

自適應前方照明車燈 ADB 技術發展趨勢

[以下原文源於 STOCKFEEL 2021 年 9 月 28 日報導](#)

發表日期：2019-11-27

作者：石育賢(工研院)

免責聲明：以下轉載文章，所發內容不代表本平台立場。

摘要：

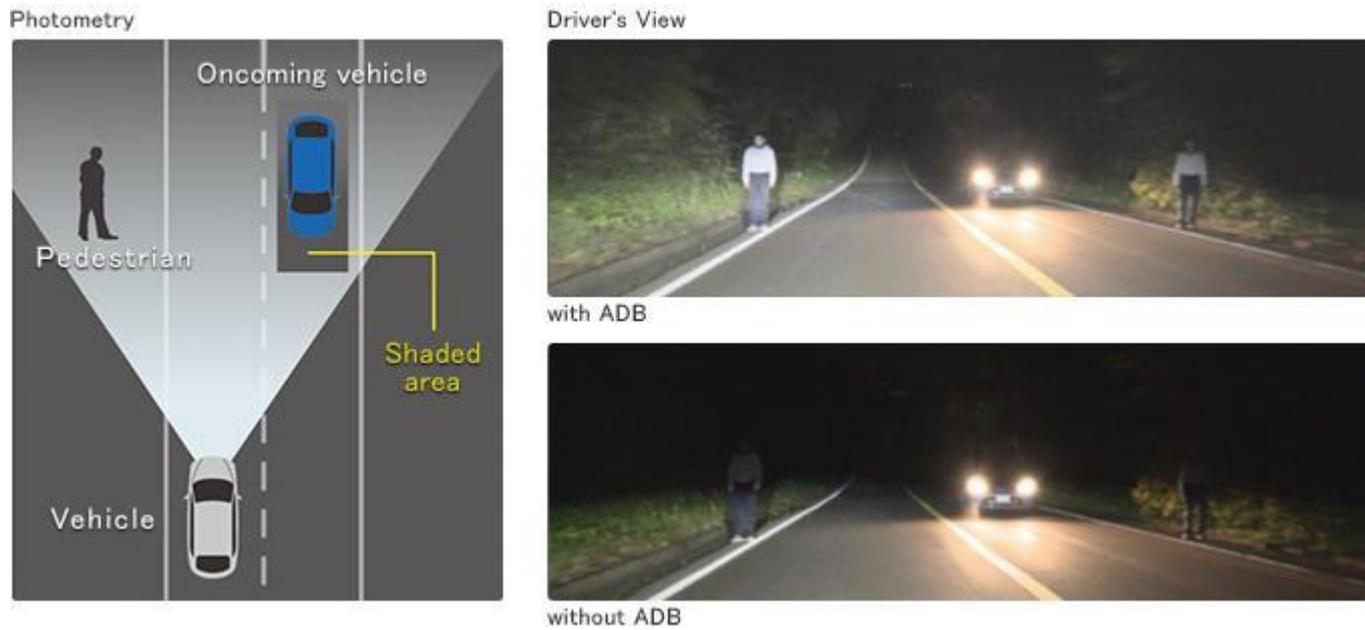
過往矩陣式 LED 智慧轉向車燈技術恐無法滿足下世代自動駕駛第三階以上所需車燈與道路上的行人、騎自行車的人進行交流和溝通之目的。未來智慧車燈將會朝發展高分辨率的車燈照明技術(如 Blade Scan, DMD, uAFS 的技術)，做到車輛間的記錄和溝通，或者是利用新車燈照明技術結合 ADAS 做到自動駕駛功能。

全文：

一、自適應前方照明車燈-Adaptive Driving Beam Headlamp (ADB)定義

Adaptive Driving Beam Headlamp(ADB)為自動調整光束的車輛照明系統，確保駕駛夜晚開車時，車燈能照亮前方視野，同時保護迎面駛來的車輛或前方車輛的駕駛不致受到眩光而引發交通事故。在汽車工程師協會(SAE)發布 ADB 的測試程序、性能要求和設計指南提到 ADB 為車輛實現對道路照明的主動控制，使其能夠根據車輛和/或其周圍的輸入，將部份光束調暗或關閉的系統。

圖 1 為車輛具有 ADB 和沒有 ADB 在夜間行駛的可視線對照圖，沒有 ADB 的車子在夜間看不清楚路旁行走的路人。



資料來源：日本人與車科技展, Koito 網站
圖 1 智慧車燈 ADB 和沒有 ADB 的對照圖

Koito 公司為全球第一個開發 LED 緊湊型系列(LED Compact Series)的車前燈業者，該公司透過 LED 設計三種車燈功能使用如下：

1. 遠近前照 LED 燈切換(讓單個 LED 的遠光燈和近光燈可進行切換)
2. AFS(Adaptive Front-end Lighting System,自適應前照明系統)
3. ADB(自適應前方照明車燈照明系統)

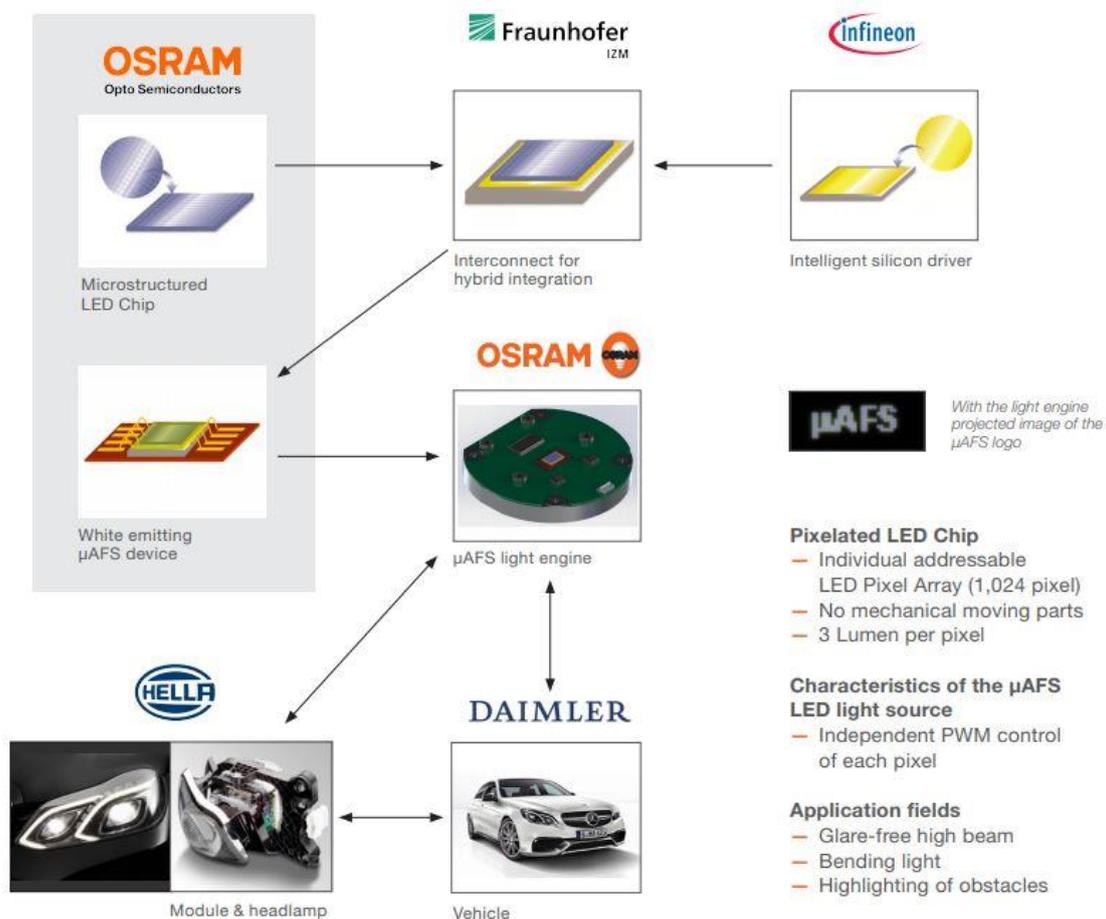
因為 LED 的體積小，重量輕，可用性高的特點，廣泛用於各種車輛例如 LED 晝型燈，但是前方照明系統採用 LED 的發展都在持續進行中，主要是先進駕駛安全輔助系統和未來有車燈緊密結合後，可以提升駕駛前方辨識度降低車禍的發生。Koito 使用的 LED Array 技術是通過車燈布建的兩行 10-20 個 LED 晶片，控制並開啟/關閉光的分佈，使用 12 個 LED 晶片的產品，可控制光的分辨率約為 1.7 度。如果增加 LED 晶片數量可提高分辨率，一旦數量增加則有成本和車燈空間侷限的問題，比較高級的車款如 Mercedes Benz S-Class, E-Class 即是使用 84 個 LED 晶片來控制配光提供其分辨率。

二、智慧車燈-uAFS 技術

圖 2 為 uAFS 是可尋址像素矩陣式 LED (Addressable LED Pixel Array) 的簡稱，專門為多像素智慧頭燈系統而開發的 LED 車用照明技術。其目的是要解決智慧頭燈在矩陣式 LED 數量產生的成本和性能無法滿足自動駕駛車的瓶頸。德國政府有鑑於此，在 2015 年首度召集工業界和科研界的知名機構組成德國研究聯盟，由德國聯邦教育與研究部 (BMBF) 出資三年，完成高解析度 LED 前照燈基礎解決方案 (uAFS)。研究聯盟包括 Daimler、IZM 和 IAF 霍倫霍夫研究所、Hella、Osram 以及 Infineon 組成德國汽車照明技術研究協會。

μAFS – micro-structured Adaptive Front-lighting System

Interaction of the partners of the German Federal Ministry of Education and Research (BMBF) funded project



資料來源：μAFS–micro-structured Adaptive Front-lighting System,
OSRAM

圖 2 德國高解析度自適應車輛頭燈解決方案 uAFS 的研發聯盟

圖 3 為 uAFS 車燈整合矩陣式的 CMOS 控制電路，結合控制晶片，使 LED 晶片直接在大燈光型中可獨立控制的像素，每個車燈有三個 LED 光源，每個 LED 光源可控制 1,024 個控制各自獨立運作的光點(像素點)，所以採用 3 個 uAFS 光源晶片可控制 3,072 個獨立運作的光點。uAFS 的主要優勢在較低系統成本、較小系統體積及高能量效率。



資料來源：OSRAM 網站, <https://www.osram.com/am/specials/trends-in-automotive-lighting/%C2%B5afs-led-headlights/index.jsp>

圖 3 OSRAM uAFS 智慧車燈光源控制晶片

三、智慧車燈技術-刀片型掃描(Blade Scan)技術說明

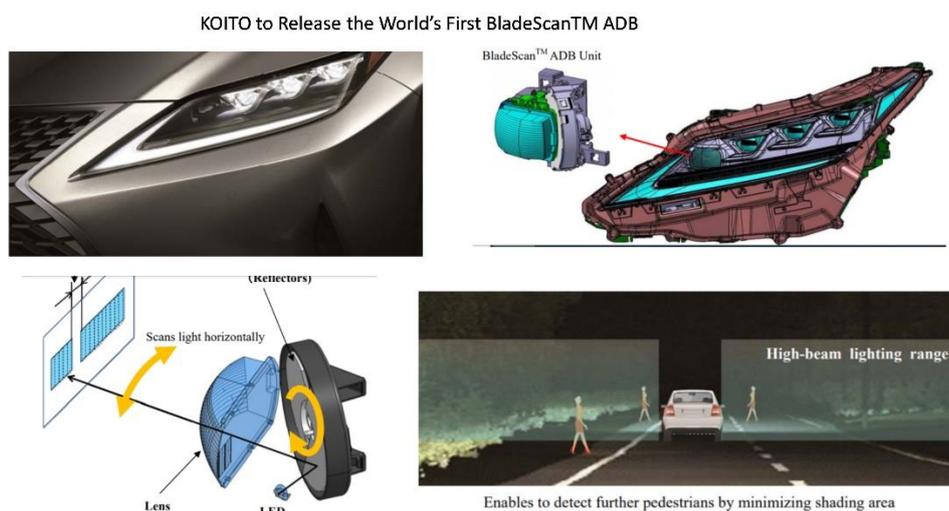
智慧車燈的另一技術為 Blade Scan，使用兩個旋轉鏡片來控制光的分布。裡面的 LED 晶片發射光被反射鏡斜向反射以後，通過透鏡照射車輛前方的區域。採用此技術的 LED 晶片數約為 10 個，不僅提高遠距離檢測的精確度和遮光的性能，且 Blade Scan ADB 技術在夜間可確保對於遠方車輛與周遭行人的高分辨的檢測能力。

舉例來說，傳統的 LED 為實現在 0.1 度以下的高分辨率，需要 300 個以上的 LED 元件。但是 Blade Scan ADB 技術在於通過鏡子高速旋轉產生的鏡面角度變化，使光線由左到右移動，採用 LED 的數量會大幅減少到 10~12 個 LED 元件，讓 LED 數量明顯變少。

圖 4 為 Blade Scan ADB 以特殊的反射鏡設計形狀，以大約 100rpm 的速度旋轉，與傳統 LED 陣列式相比，ADB 技術車燈具有更高光分布的

精度控制能力。Blade Scan 的 ADB 有二大優點：

- 1.可以識別遠處的行人距離變長，可從原來 32 公尺到 56 公尺。
- 2.車輛遮光度可以從 6 度(6 公尺)到 3.6 度(3.5 公尺)更精確。

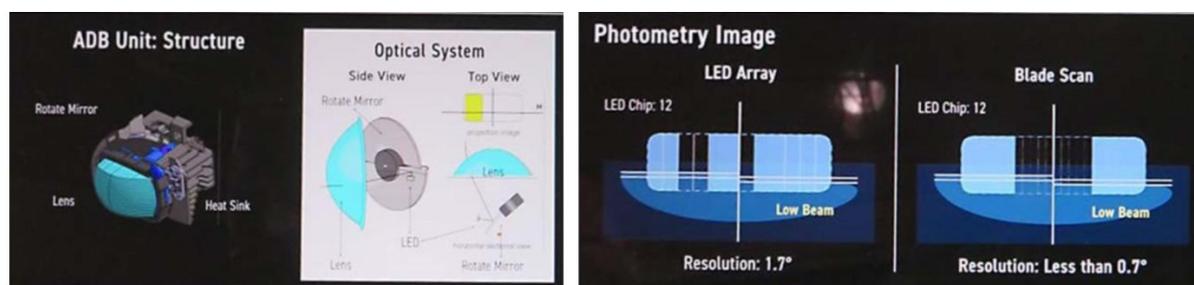


<https://www.koito.co.jp/english/global-image/news/pdf/2019090913154111209706895d75d1ed28ca5.pdf>

資料來源：日本人與車科技展,Koito

圖 4 Koito 發表全球首創的 Blade Scan 式 ADB

圖 5 為 Blade Scan 的 ADB 設計結構對比圖，以同樣採用 12 個 LED 比較，矩陣式 LED ADB 分辨率時為 1.7 度；Blade Scan 式 ADB 則是少於 0.7 度。



<https://response.jp/article/img/2019/01/18/318220/1377774.html?from=arrow-next>

資料來源:日本人與車科技展,Koito

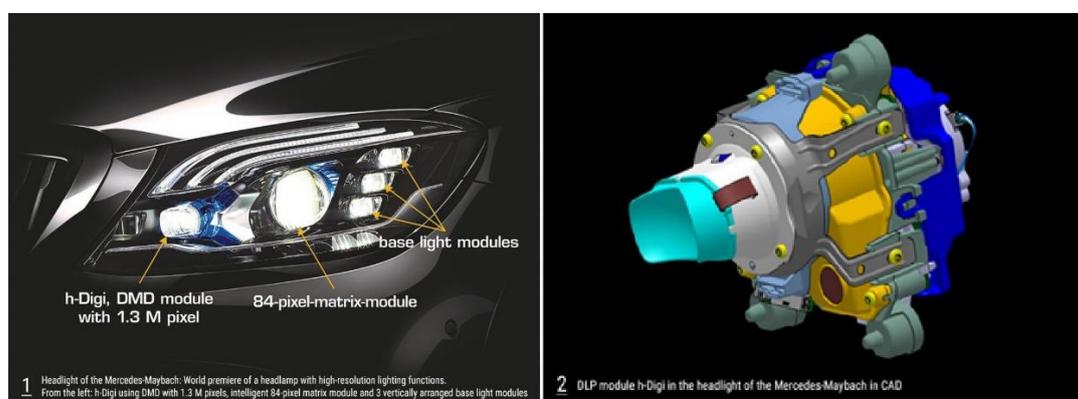
圖 5 採用 Blade Scan 的 ADB 設計結構

四、智慧車燈技術-數位微鏡元件(DMD)技術說明

DMD(Digit Micromirror Device, 數位微鏡元件)為數位光源處理(DLP)的核心技術項目。DMD 周圍有影像處理、記憶體、格式轉換、時序控制、光源和投影光學系統項目；DMD 可以接受數位影像，並且在不降低畫質的情形下，把這些影像投影到投影幕。

DMD 利用極精密的半導體製程技術，透過使用微機電技術改變微鏡方向的原理，可以讓夜間車輛照明系統以更靈活地設置照射區域，其優點如下：1.避免照射行人的臉。2.避免用強光照射交通標誌，以免駕駛員的視線被反射光等遮擋看不清楚號誌。

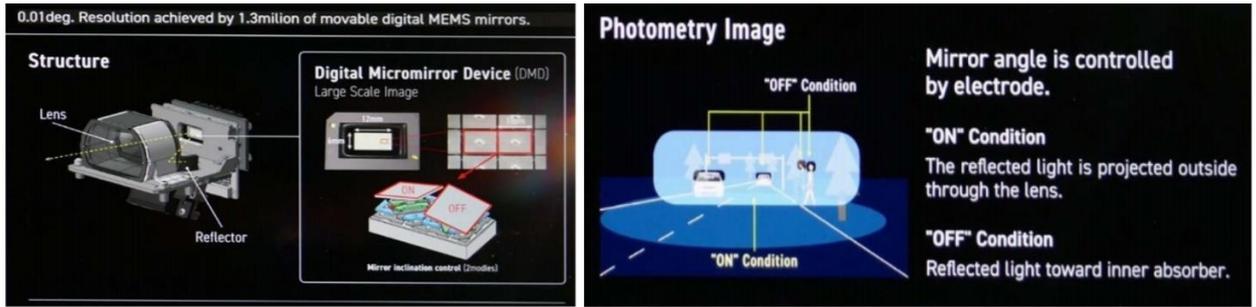
DMD 技術的光效率比 LED 消耗能源減少三分之一。其雷射二極體體積只有傳統 LED 發光二極體的十分之一，大幅減少車燈內空間，能夠讓車燈體積更小，如圖 6 所示。Mercedes Benz 高階車款，採用投影機的 DLP 的一項技術。



資料來源：https://www.al-lighting.com/fileadmin/user_upload/h-digi-headlamp.jpg, Automotive Lighting

圖 6 Mercedes Benz 採用 DMD 的 ADB 照明技術

圖 7 為 Koito DMD 的 ADB，實施方法是透過使用數百赫茲的開關頻率，可以達到 130 萬像素調製圖像，作為調整與控制車燈照明控制的方式。車燈內運用高電流使 LED 車前燈保持照明均勻度，通過多層透鏡系統以圖像形式在幾毫秒內投射到街道上，讓每個反射鏡都會生成投射圖像的像素，可以通過翻轉動微鏡元件的開啟，關閉或調暗光源的像素。

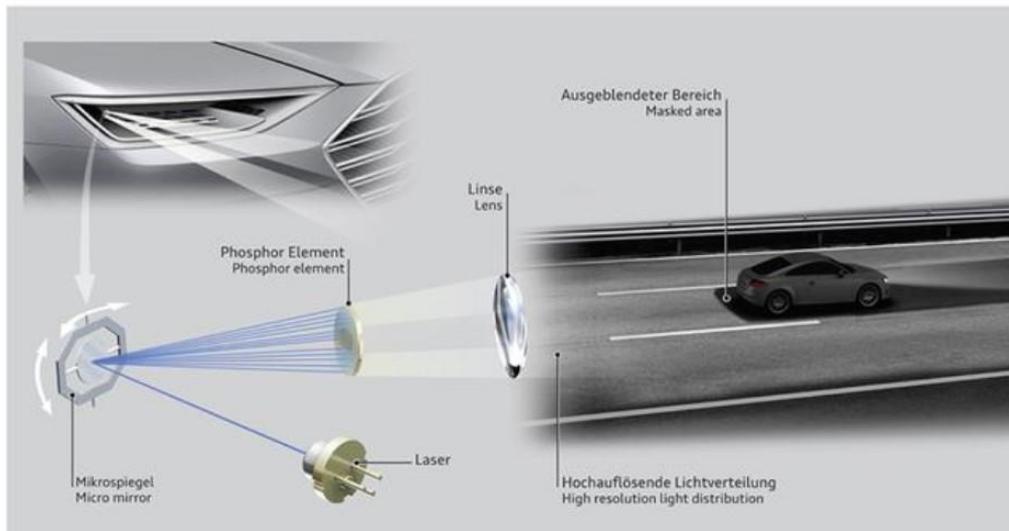


<https://response.jp/article/img/2019/01/18/318220/1377777.html?from=thumb-next>

資料來源：日本人與車科技展, Koito

圖 7 智慧車燈採用 DMD 系統解構

圖 8 為 Audi DMD 則是在一個車燈內會有 10 萬個發光點，每個微鏡元件在每秒鐘可偏轉 5,000 次，已經達分配燈光以及利用發出的光跟周遭環境交換訊息。根據各個微鏡元件將光投射到道路上收到的資料，經編碼和辨識後發送到智慧車輛頭燈系統，再透過車用網路系統(CAN Bus 或 Ethernet)，轉換為可控制矩陣式 LED 車燈的開啟和關閉指令。如果 DMD 畫素再提升，將可以辨識路上的障礙物、讀取號誌與路標。Audi ADB 技術方向以朝向優化與分配車燈燈光或者利用光與周圍環境交換資訊而努力。



資料來源：EETimes, Audi 網站

圖 8 Audi 智慧車燈採用 DMD 設備，未來可辨識號誌和路標

五、車燈技術-自動駕駛車燈模組採用於光達感測自動緊急剎車系統 (Lidar +Sensor AEB)

圖 9 為未來自動駕駛車燈的概念，結合車輛影像、光達、雷達的感知系統，在車燈內置 LiDAR 感測器，攝影機和毫米波雷達覆蓋車輛周圍 360 度。感測融合後的資訊傳到車輛四個角落燈，以做避障之用。此外，擋風玻璃上的影像感測器則能快速識別行進中的車輛前燈和前方車輛的尾燈，從而自動控制 ADB 車燈的遠光燈照明範圍，改善行人和交通號誌的檢測功能，避免車禍的發生。車輛照明系統的未來將會綜合車輛感知道路狀況的及時資訊，進行車輛決策判斷車子的行駛速度與方向。Koito 與 Continental 結合後在 2019CES 展示自動駕駛車燈模組採用於光達感測自動緊急剎車系統(Lidar +Sensor AEB)，未來應用在都會區的低速防碰撞系統，避免撞擊到機車騎士、自行車騎士、行人。



資料來源：<https://www.nal.com/ces-2019/> ,Koito

圖 9 Koito 展示自動駕駛車的車用光達、雷達與感測的車燈模組

六、結論

由於臺灣車燈市場分為整車供應鏈、售後服務市場二大類。國內車燈如大億、堤維西、帝寶、龍峰等具有車燈模具的生產製造優勢，隨著 ADAS 與自動駕駛市場發展，也感受到車燈產業面臨新的契機與挑戰。另一方面，臺灣光電業者如佳凌、致伸科技、合盈光電、光寶、歐特明與為昇科等業者，具有光學技術與產品的產製能力，同時具有供貨海外車廠和車用光達業者的實績。

過往矩陣式 LED 智慧轉向車燈技術恐無法滿足下世代自動駕駛第三階以上所需車燈與道路上的行人、騎自行車的人進行交流和溝通之目的。未來智慧車燈將會朝發展高分辨率的車燈照明技術(如 Blade Scan, DMD, uAFS 的技術)，做到車輛間的記錄和溝通，或者是利用新車燈照明技術結合 ADAS 做到自動駕駛功能。對於臺灣傳統車燈業者而言，需

要光學、機構、電子及軟體等技術能量整合的機會與挑戰，因此 2019 年臺灣車燈的龍頭廠商(大億車燈)和工研院簽屬 MOU 來進行共同開發 ADB 的合作計畫。

未來自動駕駛將會顛覆整個車燈產業，我國在經濟部、科技部的科技研發專案鼓勵之下、法人單位、業者結合無人載具科技實驗創新計畫、地方政府具有協助產業發展等已經展開相關規劃，如大億集團與工研院合作 ADB 系統。藉由臺灣自動駕駛的發展，協助我國制定智慧車燈產業策略與相關配套，當未來智慧車燈市場興起之時，我國才有機會進入全球 ADB 車燈領導廠商的行列。

(本文作者為工研院產科國際所執行產業技術基磐研究與知識服務計畫
產業分析師)