

Applying TRIZ Evolutionary Trends to the Innovative Product Design of Refrigerator

Wen-Chun Tsai^{1*} and Yu-Li Chen²

¹Department of Business Administration, Chung Yuan Christian University, Taiwan (R.O.C.)

²National Chung-Shan Institute of Science & Technology, Taiwan (R.O.C.)

* Corresponding author E-mail: wctsai@cycu.edu.tw

(Received 8 July 2021; final version received 17 February 2022; accepted 28 November 2021)

Abstract

Household refrigerators have become an important appliance to family life. In recent years, the domestic brands, facing fierce price competition, are difficult to increase the sales of refrigerator. The refrigerator market is also approaching saturation. To fulfill the needs of consumers, it is necessary to improve and enhance the innovative functionality of the product. Therefore, this study adopts the 37 evolution trends, the TRIZ tool proposed by D. Mann, takes the well-known brands, including Hitachi, Kolin, Panasonic, Sanlux Sanyo and Tatung, as the research objects, and collects the functional data of refrigerators according to the main purchase motivations of consumers. The four key motivations are "convenient", "space design", "temperature control" and "appearance", used to categorize and demonstrate the results of the evolutionary trends through radar charts, offering an overall understanding of the current status and limits of functional evolutions. With the application of 37 TRIZ evolution trends, some important contributions and conclusions are described as follows: (1) this study helps to understand the current status of functional evolutions of refrigerators, shown in the radar charts, and propose new concepts of innovative product design; (2) the I25 degrees of freedom and I30 design methods are key parameters with considerable potential in the evolution of refrigerator design; (3) the evolution results show that future products will have different usage modes according to individual user's needs and embrace the concept of refrigerator intelligentization.

Keywords: TRIZ, Innovative Product Design, 37 Evolutionary Trends

References

- Altshuller, G. (1984). *And suddenly the inventor appeared: TRIZ, the theory of inventive problem solving*. Technical Innovation Center.
- Altshuller, G. (1999). *The innovation algorithm: TRIZ, systematic innovation and technical creativity*. Technical Innovation Center.
- Baur, C., Muenzberg, C., & Lindemann, U. (2017). Designing new concepts for household appliance with the help of TRIZ. *Proceedings of the 21st International Conference on Engineering Design (ICED17)*, 4, pp.179-188.
- Chiang, T., Yi, C., & Chang, C. (2013). An empirical study of applying Kano model and TRIZ business evolution trends to improve E-commerce service quality. *Proceedings of 2013 IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics*, pp.340-344.
- Crotti A., Ghitti M., Regazzoni D., & Rizzi C. (2007). Trends of evolutions and patent analysis: An application in the household appliances field. In: Krause F. L. (Eds.) *The Future of Product Development*. Berlin: Springer, pp.145-154.
- Govindarajan, U. H., Sheu, D. D., & Mann, D. (2019). Review of Systematic Software Innovation Using TRIZ. *International Journal of Systematic Innovation*, 5(3), pp.72-90.
- Ishi, R., & De Carvalho, M. (2015). Using the trends of evolution from the theory of inventive problem solving (TRIZ) to generate new product ideas for optical fiber distribution boxes. *Applied Mechanics and Materials*. 741. pp.814-822.
- Lim, T. H. (2020). Interpretation of formative elements of refrigerator design through TRIZ principles. *The Korean Society of Science & Art*, 38(4), pp.327-337.
- Liu, L. (2013). On the function evolution and its future development of the refrigerator. *The Guide of Science & Education*, 23, pp.232-233.
- Mann, D. (2002). *Hands-on systematic innovation*. CREAX Press.
- Monteiro, J. J. (2012). TRIZ Supporting the Project Management Effectiveness. *International Journal of Systematic Innovation*, 2(2), pp.24-42.
- Sengupta, S., Kim, J., & Kim, S. (2018). Forecasting new features and market adoption of wearable devices using TRIZ and growth curves: Case of fitness tracking products. *International Journal of Innovation and Technology Management*. 15(1), pp.1-19.

運用 TRIZ 演化趨勢於冰箱產品創新設計之研究

蔡文鈞^{1*}、陳佑俐²

¹ 中原大學企業管理學系

² 國家中山科學研究院

* 通訊作者 E-mail: wctsay@cycu.edu.tw

摘要

家用冰箱已經成為家庭生活不可或缺的一個重要家電產品，近年來卻面臨東南亞進口產品競爭對手，採取價格競爭激烈手段，以及日系進口高單價產品來瓜分市場下，國內廠牌無法提升產品銷售量，目前冰箱市場已趨近飽和。若要掌握此消費者需求，除產品之穩定性外，須針對產品之創新功能性進行改善與提升，故本研究採用 D.Mann 所提出的 TRIZ 37 項參數演化趨勢工具，以國際牌、日立、歌林、聲寶、台灣三洋、大同為研究對象，進行冰箱功能資料收集，依照消費者主要選購動機「方便」、「空間設計」、「溫度控制」、「外觀」四項分類，將分類結果繪製出演化趨勢雷達圖，瞭解功能演化現狀與極限，以此作為未來產品創新參考。藉由 TRIZ 37 項參數演化趨勢，應用在冰箱功能面的發展的研究，完成以下初步的貢獻與結論：(1) 瞭解到目前冰箱在功能方面演化的現狀，並繪製成演化趨勢雷達圖，成功地提出尚未運用的演化參數，成功完成冰箱新產品構思；(2) 目前冰箱功能面上演化極限及潛力，在演化趨勢參數中 I25 自由度、I30 設計方法，具有相當大的演化潛力趨勢，故可透過這幾項演化趨勢構思出差異化商品；(3) 本研究發現使用者個人化需求來調整使用冰箱模式，以及冰箱智能化的概念，可作為日後冰箱製造業者創新開發之參考。

關鍵詞：發明問題解決理論(TRIZ)、產品創新設計、37 項演化趨勢

1. 緒論

家用冰箱為家庭生活不可或缺的一個重要家電產品，由於其高普及率，面臨國內市場規模不足及國際廠商價格優勢，國內生產冰箱銷售狀況，幾乎是每況愈下。冰箱產業之功能已屬於成熟產業，目前市場已趨近飽和，市場需求大多來自替換舊產品為主，而替換之原因除原本舊產品故障外，對產品之性能之不滿意亦是另一主要因素，若要掌握此消費者需求，除產品之穩定性外，須針對產品之創新性進行改善與提升。

家電業者也留意到市場脈動，為了滿足消費者對冰箱的需求性，在冰箱「性能」上不斷提升，研發更貼近使用者習慣的冰箱，提升使用的方便性，以及保鮮性能年年推陳出新，冷凍、冷藏都能鎖住食物的原味，抓住消費者的心；在「設計」方面，冰箱外觀、色彩、設計感符合居家設計風格受到消費者青睞外，消費者同時也重視「尺寸符合家中需求」，主要是生活習慣改變，民眾習慣一次購足食材，導致消費者對「大容量」需求提高，不僅冰箱追求內壁變薄，還需要將小空間靈活運用。因此，「方便性」、「溫度控制」、「外觀」、「空間設計」為消費者在選購冰箱時，最先優先考慮的因素，

這四項因素也考驗著家電業者不斷推出創新的產品，隨著時代變遷滿足消費者的需求。

本論文主要研究目的在於探討冰箱功能演進趨勢，有別於過去大部分學者以專利、功能面探討出產品功能演化趨勢，本論文是以消費者角度觀察冰箱功能演變過程，從「方便」、「空間設計」、「溫度控制」、「外觀設計」四種構面，去探討國內冰箱產業創新功能演變過程，以 Panasonic 國際牌、HITACHI 日立、Kolin 歌林、SAMPO 聲寶、SANYO 台灣三洋、TATUNG 大同為研究對象，收集各廠牌歷年廣告文宣資料，運用學者 D. Mann 所提出 37 項演化趨勢理論，依本研究四種功能構面「方便性」、「溫度控制」、「外觀設計」、「空間設計」做分類，並將分類結果繪製成演化趨勢雷達圖，瞭解目前冰箱功能所處演化趨勢的階段，再分析各演化參數的潛力與極限，推想符合市場需求且新創概念的冰箱。

2. 文獻探討

2.1 TRIZ 發明問題解決理論

TRIZ 創新發明解決理論(Theory of Inventive Problem Solving)，是由蘇聯學者 Altshuller，於 1946

年提出創新原理解決方法(Altshuller, 1999)。當時他在審核專利作業時，察覺到任何一種技術的創新過程中都有一定的程序跟步驟，Altshuller 分析了世界近 250 萬筆的發明專利進行長期的歸納與分析，發現不同領域界面對各種創新發明的問題，存在著共同的基礎問題與解決問題的基礎原則，利用這些發現進而整理出一套系統性的創新發明法則，並建立起 TRIZ 理論體系，掌握了這些規律，就能主動地進行產品設計並能預測產品的未來趨勢。

當一般人遇到特定問題時，會以自身的經驗，自身具備的技能，或是透過群眾腦力激盪的方式，尋找問題的答案，也就是從特定問題直接發想特定問題的解答，但這樣的方式很容易將問題發散，憑藉著有限的思維，不容易找到具完整性的答案。反觀於 TRIZ，是將特定問題點轉化成標準問題，透過 Altshuller 大量分析專利與案件所建構的 TRIZ 工具，得知標準解答，再將標準解答轉換成該特定問題解答，這就是 TRIZ 解決問題方法的基本流程。

在上述的基本流程下，Altshuller 與他的 TRIZ 團隊，陸續提出很多創新發明之問題解決分析工具，一般泛稱為 TRIZ 理論技術方法，包括 40 創意原則、ARIZ 發明問題解決演算法、理想性觀念、工程系統的進化趨勢、矛盾矩陣表及物質-場分析...等等。綜合來說，TRIZ 是一種應用前人的智慧與經驗，所發展出系統改良的方法；是一種自覺性演化的技術系統和解決工程問題的方法；也是一種消除工程衝突，而不抵消妥協的工具；更是無數發明家的知識與經驗，來增加工程人員知識創造力和解決問題技巧的方法。

2.2 TRIZ 技術系統演化趨勢理論與產品創新

TRIZ 技術系統演化趨勢理論(Patterns of Evolution of Technological Systems)是 TRIZ 眾多工具中的一種，Altshuller 從世界專利分析和研究，察覺到技術系統在結構上演化趨勢，及技術系統演化模式演化路線，每條演化路線是從結構演化的特點，描述產品技術所處的狀態序列，產品是如何從一種技術移轉到另一種技術，在新技術裡可能是性能價值提昇功能增加也有可能是成本降低，即產品延演化路線演化過程是新舊技術更替的過程，依據當前的產品技術所處狀態，經由設計可使其移動到新的狀態，有助於完成產品的創新設計和改善設計，同時在同一個工程領域中總結出的演化模式及演化路線，可以在另一工程領域中實現，即技術演化模式及演化路線具有可傳遞性，因此 TRIZ 理論不僅能預

測技術的發展，而且還能展現預測的結果，實現產品可能狀態，對於產品創新具有指導作用，進而延伸應用在其他創新領域(Monteiro, 2012; Chiang, Yi & Chang, 2013; Govindarajan, Sheu & Mann, 2019)。

Altshuller (1984)透過大量分析專利與案件，得知每一個功能系統的演化並非隨機發生，而是依循著可預測的模式進行，所以先提出八大技術系統演化趨勢，分別為：(1)增加理想性：增加系統的有用功能，並減少系統的有害功能；(2)遵循生命週期階段演化：沿著技術系統演化(S 曲線)的四個階段，分別為嬰兒期、成長期、成熟期、衰退期，系統功能設計會有所不同；(3)系統元件非均衡發展：系統是由多個子系統所組成，每個子系統都有各自 S 曲線演化，並在不同時間達到演化極限；(4)增加動態與可控制性：為了適應不斷變化的環境，讓系統功能擁有更高的彈性或多樣性；(5)增加複雜性再簡單化：系統演化先是不斷增加功能及品質來滿足需求，經過一段時間後，再透過系統整合逐漸簡化；(6)部份耦合與非耦合：在相同性質的系統加入不同性質的系統，或是將不同性質的系統整合成同性質的系統，以尋求突破的解答；(7)從大系統到極小系統的轉換：系統逐漸地朝向縮小化和簡便化的方向演進；(8)減少人為參與增加自動化。

很多技術的進化可以依循著 Altshuller 八大技術系統演化趨勢來解釋，但實際上的運用，仍然有很多不足的地方。學者 Mann (2007)提出的 37 項技術演化趨勢，可分為空間(13 項)、介面(18 項)、時間(6 項)三大類，使用者透過三大類、37 項的演化趨勢，可以有效地決定技術系統未來的趨向，具有良好的可操作性、系統性和實用性，並經過實踐檢驗適合一般產品開發使用，以下表 1 至表 3 為各項演化趨勢的簡要說明。

目前關於家用冰箱創新的趨勢研究如下，Liu (2013)的調查研究發現，冰箱的發展趨勢主要來自於環保節能、智慧化、人性化的三大需求。因應環境變遷與政策規範下，冰箱在壓縮機與製冷技術上不斷地進行改良與創新，以達成節能與環保的目標；其次，隨著感測技術與通訊技術的進步，智慧化的冰箱根據溫度、濕度與使用者習慣，會自動調整運作模式，並搭配物聯網功能，讓冰箱可以與使用者進行資訊互動；再者，冰箱的發展也更貼近人性化需求，包括照明、外觀、結構、保鮮、靜音、省力等等，都為現代生活帶來便利與美好。另外，Lim (2020)則將現代冰箱結構分為六項要素，包括冰箱門把、冰箱門、資訊顯示、取水/冰口、家庭飲料櫃、

冷藏／冷凍庫，運用 TRIZ 40 個發明原則加以創新，其中運用分割原理(Segmentation)、非對稱原理(Asymmetry)，可增加冰箱門的數量，並搭配對開設計；運用合併原理(Consolidation)、球面化原理(Spheroidality)，採取無門把與弧線設計，增加冰箱的美觀度；運用部份或過度原理(Partial or Excessive actions)、回饋原理(Feedback)，可將原來較小的家庭飲料櫃，擴大為門中門的設計，並搭配透視的材質，可以即時察看內容物；最後，運用轉換維度原理(Transition into a New Dimension)，將冰箱嵌入廚房裝潢內，讓廚房具有整體的和諧性。歸結上述學者的研究成果，對照表 1 至表 3 的 37 項技術演化趨勢，目前冰箱的創新發展，在結構上著重於非對稱性空間(S8)與多系統的介面(I14, I15)，在功能與外觀上著重於方便性(I22)與簡約設計(I27)，在操作上則著重於協調性(T32)與智慧回饋(I28)。

除了家用冰箱創新的研究之外，其他研究也廣泛地運用 TRIZ 技術系統演化趨勢於不同類型產品與服務的創新。Chiang, Yi, & Chang (2013)結合 Kano 模型與 TRIZ 演化趨勢，以專家意見為資料來源，進行電子商務服務品質的改善；Ishi & De Carvalho (2015)則以光纖配線箱(optical fiber distribution box)為對象，運用 TRIZ 演化趨勢工具，同樣以專家意見為資料來源，進行創新產品的發想，並取得 42 個可能的創新想法。Sengupta, Kim, & Kim (2018) 結合 TRIZ 演化趨勢與 Bass 模型，以現有的技術報告與市場調查資料為基礎，探討智能手環(fitness trackers)的未來產品創新與市場採用階段。然而，目前尚未有研究運用 TRIZ 演化趨勢工具，特別針對家用冰箱進行創新發想，僅有的少數文獻則是探討一般性家電產品(household appliance)的發展趨勢(Crotti, Ghitti, Regazzoni, & Rizzi, 2007; Baur, Muenzberg, & Lindemann, 2017)。

表 1. 空間類別的演化趨勢

項目	演化趨勢
S1 智慧材料	被動材料 → 單向適應材料 → 雙向適應材料 → 全向適應材料
S2 空間分割	單一固體 → 中空結構 → 多孔結構 → 毛細孔結構 → 多孔結構+有效元素
S3 表面分割	光滑表面 → 肋狀表面 → 立體粗糙面 → 作用孔面
S4 物件分割	單一固體 → 分割固體 → 粒狀固體 → 液體 → 泡沫/氣霧 → 氣體 → 電漿 → 能場 → 真空
S5 從巨觀進化到微觀	Macro→Milli→Micro→Nano→Pico→Femto
S6 網狀纖維	均質平面架構 → 二維網狀架構 → 立體纖維 → 添加作用元素
S7 減少密度	金屬 → 塑膠 → 氣體
S8 增加非對稱性	對稱系統 → 線性非對稱 → 平面非對稱 → 匹配非對稱
S9 打破邊界	多重邊界 → 少數邊界 → 無邊界
S10 幾何進化(線性)	點 → 一維線性 → 二維平面 → 三維表面
S11 幾何進化(立體)	平面結構 → 二維結構 → 軸對稱結構 → 三維結構
S12 向下縮合	非結構化 → 二階結構 → 三階結構 → 遞迴架構
S13 動態性	不動系統 → 連結系統 → 完全彈性系統 → 液態/氣態系統 → 能源基系統

資料來源：整理自 Mann (2002)

表 2. 介面類別的演化趨勢

項目	演化趨勢
I14 單-雙-多(同質性)	單系統 → 雙系統 → 三系統 → 多系統
I15 單-雙-多(變異性)	單系統 → 雙系統 → 三系統 → 多系統
I16 單-雙-多(增加差異)	相似組件 → 變異組件 → 含修正組件 → 多系統
I17 向上整合	非結構化 → 與較高層結構結合 → 完全與較高層結構整合
I18 減少受迫阻尼震盪	過阻尼 → 來回震盪 → 無震盪+有效控制
I19 增加感官的使用	1 個感官 → 2 個感官 → 3 個感官 → 4 個感官 → 5 個感官
I20 增加顏色的使用	單色或無色 → 雙色 → 使用可見光譜色 → 全彩
I21 增加透明	不透明 → 部份透明 → 全部透明 → 可動透明組件

I22 顧客採購所關注的焦點	表現 → 可靠 → 方便 → 價格
I23 市場進化	商品 → 產品 → 服務 → 體驗 → 傳授/轉換
I24 設計考量	單點設計最佳化 → 雙點設計最佳化 → 不連續操作多點設計最佳化 → 持續設計再最佳化
I25 自由度	1 自由度 → 2 自由度 → 3 自由度 → 4 自由度 → 5 自由度 → 6 自由度
I26 打破邊界	多重邊界 → 少數邊界 → 無邊界
I27 簡約設計	複雜系統 → 消除非關鍵組件 → 消除非關鍵次組件 → 簡約後系統
I28 控制度	直接控制 → 中介作動 → 回饋 → 智慧回饋
I29 減少人為參與	人力 → 人力+工具 → 人力+動力工具 → 人力+半自動工具 → 人力+自動工具 → 自動化工具
I30 設計方法	試誤法 → 穩定狀態設計 → 考慮暫時效應 → 考慮磨耗效果 → 考慮耦合效果 → 防呆設計
I31 減少能源轉換	三次能源轉換 → 二次能源轉換 → 一次能源轉換 → 零次能源轉換

資料來源：整理自 Mann (2002)

表 3. 時間類別的演化趨勢

項目	演化趨勢
T32 動作協調	不協調動作 → 部份協調動作 → 完全協調動作 → 間隔時不同動作
T33 節奏協調	持續動作 → 週期動作 → 共振/共鳴 → 行波
T34 非線性	線性系統 → 部份非線性 → 完全非線性系統
T35 單-雙-多(同質性)	單系統 → 雙系統 → 三系統 → 多系統
T36 單-雙-多(變異性)	單系統 → 雙系統 → 三系統 → 多系統
T37 從巨觀進化到微觀	Macro → Milli → Micro → Nano → Pico → Femto

資料來源：整理自 Mann (2002)

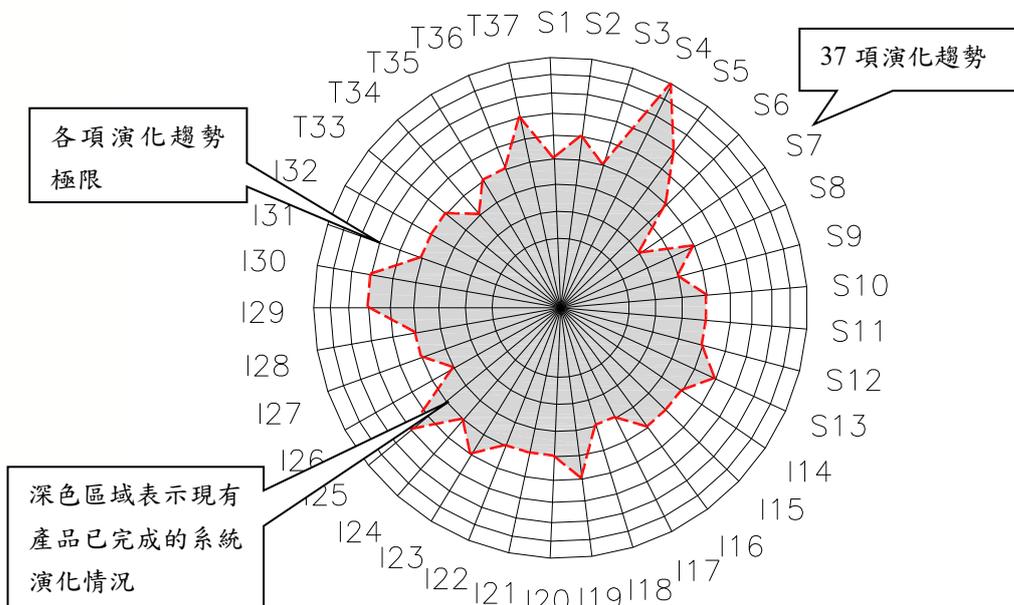


圖 1. 37 項技術演化潛力雷達圖

資料來源：Mann (2007)

2.3 技術演化潛力雷達圖

技術系統演化模式和演化路徑提供設計人員瞭解各類技術系統演化情況，為設計人員在產品技術開發方向提供了理論依據，圖 1 為 D. Mann 37 項技術系統演化潛力雷達圖。圖 1 中 37 條射線表示該構件或系統在技術演化的演化模式，深色區域表示產品將沿演化路徑演化，最後將達到外圍虛線，外圍虛線即表示系統內的各演化已達該趨勢演化極限，離外圍虛線越遠者即表示此趨勢較有演化潛力，可能潛藏著較多發明創新機會，達極限表示系統內的此一趨勢將不再演化或已無演化必要，也可能表示此一趨勢將由另一全新或破壞式創新趨勢取代。

3. 研究方法

3.1 研究方法及步驟

本研究的核心理論是藉由 37 項演化趨勢，可以探討冰箱各項功能上演變與趨勢之間的關係。首先，本研究廣泛進行冰箱功能資料蒐集，再進行 TRIZ 演化等級判斷，接著繪出功能演化雷達圖，再依此項進行演化趨勢分析，得知現階段冰箱功能發展現況及極限，依據此結果，再去推想冰箱未來發展方向。本論文研究方法及步驟如圖 2 所示。

參考先前的研究經驗 (Chiang, Yi, & Chang, 2013; Ishi & De Carvalho, 2015)，本研究尋求專家意見作為衡量評估的基礎，故邀請 5 位家用冰箱領域的企業資深專家，曾歷練於研發、行銷與生產部門，皆擁有 20 年以上產業經驗。本研究提供 5 位專家所蒐集的冰箱功能資料，並附上 37 項演化趨勢的定義說明，以個別面訪的方式，由專家協助將冰箱功能資料對應到適當的 TRIZ 演化趨勢，再進行演化等級的判斷。在此過程中，5 位專家是以匿名方式參與研究，其中若有 3 位以上的專家意見一致，則確認該項 TRIZ 演化等級達成共識，並據此繪製演化雷達圖，反之，若該項 TRIZ 演化等級僅有 2 位或更少的專家意見一致，則會提供其他匿名專家的書面意見，進行第二次的面訪，透過專家書面意見交流來達成共識。

3.2 冰箱產品功能蒐集

本研究主要以冰箱功能作為研究目標，收集資料範圍設定國內冰箱業界具有代表性公司分別為 Panasonic 國際牌、HITACHI 日立、KOLIN 歌林、SAMPO 聲寶、SANYO 台灣三洋、TATUNG 大同作為研究對象，收集五家公司歷年廣告文宣資料，自

民國 84 年到民國 105 年間之家用冰箱產品功能相關資料，如圖 3 所示，總計有 90 本廣告文宣、288 件功能資料，內容部份有重複，現有功能並非每年全部發展成新功能，因此，在彙整廣告文宣中的主打特殊功能、冰箱基本規格之後，發現每三年期間，冰箱功能會改變一次，故將以三年為週期進行統計。

由於本研究以冰箱功能作為研究目標，為了瞭解使用者對目前冰箱購買動機、使用狀況，參考漂亮居家雜誌的問卷調查，「安全」、「節能」、「性能」、「設計」、「服務」是消費者在購買冰箱的重要考量因素，其中「安全」、「節能」已成為基本配備，「性能」、「設計」成為讓消費者願意購買的關鍵因素，對於性能好、設計佳的冰箱，會讓消費者提升預算購買。所謂「性能」是指更貼近使用習慣的冰箱，提升使用的「方便性」，以及透過「溫度控制」能鎖住食物的原味；「設計」方面是指冰箱「外觀設計」以及內部「空間設計」。故本研究將蒐集冰箱功能內容資料，依「方便」、「空間設計」、「溫度控制」、「外觀設計」分類區分，再細分個別相關之功能共 14 項，探討國內冰箱產品創新功能演變過程，如表 4 所示。

4. 研究分析與結果

4.1 冰箱功能演化參數與等級判斷

本研究根據表 4 中的各項功能演化說明，分別就「方便性」、「空間設計」、「溫度控制」、「外觀設計」的分類，對照 37 項演化趨勢，找出符合的演化趨勢參數，並判斷演化等級。以「方便性」的製冰功能為例，以往製冰時，消費者需要將製冰盒拉出來倒入液體，在以平放方式放入冷凍室，當液體結成固體，在手動完成製冰，製冰數量有限，沒辦法儲存冰塊，如果夏季需要大量冰塊時，無法滿足消費者；演變成扭轉式製冰盒，還是需要將製冰盒拉出，手動倒入液體，但差別在於製冰盒採用扭轉式設計，當液體結成固體，輕輕扭轉，冰塊自動脫落至儲冰盒中，輕鬆好用；演變成製冰動作時無需人為操作，只需把冷藏室水箱裝滿，水箱會自動運轉至冷凍製冰，再由智慧型感溫器感測製冰完成，讓冰塊源源不絕，如圖 4 所示。


圖 4. 製冰功能的演化過程

其中自動給水製冰系統，將給水、製冰、離冰的三項步驟，形成連續性、自動化的操作流程，可對應至 S13「動態性」第三階段（完全彈性系統），以及 I29「減少人為參與」第五階段（人力+自動工具），此系統也讓使用者更佳方便製作冰塊，可對應至 I22「顧客採購所關注的焦點」第三階段（方便），再者，從 I28「控制度」而言，當水箱沒水時，指示燈會亮起，告知使用者要添加冷開水，讓製冰功能保持循環，達到第三階段（回饋），最後，在自動偵測製冰過程中，將冷藏室水箱的水抽至冷凍

室製冰盒內，開始製冰，當製冰完成後，蓄冰盒有感測器檢測冰塊儲存量是否足夠，不足時製冰盒會自動扭轉，將剛製成的冰塊倒入蓄冰盒，透過自動製冰、自動離冰兩個系統，彼此交互感測，讓使用者隨時都有冰塊享用，可對應於 T32「動作協調」第三階段（完全協調動作），以及 T33「節奏協調」第三階段（共振/共鳴），如表 5 所示。其他的冰箱功能演化，也基於所蒐集冰箱功能內容資料，根據 5 位專家意見共識，依循上述的方法進行判斷，彙整如表 5 至表 8 所示。

表 5. 「方便性」之演化參數與等級判斷

關鍵因素	功能	判斷參數等級說明	演化趨勢參數	演化等級
方便性	製冰功能	自動給水製冰系統	動態性	S13-3
			減少人為參與	I29-5
		自動製冰具便利性	顧客採購所關注的焦點	I22-3
		水箱補水訊息回饋	控制度	I28-3
		自動製冰、自動離冰	動作協調	T32-3
			節奏協調	T33-3
	燈光照明	冷凍與冷藏皆有燈光	打破邊界	S9-2
			單-雙-多(同質性)	I14-2
		光線可部份穿透	增加透明	I21-2
	除臭功能	內建除臭裝置	顧客採購所關注的焦點	I22-2
			急速除臭按鍵	控制度
	關門警示	提醒聲與警示燈	增加感官的使用	I19-2
			警示具提醒效果	顧客採購所關注的焦點
		聲音與燈號雙重設計	設計考量	I24-2
	電動抽屜/門	輕觸方式開關	顧客採購所關注的焦點	I22-3
減少人為參與			I29-5	
控制度			I28-2	

表 6. 「空間設計」之演化參數與等級判斷

關鍵因素	功能	判斷參數等級說明	演化趨勢參數	演化等級
空間設計	空間分層存放	單層密閉多格	單-雙-多(同質性)	I14-4
		方便整理取用	顧客採購所關注的焦點	I22-3
	冷藏室與冷凍室位置	冷藏室在上，冷凍室在下	自由度	I25-1
		調整冷藏與冷凍室位置	打破邊界	I26-2
		依使用者使用頻率調整	設計方法	I30-2
	冰箱寬度	寬度變窄，廚房空間寬敞	顧客採購所關注的焦點	I22-3

表 7. 「溫度控制」之演化參數與等級判斷

關鍵因素	功能	判斷參數等級說明	演化趨勢參數	演化等級
溫度控制	溫度控制界面	無需調整溫度	顧客採購所關注的焦點	I22-3
		多點感應器設置	設計考量	I24-3
		既定溫控調節模式	自由度	I25-1
		自動偵測調節溫度	控制度	I28-3
			減少人為參與	I29-5
	達到穩定設計狀態	設計方法	I30-2	
	冰箱氣流	3D 氣流，冷度均勻分布	顧客採購所關注的焦點	I22-2
		由上、左、右三方向吹動	幾何進化(立體)	S11-2
		達到穩定設計狀態	設計方法	I30-2
	急速冷凍室	熱料理急速冷凍	顧客採購所關注的焦點	I22-3
微凍結室	冷凍室與微凍結室	單-雙-多(同質性)	I14-2	

表 8. 「外觀設計」之演化參數與等級判斷

關鍵因素	功能	判斷參數等級說明	演化趨勢參數	演化等級
外觀設計	外觀顏色	金屬鏡面，顏色選擇豐富	增加顏色的使用	I20-3
	庫外液晶顯示面板	多功能面板	單-雙-多(變異性)	I15-4
		面板熄燈即隱藏	增加透明	I21-1
		簡化面板功能	顧客採購所關注的焦點	I22-3
			簡約設計	I27-2

4.2 繪製冰箱功能演化雷達圖

本研究蒐集冰箱功能內容資料，依「方便性」、「空間設計」、「溫度控制」、「外觀設計」分類區分，進行演化趨勢參數辨識及演化等級判斷，如表 5 至表 8 所示。在各項資料表中，若該項功能僅對應一項功能演化特徵值，則將此功能直接歸類至該項演化趨勢參數等級，但若一項演化趨勢參數對應超過一項以上的功能，則採用平均數法進行計算，其平均值即為此項演化趨勢參數等級。最後透過 Microsoft Excel，繪製對應於「方便」、「空間設計」、「溫度控制」、「外觀設計」的演化雷達圖，如圖 5 至圖 8 所示，並在圖中呈現出目前演化狀態與演化極限，以便發掘具有產品發展潛力的參數，進行冰箱未來趨勢的創新產品構思。

5. 創新產品構思

5.1 「方便性」創新構思

(1) 燈光照明功能

S9「打破邊界」目前處於第二階段（少數邊界），預測往第三階段（無邊界）邁進，I14「單-雙-多(同質性)」目前處於第二階段（雙系統），預測往第四階段（多系統）邁進，國人每天使用手機超兩個小時已有 80% 以上，冰箱將會往智慧型家電

邁進，須結合「通訊功能」、「攝影機」、「傳感器」，冰箱跟使用者須雙向互動，使用者可輕鬆管理自己的冰箱。I21「增加透明」目前處於第二階段（部份透明），預測往第三階段（全部透明）邁進，透過通訊軟體來監控冰箱內部食物狀況，冰箱燈光須完全穿過，無任何限制，要讓使用者可透過手機清楚看到冰箱內部狀況。使用者可透過通訊軟體來監控冰箱內部狀況，這時考慮到不同操作模式（開門、關門...等），冰箱照明須在透明、部分透明及不透明三者間改變，冰箱即使門關起，使用者也可得知冰箱內部狀況，如圖 9 所示。

(2) 關門警示功能

I22「顧客採購所關注」目前處於第一階段（表現），預測往第二階段（可靠）邁進，I19「增加感官的使用」目前處於第二階段（2 個感官），預測往第三階段（3 個感官）邁進，使用者一時疏忽常忘了關冰箱門，目前設計僅有警示燈與提醒聲來告知使用者，可在冰箱內部多點操作點設置溫度感應器，能清楚偵測到溫度變化，當溫度異常升高時，可透過通訊軟體主動傳送訊息給使用者，告知冰箱哪區域未關好，讓使用者更信賴關門警示功能，如圖 10 所示。

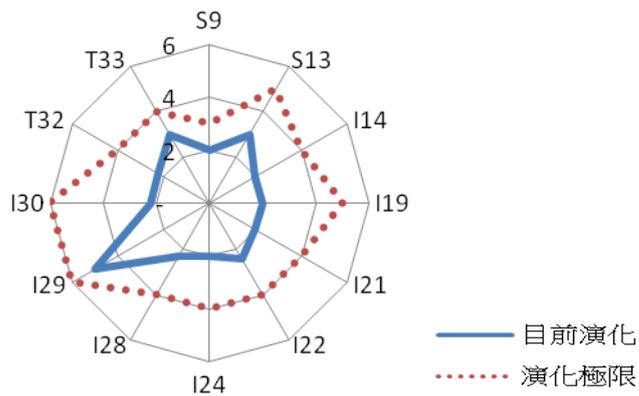


圖 5. 「方便性」功能演化雷達圖

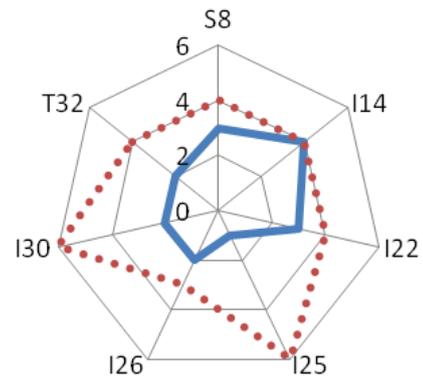


圖 6. 「空間設計」功能演化雷達圖

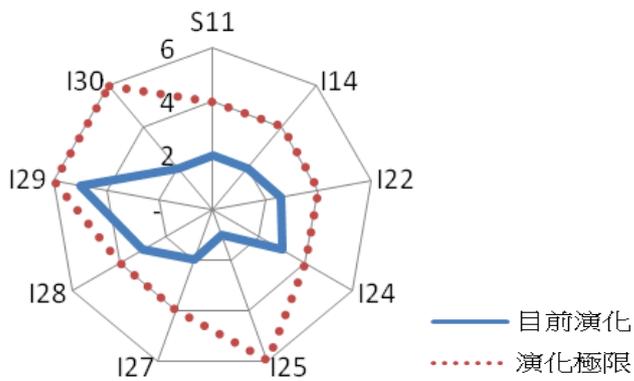


圖 7. 「溫度控制」功能演化雷達圖

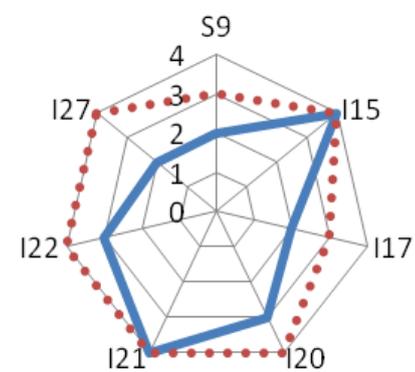


圖 8. 「外觀設計」功能演化雷達圖



圖 9. 「燈光照明」功能創新設計

資料來源：Bosch Refrigerator (2021)、Sande (2017)



圖 10. 「關門警示」功能創新設計

資料來源：Bosch Refrigerator (2021)、Sande (2017)

5.2 「空間設計」創新構思

(1) 冷藏室與冷凍室位置

I25「自由度」處於第一階段（1 自由度），預測往第三階段（3 自由度）邁進，I26「打破邊界」目前處於第二階段（少數邊界），預測往第三階段（無邊界）邁進，國人居住空間小，又有過年習俗，因此冰箱須具備彈性空間設計，冷凍室、冷藏室、蔬果室自由切換，不需要任何限制，不須再為保存食物空間不足傷透腦筋，增加使用者方便。I30「設計方法」目前處於第二階段（穩定狀態設計），預測往第三階段（考慮暫時效果）邁進，考慮不同的暫時效果操作狀況，不需要任何限制，冷凍、冷藏、蔬果室可自由切換，如圖 11 所示。

5.3 「溫度控制」創新構思

(1) 溫度控制界面

I25「自由度」目前處於第一階段（1 自由度），預測往第二階段（2 自由度）邁進，I30「設計方法」目前處於第二階段（穩定狀態設計），預測往第三階段（考慮暫時效應）邁進，挖掘潛在用戶的痛點，例如：熱愛烘焙的族群，需要隨時掌握溫度，冰箱的溫控界面可直接調整各區域的溫度，也可以透過

手機通訊軟體來調整溫度控制，讓使用者隨時掌握某區塊隔層溫度，增添使用者使用上便利性。I28「控制度」目前處於第三階段（回饋），預測往第四階段（智慧回饋）邁進，讓使用者可以自由設定區域溫度，隨時掌握某區塊隔層溫度，且自動對使用者對發訊者傳遞告知此溫度已維持時間，增添使用者使用上便利性，如圖 12 所示。

5.4 「外觀設計」創新構思

(1) 外觀顏色、庫外液晶顯示面板功能

I21「增加透明」目前處於第一階段（不透明），預測往第二階段（部份透明）邁進，掌握未來科技功能，引進「變色玻璃」將不透明的玻璃變成透明，無須打開冰箱就可知道冰箱內部食物狀況，可以減少能源損耗。另外，I20「增加顏色」目前處於第三階段（使用可見光譜色），預測往第四階段（全彩）邁進，透過智慧玻璃的運用，可隨著裝潢而有所變化，顏色選擇豐富，讓消費者依照自己喜好選擇。I27「簡約設計」目前處於第二階段（消除非關鍵組件），預測往第三階段（消除非關鍵次組件）邁進，可同時引進「手勢感應器」使用者只要揮動雙手，就可以將不透明的玻璃變成透明，如圖 13 所示。



圖 11. 「彈性空間」功能創新設計
資料來源：Bosch Refrigerator (2021)



圖 12. 「溫度控制」功能創新設計
資料來源：Bosch Refrigerator (2021)、Sande (2017)

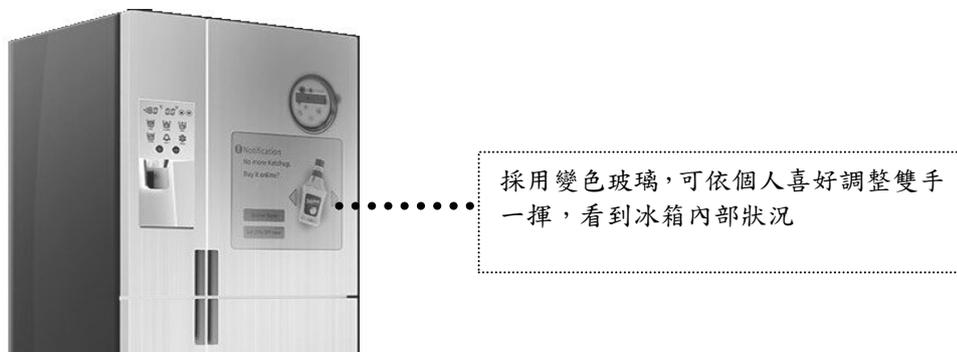


圖 13. 「外觀設計」功能創新設計
資料來源：Dreamstime (2021)

Reference

- Altshuller, G. (1984). *And suddenly the inventor appeared: TRIZ, the theory of inventive problem solving*. Technical Innovation Center.
- Altshuller, G. (1999). *The innovation algorithm: TRIZ, systematic innovation and technical creativity*. Technical Innovation Center.
- Baur, C., Muenzberg, C., & Lindemann, U. (2017). Designing new concepts for household appliance with the help of TRIZ. *Proceedings of the 21st International Conference on Engineering Design (ICED17)*, 4, pp.179-188.
- Chiang, T., Yi, C., & Chang, C. (2013). An empirical study of applying Kano model and TRIZ business evolution trends to improve E-commerce service quality. *Proceedings of 2013 IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics*, pp.340-344.
- Crotti A., Ghitti, M., Regazzoni D., & Rizzi C. (2007). Trends of evolutions and patent analysis: An application in the household appliances field. In: Krause F. L. (Eds.) *The Future of Product Development*. Berlin: Springer, pp.145-154.
- Govindarajan, U. H., Sheu, D. D., & Mann, D. (2019). Review of Systematic Software Innovation Using TRIZ. *International Journal of Systematic Innovation*, 5(3), pp.72-90.
- Ishi, R., & De Carvalho, M. (2015). Using the trends of evolution from the theory of inventive problem solving (TRIZ) to generate new product ideas for optical fiber distribution boxes. *Applied Mechanics and Materials*. 741. pp.814-822.
- Lim, T. H. (2020). Interpretation of formative elements of refrigerator design through TRIZ principles. *The Korean Society of Science & Art*, 38(4), pp.327-337.
- Liu, L. (2013). On the function evolution and its future development of the refrigerator. *The Guide of Science & Education*, 23, pp.232-233.
- Mann, D. (2002). *Hands-on systematic innovation*. CREA Press.
- Monteiro, J. J. (2012). TRIZ Supporting the Project Management Effectiveness. *International Journal of Systematic Innovation*, 2(2), pp.24-42.
- Sengupta, S., Kim, J., & Kim, S. (2018). Forecasting new features and market adoption of wearable devices using TRIZ and growth curves: Case of fitness tracking products. *International Journal of*

Innovation and Technology Management. 15(1), pp.1-19.

Webpages References

Bosch Refrigerator. (2021).

<https://www.bosch-home.com.tw/specials/fridge-and-freezer/>

<https://www.bosch-home.com.tw/product-list/GSN36AI31D#/Togglebox=-313802030/>

<https://www.bosch-home.com.tw/product-list/KSF36PI30D?breadcrumb=#/Togglebox=-75474659/>

Dreamstime.s (2021). Smart refrigerator concept.

<https://www.dreamstime.com/stock-illustration-smart-refrigerator-concept-screen-door-displaying-push-information-example-no-ketchup-user-can-buy-online-just-image70487201/>

Sande, S. (2017). Dumb refrigerator, meet smarter fridgecam, AppleWorld Today.

<https://www.appleworld.today/2017/04/06/dumb-refrigerator-meet-smarter-fridgecam/>

BIOGRAPHY



Wen-Chun Tsai is currently an Assistant Professor in the Department of Business Administration at Chung Yuan Christian University in Taiwan (ROC). He received his MS in Electrical Engineering from Stanford University (USA) and PhD in Management of Technology from National Chengchi University, Taiwan (ROC), respectively. His research interests are technology management, product and service innovation and business model design.



Yu-Lu Chen currently works at National Chung-Shan Institute of Science & Technology in Taiwan (ROC). She received his MS in Department of Business Administration at Chung Yuan Christian University, Taiwan (ROC). Because of her interest in bread baking, she studies the innovative functions of different refrigerator brands to control the dough temperature during fermentation through using TRIZ tools.