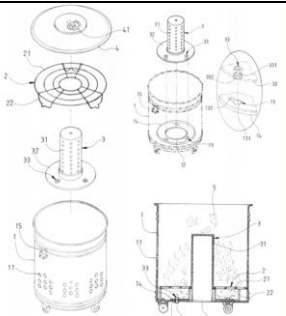
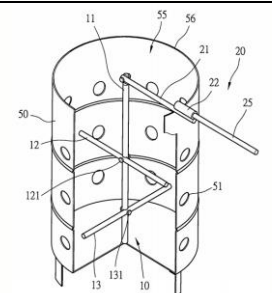
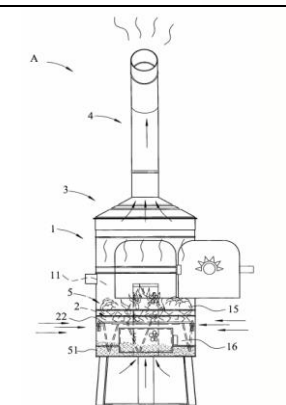
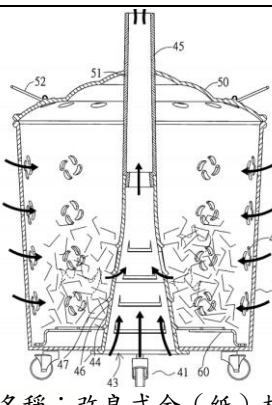
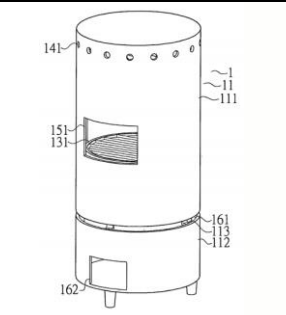
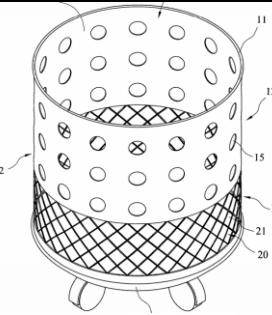
業，清理完畢後關閉排出口；(d)金紙桶設計側身及俯視示意圖。

資料來源：本研究自繪

#### 4.4 相關產品比較

為了確認本設計產品是否已他人設計類似且經完成專利申請。若本設計至經濟部智慧財產局「中華民國專利資訊檢索系統」查詢，查驗專利產品是否與本設計有雷同之處，以做為專利迴避及避免侵犯他人智慧財產權。業經「中華民國專利資訊檢索系統」查詢表 8. 相關專利產品比較

列舉 6 項專利產品，其設計之目的、優缺點如表 8 所示。至於本設計產品異於 6 項專利產品的地方為：(1) 針棒設計-避免燻燒燃燒不完全現象；(2) 針棒高度改變-利用棘輪與棘輪檔板之間機械作用，適時調整高度以控制燃燒情形；(3) 金屬空心管設計-具支撐、改變高度及通風等功能組合；(4) 燃燒後灰爐清理設計。

申請專利之相關產品	相關產品比較說明	申請專利之相關產品	相關產品比較說明
 <p>名稱：金爐之改良結構 編號：M492124</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 目的：燃燒完後方便事後之灰爐處理</li> <li>• 優點：增加空氣至桶內的流動，底部開洞方便灰爐的清理</li> <li>• 缺點：底盤低，對流效果不顯著</li> </ul>	 <p>名稱：金爐助燃結構 編號：M471829</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 目的：避免金紙悶燒造成大量濃煙</li> <li>• 優點：可翻攪桶內尚未燃燒完全的金紙，使金紙能快速燃燒，降低悶燒問題</li> <li>• 缺點：燃燒時金爐附近皆為高溫，無法在第一時間內對桶內之金紙做翻攪動作。</li> </ul>
 <p>名稱：金爐結構改良 編號：M481680</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 目的：增加金爐強度使其更加堅固耐用</li> <li>• 優點：桶頂設置導流管以及底部提高，使空氣進入桶內，加強熱對流之效果。</li> <li>• 缺點：體積較龐大，使用時不易移動，且不方便收納</li> </ul>	 <p>名稱：改良式金（紙）桶結構 編號：M447176</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 目的：提高燃燒時桶內之空氣流通</li> <li>• 優點：導通管高，可以有效帶動熱空氣之流動，且孔洞形狀不容易受灰爐阻塞</li> <li>• 缺點：中空導通管較低，下方進入之冷空氣對流現象不顯著</li> </ul>
 <p>名稱：金爐構造 編號：M479087</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 目的：避免金紙燃燒時亂飛，降低不完全燃燒的問題，減少燃燒時產生的懸浮物而影響空氣品質。</li> <li>• 優點：燃燒時灰爐不易飛出</li> <li>• 缺點：桶身成圓柱形且較大，需要使用時不容易移動。</li> </ul>	 <p>名稱：金爐結構 編號：M438219</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 目的：提高燃燒時桶內的空氣量</li> <li>• 優點：桶身多孔洞，桶內不容易產生缺氧之問題</li> <li>• 缺點：燃燒時灰爐容易經由孔洞飛出來</li> </ul>

#### 5. Test(測試)

依史丹佛大學 D. School 設計學院 Kelley 教授，使用的就是設計思考的第 5 流程為：「測試-依據離型測試結果分析再修正。」係因本研究僅提出設計概念，

尚未做出產品實體雛型，爰此，暫時無法執行通用設計問卷。然，為了本研究完整性，本節提供通用設計問卷內容以使內容更臻於完善。產品設計使用性問卷各項變數主要是以李克特 (Likert Scale) 5 點量表做為主要衡量依據，非常同意為 5、同意為 4、無意見為



3、不同意為 2、非常不同意為 1。問卷結果須經 Cronbach's  $\alpha$  係數值進行信度分析， $\alpha$  係數值大於 0.8 以上為理想接受之範圍。使用性問卷內容，如表 9。

表 9. 通用設計問卷結果

	通用原則	問卷題目	M	SD
1	公平使用	請問您，對於本金紙桶設計，可以放心安全操控使用它？		
2	彈性使用	請問您，對於本金紙桶設計可以方便彈性使用？		
3	簡易及直覺使用	請問您，對於本金紙桶設計您可以很容易操控它？		
4	明顯的資訊	請問您，對於本金紙桶針棒設計，當針棒高度上升時，您可以完全理解是在幫助燃燒效果？		
5	容許錯誤	請問您，對於本金紙桶在不經意動作操作下，也不會發生使用不方便情形？		
6	省力	請問您，對於本金紙桶設計可以有效、舒適及不費力地使用？		
7	適當尺寸及空間	請問您，對於本金紙桶設計提供了適當大小及空間？		
8	附則 1 可長久使用具經濟性	請問您，對於本金紙桶設計可以耐久且長期使用？		
9	附則 2 品質優良且美觀	請問您，對於本金紙桶設計材質，讓您有感受到滿意？		
10	附則 3 對人體及環境無害	請問您，對於本金紙桶設計有助於對周遭環境改善？		

Note: M = Mean (平均值)

SD = Standard Deviation(標準差)

## 6. 結論

本研究產品設計能讓投入金紙皆能完全燃燒，讓燃燒所產生有害氣體達到最低，兼顧傳統文化保留及降低環境汙染。本設計概念發展是以設計思考為架構，結合情境設計、及 TRIZ 理論於各階段中融入系統性創新方法等，提供設計指導原則。另提供通用設計及附則問卷內容以供產品實體雛型修正之參考依據，本設計概念將適用國內金桶製造廠商設計之重要參考。

### 6.1 產品設計限制

本產品設計是依據設計思考、萃智及通用設計步

驟及方法，提出產品設計概念，對於產品實體雛型設計因涉設備及工具製造等因素，爰尚未完成通用設計問卷調查，再進行產品修正，此為本研究限制不足之處。

### 6.2 產品應用範圍

本產品用途在於中國傳統信仰活動，為祭拜神明或祖先所使用的居家型金紙桶，以一般家庭為主要使用者提供燒金紙之功能使用，讓使用者在自家附近方便使用，以完成祭拜焚燒金紙儀式之作業。

### 6.3 預期貢獻

本設計預期貢獻分別為：(1)燃燒金紙過程中，減少一氧化碳以及其他有害氣體，產生對環境影響；(2)解決金紙桶內燃燒不完全悶燒問題，避免不必要危險發生，保障使用者的人身安全。

### 6.4 市場分析

在台灣金紙桶為家庭必備用品，目前使用過程中，容易造成金紙燃燒不完全產生濃煙現象，對環境造成傷害。隨著時代演進與環保意識的抬頭，燃燒金紙的祭祀方式越來越受到社會大眾所關心，在維護傳統文化與環境保護之間難以找到平衡點，因此本金紙桶設計將格外重要。

### 致謝

本設計要特別感國立交通大學工學院藍清龍研究生，對於產品概念設計圖繪製，特此表示謝意。

### 參考文獻

- 吳清城(2008)。整合 TRIZ 方法與綠色設計開發新產品 - 以環保修正帶為例。國立交通大學工業工程與管理學系。(Wu, 2008)
- 宋明弘、趙哲輝、蔡宛珊、王昭懿、陳銘仁(2012)。TRIZ 輕鬆學(初版)。台北市：鼎茂。(Sung et al, 2012)
- 林志富、林楷潔、楊朝陽、廖淑芬(2016)。以螺絲起子探討不同類型手工具對於通用設計量表之影響研究。設計學報，21(4)。(Lin, et al, 2016)
- 林金郎(2014)。靈界通貨—紙錢 燒不燒? 2017/2/15 取自 <http://www.epochtimes.com.tw/n111048>。(Lin, 2014)
- 邱兆瑜(2008)。通用設計於服務業之探討與應用。國立政治大學科技管理研究所。(Chiu, 2008)
- 張旭晴譯(2006)。通用設計教科書<增補改訂版>(原作者:中川聰)。台北市：龍溪國際圖書有限公司。(Chang, 2006)
- 許棟樑、王傳友、歐陽怡山。2016。創新：3+4。新竹市：亞卓國際顧問有限公司。(Sheu, Wang, & Ouyang, 2016)
- 郭宇智(2008)。應用萃智工具解決封裝元件導線架脫層問題。國立清華大學工業工程與工程管理學系。(Kuo, 2008)
- 郭有通(1983)。創造心理學。台北市：正中。(Kuo, 1983)
- 陳光茶(譯)(2016)。設計思考第一現場(原作者：日經設計編輯部)。新北市：中國生產力中心。(Chen,

2016)

- 陳建雄(譯)(2009)。互動設計：跨越人-電腦互動(原作者: Sharp, H., Rogers, Y. & Preece, J., 2006)。新北市：全華圖書股份有限公司。(Chen, 2009)
- 陳龍安(1991)。創造思考教學的理論與實際。台北市：心理。(Chen, 1991)
- 陳龍安(1995)。創造思考的策略與技法。教育資料集刊，30，201-265。(Chen, 1995)
- 鄭春生(2010)。品質管理：現代化觀念與實務應用(第四版)。新北市：全華圖書公司。(Cheng, 2010)
- 蕭詠今(譯)(2009)。TRIZ 創意- 40 錦囊妙計(原作者: Altshuller, G., Shulyak, L., Rodman, S., 1997)。台北市：建速有限公司。(Hsiao, 2009)

### References

- Benyon, D. (2014). *Designing Interactive Systems: A Comprehensive Guide to HCI, UX and Interaction Design* (Third Ed.). UK: Pearson.
- Harting, A. & Kempkens, O. (2014). Getting elephants to dance. Retrieved February 15<sup>th</sup>, 2017: <https://www.slideshare.net/CorporateStartupSummit/getting-elephants-to-dance>
- Jugulum, R., & Sefik, M. (1998). Building a robust manufacturing strategy. *Computers & Industrial Engineering*, 35, 225-228.
- Mace, R. (1997). About the center: Ronald L. Mace. Retrieved February 12<sup>th</sup>, 2017: [https://www.ncsu.edu/ncsu/design/cud/about\\_us/usr\\_onmace.htm](https://www.ncsu.edu/ncsu/design/cud/about_us/usr_onmace.htm)
- Mace, R. (1998). Universal design in housing. *Assistive Technology*, 10(1), 21-28.
- Robles, G. C., Negny, S., & Le Lann, J. M. (2009). Case-based reasoning and TRIZ: A coupling for innovative conception in Chemical Engineering. *Chemical Engineering and Processing*, 48(1), 239-249.
- Story, M. F. (1997). 7 defining criteria: A set of seven principles developed by the Center for Universal. Design can help designers make their designs universal. *Innovation*, 16(1), 29-32.
- Yamashina, H., Ito, T., & Kawada, H. (2002). Innovative product development process by integrating QFD and TRIZ. *International Journal of Production Research*, 40(5), 1031-1050.

### 作者簡介



邱添丁博士自 2011 年以來在台灣中原大學當專/兼任助理教授。在此之前，曾在國立交通大學腦科學研究中心、及國立空中大學及明新科技大學...等單位服務，並累積 20 年多的教學研究與服務經驗。邱助理教授從國立交通大學獲得工學博士學位、從國立清華大學獲得工業工程碩士學位並從中原大學獲得工業工程學士學位。他的研究領域包括人因工程與設計、人機介面設計、系統化創新、工業工程與管理。



連泰嶸自 2014 年開始就讀中原大學工業與系統工程學系，曾參加「2017 系統性創新研討會」發表論文，榮獲最佳論文獎，對於工業工程於醫療、製造及服務業...的應用有濃厚興趣，曾於台北市立聯合醫院有實習經歷。



詹詔中於 2014 年進入中原大學的工業與系統工程學系就讀，就學期間學科成績優異榮獲系上書卷獎，另於「2017 年中華系統性創新學會」所舉辦的系統性創新研討會發表論文，榮獲優秀論文獎；此外，對於系統性創新、工業工程及服務...等領域有濃厚的興趣。



邱子洋目前就讀文化大學光電物理學系，邱同學在對於系統性創新、自然科學有濃厚好奇與興趣。分別於參加「2016 第九屆海峽兩岸創新方法研討會發表獲得最佳論文獎」、「2016 第六屆系統化創新方法(TRIZ)應用競賽獲得佳作」。他將持續努力於系統化創新、自然科學專業知識的學習。