



從照明燈具邁向系統應用

From Lighting Fixtures to System Integrations and Applications

戴光佑 K. Y. Tai¹、溫士逸 S. Y. Wen²

工研院電光系統所(EOSL/ITRI) ¹資深工程師、²經理

全球LED產業發展已臻成熟，LED從節能照明應用快速延伸到系統整合與「光即服務」商業模式，讓照明加入以人為本的設計概念，更讓LED產品拓展其光源附加應用價值，推動更多的跨域產業高值化應用。本文將從全球LED照明產業發展趨勢切入，簡述國際照明大廠發展動向與創新商業模式，並提出相關的智慧光環境系統應用案例，讓讀者能夠快速地了解產業發展現況與未來發展方向。

As LED lighting becoming mature and widely accepted, the value proposition of LED technology has derived from an energy-saving lighting solution to quickly expand to system integration and further, a business model we call light as a service (LaaS). The trend of LED lighting promises human-centric design concepts, repositioning its definition of general lighting toward high-value, cross-industry applications. This article will examine global LED lighting industry, guiding readers to the development trend and innovative business models by international lighting giants. In the article, readers will also acknowledge the latest development of “system application with intelligent ambient lighting”, an inevitable direction for the future of LED lighting industry.

關鍵詞/Key Words

智慧照明(Smart Lighting)、可見光通訊(Visible Light Communication; VLC)、光照上網(Light Fidelity; Li-Fi)、光即服務(Light as a Service; LaaS)

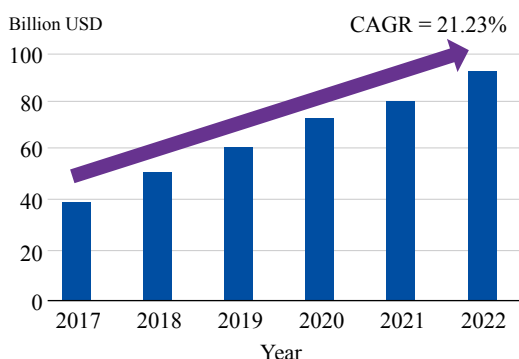
前言

過去全球各國相繼擬訂技術發展藍圖，積極投入發展高效能光電半導體固態照明技術，推動綠色環保與提升能源使用效率之新興政策目標。在眾多的節能照明技術議題中，LED光源成為了新世代的先進照明產品，LED光源產品具備體積小、長

使用壽命、高發光效率、低能源消耗等特性，技術特徵大幅優於傳統照明燈具，因此能夠協助紓緩全球能源缺乏的困境，並成為各國綠色節能環保議題的重要角色與發展新方向。

因應綠色照明應用的快速興起，國內外LED產業也由基礎元件技術開發，逐漸轉型聚焦照明燈具及系統應用，並為LED產業

帶來更多的應用商機。根據國際市調機構MarketsandMarkets報告指出，有鑑於消費者對節能照明的需求提高、LED價格降低與逐年提高的市場滲透率，將持續為LED產業帶來相當可觀的產值效益，預估2022年全球LED照明市場產值將達924億美元，年複合增長率(CAGR) 21.23%，年度市場規模預測如圖一所示。



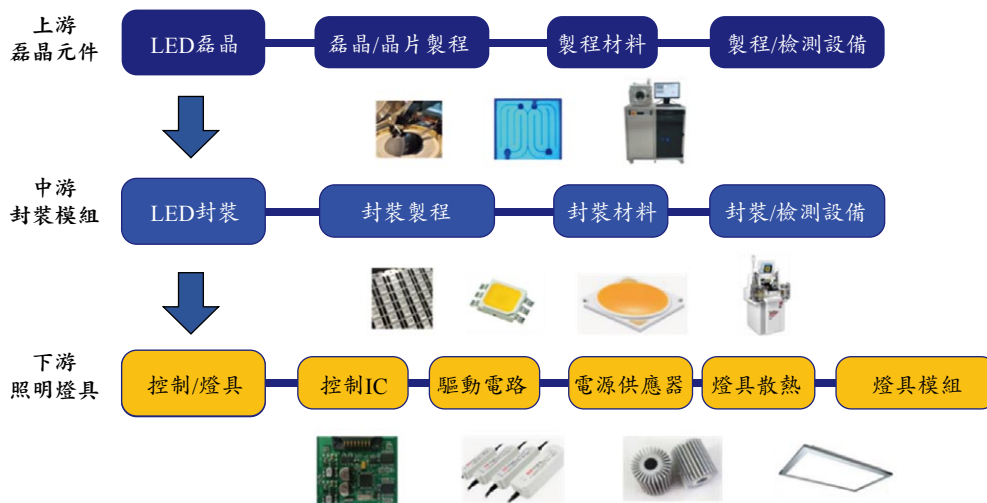
資料來源：MarketsandMarkets (2017)；工研院整理(2018)

▲圖一 全球LED照明市場規模

LED產業發展現況

過去我國LED產業聚焦於磊晶及元件的基礎技術開發，成為全球產業發展重要基地，隨著技術能量提升與市場需求湧現，更將技術版圖拓展到封裝與照明應用。經過35年的發展，產業價值鏈已建構得十分完整，透過上/中/下游的串聯與整合，更是將我國LED技術產業推向國際市場，並成為全球最大生產國之一。我國LED照明產業架構如圖二所示。

經過長時間的研發資源投入，LED光源發光效率大幅提升，並快速掀起第二次照明革命。LED光源的主要優勢包含低維護成本、高發光效率、較佳的照明光色品質、可營造環境氣氛、無紫外線輻射、提升環境節能效益和具高的安全性等。LED已為照明產業帶來新的發展機會，全球大廠積極投入LED照明應用產品的開發，當LED照明產品逐漸成為市場主流後，國際上也



▲圖二 我國具備完整的LED照明產業鏈



開始將照明產品導入各種應用場域，並展開大規模的示範應用；同時隨著LED開發成本的降低、光源發光效率的提升及可靠度的改善，LED照明應用已逐漸成為室內/室外照明的主流選項。

當LED照明產品市場滲透率逐年提高後，LED照明市場特性逐漸趨於鮮明，包括在地化設計、產品少量多樣與高值化應用等，成功要素相當多元。依據消費者需求不同而產生差異，成本已經不是終端使用者的唯一考量因素，產品將逐漸以在地製造或形成區域製造中心來滿足各領域不同需求，以多樣化的產品提供消費者選擇。廠商的照明產品需廣泛布局，才能有效避免大宗商品低價競爭的局面，並從照明紅海市場的困境中脫穎而出。

國際發展趨勢

LED照明市場具備相當的發展潛力，在吸引許多的業者加入LED照明產品的開發後，產業快速地走向發展高峰，儘管如此，市場競爭同時也更趨於激烈，逐漸走向削價競爭的紅海市場。全球主要照明大廠市占率逐漸下滑，面臨獲利壓力，在惡性循環的市場氛圍下，劣幣驅逐良幣，導致LED照明產品不易為廠商帶來營收成長，迫使國際照明大廠重新調整經營策略，思考公司照明產品定位以及轉型方向，以持續穩住市場領導地位。

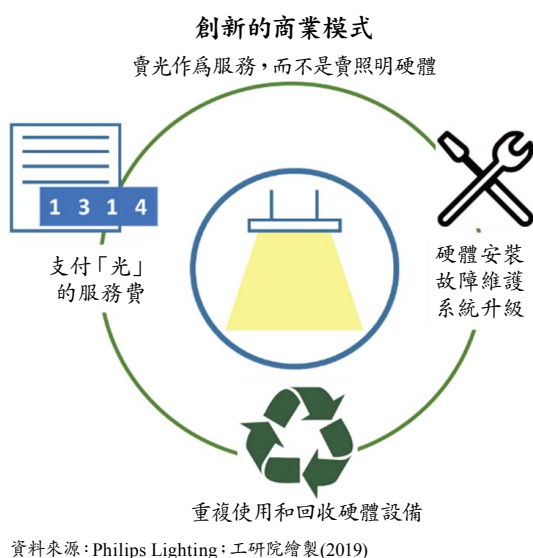
隨著全球智慧生活與物聯網議題的興起，國際照明大廠積極投入智慧照明(Smart Lighting)系統的開發，LED照明將跨域整合智慧光源模組、融合感知、自動控制、無線通訊、系統整合、大數據運算、數據資料庫、雲端平台與軟體等產業，形成智慧



▲圖三 智慧照明服務系統架構圖

化服務系統，如圖三所示；並逐步聚焦終端場域光環境設計與應用，依據後端客戶需求調整智慧照明系統，提供客製化服務產品。商業模式將不同於過去的光源與燈具之販售，而是延伸至系統整合與提供服務解決方案，商業型態大幅改變，同時產業的進入門檻也將大幅提高。國際大廠為因應商業模式的轉變，積極轉型為照明系統解決方案服務商，具相當規模的企業將透過自有的一條龍生產體系來進行串接，或透過跨域策略聯盟與公司併購的方式，以加速建構智慧照明系統整合能量。

在競爭激烈的照明市場中，公司的轉型儼然已成為企業尋求永續經營的唯一選項。國際大廠飛利浦照明(Philips Lighting)於2015年開始積極布局照明系統應用市場，使得照明營收有逐漸回升的跡象；於此同時，全球LED照明產業之競爭也日趨激烈，因此，Philips Lighting將更多資源投入智慧照明和解決方案等高階應用市場，以期望獲取更為穩固的領導地位；同時Philips Lighting的經營策略做了相當大的改變，賣光源、燈具已不再是產品經營主軸，而是



▲圖四 Philips Lighting公司的創新商業模式

進階為賣服務，同時更在創新流程中導入循環經濟的概念，提供並實現「光即服務 (Light as a Service; LaaS)」的商業模式(圖四)。在積極轉型與求變的發展過程中，Philips Lighting取得相當不錯的成績，2018年5月將公司名稱更改為Signify，並對照明重新進行定義—「光已成為一種智慧語言，可連接並傳遞訊息」。

因應照明產業逐漸轉型為服務系統應用，改變舊有的商業模式將成為全球廠商的重要議題。從硬體銷售轉型為光即服務，將大幅改變傳統企業的思維模式、營運模式、內外組織流程、核心能力與產業競爭力的挑戰，並影響到整體企業經營策略，如何引導公司轉型與投入正確的發展方向，將成為公司營運決策者的最大困難與挑戰。

智慧光環境照明系統應用

1. 人本照明系統應用



資料來源：U.S. Department of Energy

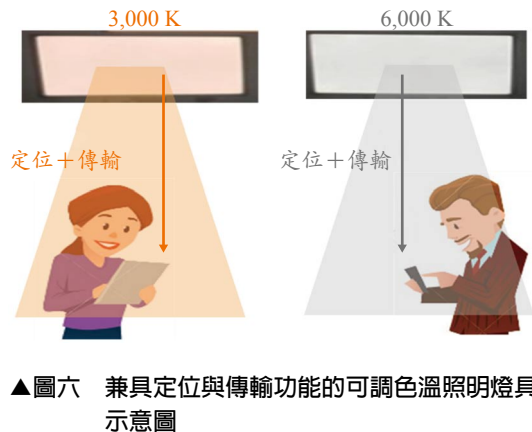
▲圖五 護理中心人因照明光環境，(a)走廊；(b)公共休息區

近年在照明光環境的議題上掀起了以人為本(Human Centric)的設計思考方向，智慧照明系統透過LED光頻譜的設計與光情境模式的調變，提供使用者健康舒適的人因照明光環境，如圖五所示。國際上的案例如居家照明，透過不同光情境(如閱讀、放鬆、休息)的調整，提供舒適的生活環境；教室照明，利用人因參數照明以提升使用者的專注力，強化學習的效果，並有效提升室內空間的舒適度；智慧醫院病房照明，透過建構人因照明光環境，用於改善病房的環境舒適度，如提高患者和工作人員的滿意度、患者的睡眠時間更長、患者入睡時間較短、病患的情緒舒緩等。

由國際發展可知，當照明發展成熟後，將開始聚焦於光源對使用者視覺與非視覺的影響，亦即以人為本的智慧健康照明應用，特別是對於視覺需求更高的健康照護環境，更是極具發展潛力之應用市場。

2. 高值化創新應用

現階段全球LED照明大廠除了持續



▲圖六 兼具定位與傳輸功能的可調色溫照明燈具示意圖

積極開發照明服務方案外，也開始思考如何將產品推動到照明之外的高附加價值市場，積極嘗試改變既有的商業模式，並轉型為照明系統服務商。其中LED照明結合可見光通訊(Visible Light Communication; VLC)技術，就是一個極具發展潛力的應用，應用情境如圖六所示。

有鑑於LED照明市場滲透率持續提升，室內傳統燈具逐漸由LED照明取代，因此如果可以將LED照明結合通訊功能(Li-Fi)，將可大幅突破傳統射頻無線通訊傳輸頻寬的限制，同時光照上網(Light Fidelity; Li-Fi)技術具有資通訊安全與保密的特性，不易被擷取訊號與侵入。國際上的案例，如Philips Lighting在法國房地產投資公司Icade的智慧辦公室中導入Li-Fi，實現傳輸速率30 Mbps的無線寬頻連線功能；德國車廠BMW在旗下的廠房，花了3年的時間測試Li-Fi系統，希望透過技術的導入，解決Wi-Fi訊號不穩、速度慢、潛在資安等問題，模擬運作示意圖如圖七。

此外，LED照明具有明顯的指向性與區域侷限性，因此可見光通訊也非常適



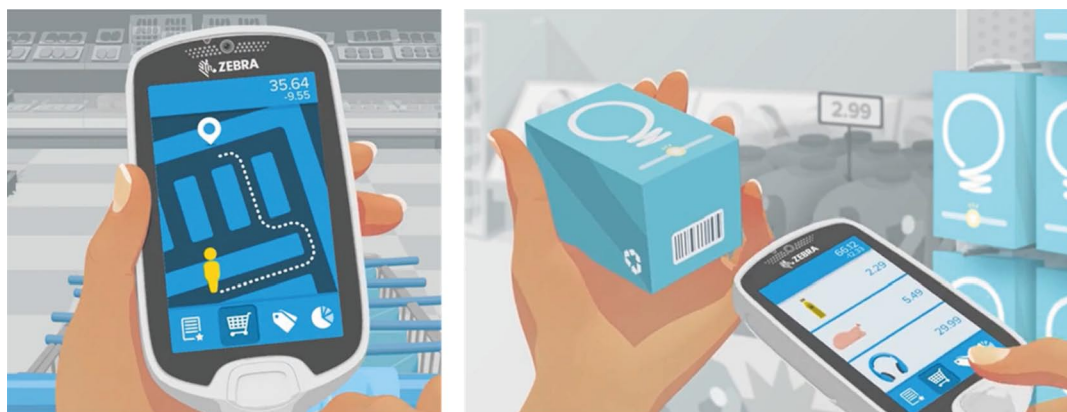
資料來源：Fraunhofer HHI

▲圖七 BMW車廠之機器人手臂與Li-Fi運作模擬示意圖

合發展室內精準定位管理應用(Location-based Service; LBS)。國際上案例，如Philips Lighting在法國大型量販商家樂福的里爾分店導入LED室內定位照明系統，透過即時偵測顧客位置，傳送顧客所需的商品資訊、位置和購物優惠等訊息，讓購物更顯方便；近期國際大廠Zebra Technologies公司為增進智慧商店的消費者體驗，開發手持工規條碼掃描器用於客戶的商品掃描與支付，同時與Philips公司合作，整合可見光通訊定位技術，讓顧客可以透過準確的光定位功能，為顧客提供即時位置資訊與目的地導航，產品示意圖如圖八。

未來展望

LED照明產業發展已臻成熟，國內外廠商開始思考並著手於技術產品的升級與公司經營模式的轉型。現階段國際領導型廠商的LED產業商業型態已從過去專營販售燈具硬體模式，逐漸轉型為智慧照明系統整合輸出與「光即服務」的新創模式，並依



資料來源：Zebra公司

▲圖八 融合可見光定位與掃描支付的導購應用(PS20 Personal Shopper)

據不同的終端場域使用需求，聚焦於以人為本的光環境照明情境服務與智慧光源系統衍伸加值創新應用。照明的意義早已超過了光本身，而是包含了系統和服務的全面解決方案。

我國LED產業在政府的政策支持與資金挹注下，長期投入關鍵技術與創新產品的開發，從元件、模組到節能照明，國內廠商已具備相當強大的研發能量基礎。為因應全球智慧照明發展趨勢，應加速推動產業升級與轉型，提升系統整合能力，並補強產業欠缺的創新服務商業模式，預期將可使我國產業之競爭力得以大幅提升，

同步串接國際產業供應鏈，並搶攻全球智慧光環境應用之新興藍海市場。◀

參考文獻

1. MarketsandMarkets, LED Lighting Market by Installation Type (New Installation and Retrofit Installation), End-Use Application (Indoor Lighting and Outdoor Lighting), Product Type (Lamps and Luminaires), and Geography - Global Forecast to 2022, MarketsandMarkets, 2017.
2. Philips Lighting, <http://www.lighting.philips.com/>
3. Signify, <https://www.signify.com/>
4. Zebra, <https://www.zebra.com/us/en/products/mobile-computers/handheld/ps20.html>
5. US Department of Energy, <https://www.energy.gov/eere/ssl/gateway-tunable-lighting-projects>