



# 高精地圖製作與 交通運輸商業應用趨勢

## HD Map Production and Transportation Business Application Trends

鄭錦桐 Chin-Tung Cheng / 興創知能公司 總經理

車文韜 Wentao Che / 興創知能公司 技術總監、日本國際航業公司感知發展部 部長

岡田泰征 Yasuyuki Okada / 興創知能公司技術研發部 副部長、日本國際航業公司海外總部 海外顧問GIS組

廖玲琬 Ling-Wan Liao / 興創知能公司 專案經理

道路高精地圖 (High Definition map) 可以視為數位國家基礎建設，是未來推動車聯網、自動駕駛，以及相關交通運輸產業等商業應用服務之重要關鍵圖資之一。本文介紹日本與歐美各國於高精地圖技術發展與交通運輸應用之產業政策，並說明高精地圖製作之關鍵設備與品質管理注意事項。日本政府於智慧交通的戰略，已成功組織「動態地圖平台」DMP (Dynamic Map Platform) 推動公私協力合作，促進高精地圖之商業加值應用商機，同時也解決日本人口勞動力不足、老年化與少子化的交通運輸產業服務問題，亦可強化防災避難道路決策、降低交通壅塞與事故，及節能減碳等社會問題，以實現交通行動服務 (MaaS) 之發展目標。

### Abstract

High definition map (HD Map) has become the significant digital national infrastructure, and serves as the important geographic information system to promote Internet of Vehicle, autopilot and other related business applications in transportation industry. In this article, the development of HD Map technology, the essential facilities to generate HD Map, the quality control and management as well as the industry policies in Japanese, European and American are introduced. In business applications, the smart transportation strategy in Japan, for instance, Dynamic Map Platform (DMP) has been successfully initiated to bring the joint effort of public and private sectors for the value-added HD Map business applications. These applications can also help the society tackle the problems in present transportation industry caused by manpower shortage, aging society, and sub-replacement fertility; also improve the disaster prevention road planning, reduce the traffic accidents, save energy,

reduce carbon emission, and realize Mobility-as-a-Service (MaaS) society.

### 前言

#### 高精地圖定義與自動駕駛車發展關係

自動駕駛的高精度地圖，可稱為高精地圖 HD Map (High Definition Map) 或高度自動駕駛地圖 HAD Map (Highly Automated Driving Map)。目前較常用的名稱為高精地圖 (HD Map)。高精地圖內容屬於三維向量格式，相較於二維道路導航地圖，三維高精地圖精度要求更高，內容圖徵存放道路交通號誌、道路邊界、縱斷面與橫斷面坡度與道路面標注物件，以及道路自動駕駛控制需要的各項屬性，而格式必須可輕易被機器讀取。另外，高精地圖分為靜態與動態圖資，靜態

高精地圖必須與外界動態交通資訊圖資整合，才能正確反饋於自動輔助駕駛系統。由於車載電腦計算能力有限，故圖資複雜度得降低，以利各項駕駛動作決策能更快速正確定位，並確保更安全、舒適、節能的操控車體行為，透過各項感知器即時接收與上傳外界之動態交通資訊圖資，未來可實現車聯網系統架構，並提供線上與線下，雲端自動更新圖資的機制。

近年來，自動駕駛車系統儼然成為世界各國經濟增長戰略領域之一，已引起跨領域產業的關注，而三維高精度的高精地圖則為實現自動駕駛車不可或缺的重要圖資。2014年6月起，日本政府的智慧交通系統（ITS）戰略列出「安全駕駛輔助系統與自動駕駛系統」和「交通數據的利用率」兩項目標，作為國際產業戰略政策，邀請產官學研共同規劃未來智慧交通目標，並且每年修訂之。美國國家公路交通安全管理局（NHTSA）（2013）已將自動駕駛車依據自動化程度分為五級，其中自動化程度與高精地圖靜態與動態資訊及車體控制系統有高度相關性。

國際自駕車相關組織包含有：Navigation Data Standards（NDS）、Advanced Driver Assistant Systems Interface Specifications（ADASIS）、OpenDRIVE、SIP Automated Driving for Universal Service（SIP-adus）。而高精地圖國際標準，主要由歐盟的導航數據標準 NDS 制定，歐盟各國中，德國參與 NDS 特別積極。NDS 協會是由汽車製造商，零件供應商，地圖數據供應商，汽車導航與應用供應商等構成聯合組成，其目標是共同擬定標準化汽車導航系統的數據庫格式。

### 高精地圖之國際導航地圖廠商佈局

在現有二維的汽車導航地圖中，車線等資訊已不足以滿足自動駕駛之要求。更加詳細、精確，且包括多樣道路圖徵與屬性的三維高精地圖商用領域中，歐美有大型導航公司如 HERE（荷蘭）和 TomTom（荷蘭）、Waymo（美國），日本則有 Increment P 和 Zenrin 等。他們與各國導航，製圖和測繪公司合作，購買或製作各國的三維高精地圖，推銷至各國的車輛製造廠商或相關用戶。大型導航公司與世界各國的合作夥伴之間，將會有更多的合縱連橫與合作，這將進一步促進和加速自動駕駛技術的普及與提升。

在歐洲，歐盟委員會率先採取措施來實現其協力合作，實現車聯網和自動駕駛（Cooperative, Connected and Automated Mobility, CCAM）的目的。歐盟各成員國也都推出了獨自的成功案例和項目。美國交通部已於 2017 年 9 月發布自動駕駛系統“A Vision for Safety 2.0”的新聯邦指南，各州都在制定與自動駕駛相關的政策框架。在此背景下，主要的導航和自動駕駛公司，正在加速開發三維高精地圖數據的步伐。目前汽車導航業之國際廠商，已經參與國際各地高精地圖製作與促進區域合作，其策略布局都是以高速公路高精地圖製作優先，並且與各汽車大廠公司聯盟合作。

### 各國高精地圖與自動駕駛車發展計畫

#### 臺灣自動駕駛車產業相關政策

2018 年 11 月 30 日立法院三讀通過「無人載具科技創新實驗條例」，是參考監理沙盒精神，促進無人載具可以有合理、安全的封閉場域進行測試；在實驗期間，經濟部將公告實驗內容、期間、範圍及排除適用法律等資訊，申請業者可以不受現行交通部頒布之「公路法」、「道路交通管理處罰條例」及其相關法規等處罰。臺灣在法規、資金、人才、基礎建設等面向均已完成整備，此創新實驗條例有助於發展我國自動駕駛車產業鏈。甚至生產與空間資訊測繪有關的高精地圖，也是重要的產業關鍵技術環節。交通部於「智慧運輸系統發展建設計畫」中規劃經費邀請各地方政府申請「自動駕駛車輛示範計畫」，目前在臺南沙崙、桃園虎頭山、臺中水湳園區、桃園青埔機場捷運 A17 站等地，都是封閉示範場域。

另外，三維地理資訊（3D GIS）發展的需求日增。依據 2017 年 5 月市場研究公司 P&S Market Research 的報告，全球地理資訊產業（GIS industry）將以複合年均增長率 10.1% 的速度持續成長。我國國家發展委員會為加速三維地理資訊發展，參考國際三維地理資訊之發展情勢，於 2017 年底已委託專業團隊進行整體規劃，探討議題包括，三維地理資訊發展需求、技術、標準及本土產業帶動，目前由內政部地政司主責，正在制定我國之高精地圖之三維地理圖資標準，並與經濟工業局配合，推動各項高精地圖於自動駕駛車產業之加值應用。

## 日本發展自動駕駛車的政策權責單位

內閣秘書處 IT 綜合戰略辦公室（2018）公布日本研究自動駕駛相關政府行政機構，以及負責的重要政策重點（彙整如表 1 所示）。日本政府與私人企業已經開始向國際標準化組織（ISO）提出規範提案，以促進各項動態測繪系統的標準化。日本自動駕駛系統的研究和開發，由內閣府啟動跨部門的經濟戰略，推動創新促進計畫（SIP：Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program），其中子計畫中 SIP-adus：（SIP-adus: Innovation of Automated Driving for Universal Services）（<http://www.sip-adus.go.jp/>）亦參與了由歐洲和美國的參與者領導的行業標準化 Open Auto Drive 論壇，並促進與導航數據標準（NDS）的合作。

由表 1 顯示，日本自動駕駛車的日本自動駕駛車跨部會發展的合作分工，政策重點涉及保險與社會接受度、勞動力不足、交通法、汽車產業發展與資通訊產業，甚至是社會福利中，偏鄉與老人弱勢人口的自動車接送服務。另外，目前日本於自動駕駛車市場商轉的服務實現時程方面，2025 年於高速公路上，日本將全面實施貨運車車隊與日本私人轎車自動駕駛程度至 4 級；而特定封閉場域的自動駕駛車試驗，將於 2020 年東京奧運，提供短距離的載送客服務，預計已可以達到第 4 級。

## 歐美國家發展自動駕駛車的政策

表 2 彙整美國、英國與德國近期的自動駕駛車相關促進產業推動的法案，未來產官學研將更為密切的合作，道路交通相關法規皆是各國列為優先鬆綁的重點，並設立實驗場域提供研發。後續我國仍需要關注歐美的產業發展於法規鬆綁方面，以及製作高精地圖的規格特色等議題。

## 高精地圖與自動駕駛車之關鍵技術

日本內閣府啟動跨部門的自動駕駛車經濟戰略，正由一跨部會組織「日本 SIP-adus」推動跨產官學研單位合作，負責推廣自動駕駛車的技術與拓展商業合作，SIP-adus 強調高精地圖與自動駕駛車的商業運轉，必須要法規鬆綁與政府各部會合作才能克服各項人力、物力、資金等整合問題，日本以政府帶領各界推進自動駕駛技術的研發和應用項目（內閣官房 IT 綜合戰略室<sup>[1]</sup>）。如今，自動駕駛車技術發展已成為許多國家經濟戰略層面下的重點布局領域，而日本的 SIP-adus 促進各方整合創意，發展新技術應用，成為許多國家政府、組織機構借鑒的成功案例。SIP-adus 設定以下五個重要高精地圖與自動駕駛車的研究發展課題，包括：動態地圖、資訊安全、人機界面、減少行人事故、下一代智慧軌道快運系統。

表 1 日本自動駕駛車的主要權責部門與負責推動政策重點

| 日本行政機構         | 負責政策重點   |
|----------------|--|
| 經濟產業省、基礎設施和運輸部 | 審查自動駕駛商業發展<br>澄清責任關係，包括保險／審查社會可接受性               |
| 國土資源部、基礎設施和運輸部 | 制定自動駕駛車輛的安全標準<br>關於道路運輸車輛法相關問題的討論<br>山區老年人接駁服務研究 |
| 國家警察局          | 審查與「道路交通法」相關的問題                                  |
| 公共管理部          | 通信方法（5G）及其應用研究，通訊標準與規範                           |

表 2 西方其他主要國家之自動駕駛車相關政策推動現況

| 國家 | 摘要   |
|----|--|
| 美國 | 2017 年 9 月 6 日該法案通過聯邦法律「自駕車法」，代表美國眾議院 NHTSA（交通運輸部國家公路交通安全管理局）於 2018 年 10 月宣布自動駕駛指南。                  |
| 英國 | 2018 年 7 月通過「自動駕駛和電動汽車法」   |
| 德國 | 2016 年 1 月開始「PEGASUS 項目」，產業界、學術界和政府之間的合作，安全評估框架的審查<br>2017 年 6 月通過「道路交通法」修訂提案，相當於自動化 3 級的實際載具上路將被接受。 |

針對 SIP-adus 的動態地圖推動議題方面，將動態數據隨時間變化的資訊整合於高精度三維地圖。可作為自我估計位置與行進路線識別的補充訊息。三菱、Zenrin 已主導產業整合一些導航地圖商、車廠，共同成立動態交通地圖公司 (Dynamic Map Planning, DMP)，與日本 SIP-adus 合作，共同制定高精地圖 (靜態地圖) 與動態地圖之收集、整合、處理、使用等問題。靜態與動態之資訊定義彙整如下。表 3 則羅列高精地圖與動態地圖的地理空間相關資訊內容。

### 高精地圖製作與精度要求

高精地圖的製作可以分為兩大類資料採集方法，一為全新調查方法，包括：空中測量、移動測繪系統 (Mobile Mapping System, MMS)、現地調查；二為使用現有資源萃取相關資訊。目前公認最普遍且有效率的方法為 MMS。

### 三維高精地圖產製流程

1. 利用 MMS 中的光達 (LiDAR) 採集點雲，利用環景或立體影像相機拍攝 360 度影像數據是目前世界各國通常採用的手段。
2. 使用高端專用的後程處理軟體，綜合加工及處理全球定位系統 (Global Positioning System, GPS)、定位定向系統 (Position and Orientation System, POS)、慣性測量單元 (Inertial Measurement Unit, IMU) 及地面控制點的各類數據。根據日本的經驗，隧道及海底隧道中，山區道路及城市高大建築物之間或是部分高架道路的下層路面上，GPS 信號或無、或弱、或不適宜、或不允許設置地面控制

- 點，在此類場域很難確保平面 20 公分與三維 30 公分之絕對精度，由此，相對精度之要求尤為重要。
3. 使用高端商用三維 CAD 軟體及特製專用軟體，從 LiDAR 點雲和環景影像中以自動或手動方式，抽取高精地圖所需三維點、線、面的圖形數據，按照高精地圖的高品質要求加工和處理上述圖形數據。
  4. 使用高端商用 GIS 軟體加工點、線、面圖形數據，自動或手動追加各自所需的專有屬性，比如區間速度設限，單行道限制，左轉和右轉及禁止轉向限制等，各國道路法規的專有屬性。臺灣環境道路有公車專用道、腳踏車專用道、機車專用道、機車待轉區、路邊停車格等物件。
  5. 使用高端商用 GIS 軟體，對上述點、線、面圖形數據進行拓撲構造化處理，必須滿足不同客戶對拓撲構造的特殊需求。
  6. 高精地圖的品質評估，建立質量評估方法 (100% 檢驗或抽樣檢驗)。
  7. 利用專有工具和程式進行數據格式變換，按照客戶的要求輸出高精地圖最終產品。

通常會將高精地圖向量數據保存於固定經緯度 (WGS84) 的投影坐標下的 GIS 資料庫中，通過精確的投影變換和數位控制及格式變換，以利滿足與應付不同客戶對於高精地圖的各項嚴格需求。目前臺灣道路的高精地圖格式正由內政部地政司規劃中，尚未公布確認之臺灣高精地圖格式。近日發展自動駕駛軟體公司 Apex.AI、Tier IV 和開源協作組織 Linaro 96Boards 共同宣布，2018 年成立 Autoware 基金會，致力於發展和資助日本自動駕駛開源協作軟體 Autoware，國內研發自動駕駛車之團隊優先採用 Autoware 定義的高精地圖的開放格式，來發展封閉場域的自動駕駛車技術。

表 3 構成高精地圖與動態地圖的地理空間資訊內涵 (來源：SIP 自動駕駛系統)

| 地理空間資訊的類型                 |  | 資訊內容介紹                           |
|---------------------------|--|----------------------------------|
| 動態地圖<br>(自動駕駛/<br>安全駕駛支持) | 動態訊息<br>(更新速度 < 1 秒鐘)                        | 周邊車輛、行人訊息、信號訊息、包括 V2V、V2P、交通燈等   |
|                           | 半動態訊息<br>(更新速度 < 1 分鐘)                       | 事故訊息、擁堵訊息、交通管制訊息、道路施工訊息、區部區域天氣訊息 |
|                           | 準靜態訊息<br>(更新速度 < 1 小時)                       | 交通管制時間表、道路施工進度訊息、廣域天氣預報訊息等       |
|                           | 靜態訊息<br>(高精度 3D 地圖訊息：HD ma)<br>(更新速度 < 1 個月) | 路面訊息、車道訊息、道路三維資料結構               |
| 基本數據                      | 3D 高精地圖基礎數據                                  | LiDAR 點雲資訊、圖像訊息、運行軌跡             |

### 高精地圖產製設備要求

雖然 MMS 車輛萃取資料可進行初步做為道路特徵識別與萃取之基礎。但是畢竟基於電腦視覺的半自動化萃取，萃取的並無法 100% 自動化，可能自動化辨識錯誤，也有可能是某些標注誤解。所以最後一步還是要有工作人員進行最終確認並標注。

按照日本的測量法（作業規定準則），高精地圖要有相當於 1/500 比例尺地圖的精度。日本國土地理院 1/500 比例尺地圖的精度要求為：水平與垂直方向精度 25 公分，為確保該精度，一般要求 MMS 數據的相對精度應維持在 5 公分以內。相對精度要求比絕對精度重要，因為許多地下或遮蔽空間無法有 GPS 訊號。以日本國際航業株式會社作業規範為例：使用的 MMS 如圖 1 所示。搭載的感知器：2 台高密度 LiDAR，1 台環景相機，3 台前方立體攝影相機，1 台後方路面專用高精相機，高精度測量級用 GPS、IMU 與 DMI（Distance Measuring Instrument）輔助記錄行車的距離。

### 高精地圖圖徵與屬性

二維導航地圖提供的是一段車道的長度和相關路

程的大概路況。而三維高精地圖分為靜態與動態交通狀況，其圖資更新頻率（圖 2 所示），例如：交通號誌、路標、橫向與縱向的傾斜度、車道上的各項標誌圖徵，還有車道線所處的位置，高精地圖中連某個交通燈的位置都有高精度的 GPS 資料標注。

自動駕駛控制系統（包括各項軟體與硬體），必須先進行封閉場域之多次測試，除了確認高精地圖圖徵與屬性可以成功通過測試之外，另外也需要自動駕駛車模擬軟體先行各種駕駛景況之測試，歷經場景識別、路徑規劃及車輛控制的步驟。一般而言，完成一個自動駕駛控制系統，必須要大部分 99% 時間在模擬軟體中進行測試，只有 1% 在封閉場域進行測試。而模擬軟體中是希望能測試出真實自動駕駛車系統於道路中的缺失，例如：夜間行駛、雨天駕駛、路中障礙物、調撥車道等，非常惡劣的道路狀況，必須啟動的汽車自動駕駛控制系統轉換為半自動或警戒。圖 3 為三維向量高精地圖產製成果圖徵展示，包括各項交通號誌與道路車道與邊界。表 4 條列高精地圖與自動駕駛行車動作的道路假設情境，主要包括：車輛行駛位置、車輛行走控制、停車進停車位或緊急停車區。



圖 1 MMS (Mobile Mapping System) 車設備 (以日本國際航業設備為例)

| 道路圖層數據<br>(預期更新頻率)         | 定位用參考資訊                              |
|----------------------------|--------------------------------------|
| 第四層 即時動態數據<br>(<1 秒)       | 周邊車輛、行人、交通信號狀態等                      |
| 第三層 瞬態動態數據<br>(<1 分鐘)      | 車禍、交通堵塞，局部區域的天氣狀況等                   |
| 第二層 瞬態靜態數據<br>(<1 小時)      | 交通管制，道路工程，廣域天氣狀況等                    |
| 第一層 永久靜態數據<br>「高精地圖」(<1 天) | 道路面 (車道，道路標線，中心線等)，周遭號誌 (道路標誌，交通信號等) |

圖 2 自動駕駛車的圖資分為靜態高精地圖與動態交通狀況的圖資更新頻率

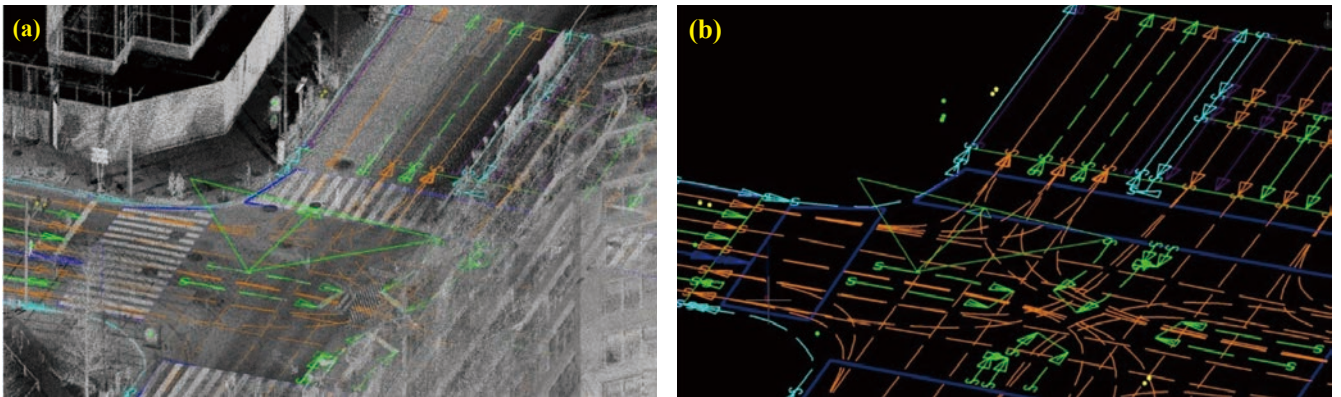


圖 3 高精地圖的 3D CAD 畫面顯示：(a) 含有高密度 LiDAR 點雲資料加上萃取的向量高精地圖；(b) 萃取出的高精地圖向量資訊，包括地表各項交通號誌（點）、道路線與路面圖徵。

表 4 條列各圖層中應該包含的自動駕駛行車動作的道路假設情境（共三種情境）

| 一般道路假設情境（高速公路除外） |              | 描述                        |
|------------------|--------------|---------------------------|
| 1                | 估計車輛行駛的位置    | 確定位置和車道                   |
| 2-1              | 行走<br>控制     | 直行於一車道內                   |
| 2-2              |              | 考慮周圍環境，保持行駛於同一車道          |
| 2-3              |              | 辨識出停止線並調整時機，切換進主要車道       |
| 2-4              |              | 從慢車道切換至超車道                |
| 2-5              |              | 辨識出超車道，考慮周圍環境，調整移動到超車道的時機 |
| 2-6              |              | 從超車道切換至慢車道                |
| 2-7              |              | 辨識出慢車道，考慮周圍環境，調整移動到慢車道的時機 |
| 2-8              |              | 經過十字路口時直行                 |
| 3                | 停車進停車位或緊急停車區 | 找一個停車位並安全停車               |

### 高精地圖品質控制要求

如前所述，高精地圖圖徵物件的精度要求相當於 1/500 比例尺地圖的精度，既是水平與垂直方向的精度各為 25 公分以內。前提是有足夠且滿足絕對精度要求的地面控制點，一般 MMS 具有較高 IMU 精度高者，可以降低地面控制點間距，反之，則必須加強。在控制點不足或是 GPS 信號皆無的場域，圖徵物件之間的相對精度尤為重要，一般也要求其在水平與垂直方向上具有 25 公分以內的相對精度，儘管客戶要求不一，在此場域的絕對精度通常也要求保持在幾公尺乃至一公尺之內。高精地圖圖徵物件的品質管理要求一般由導航廠商和客戶的汽車廠商協商後制定，車線、區間線、邊界線等各類圖徵各有其嚴格的定義和抽取基準及執行規範。表 5 為高精地圖品質要求標準範例，培訓合格的品質管理要員對高精地圖製作至關重要，此為高精地圖製作廠商初期最具高挑戰的瓶頸之所在。

表 5 高精地圖的數據品質要求標準

| 地圖的品質要求項目 |         | 一致性標準（暫定）                |
|-----------|---------|--------------------------|
| 1         | 完整性     | 錯誤率：0%                   |
| 2         | 邏輯一致性   | 錯誤率：0%                   |
| 3-1       | 絕對的位置精度 | SD：25 cm<br>(地圖比例 1/500) |
| 3-2       | 相對位置精度  | SD：15 cm<br>(根據車廂線的標準寬度) |
| 4         | 時間準確性   | 錯誤率：0%                   |
| 5         | 主題準確性   | 錯誤率：0%                   |

### 高精地圖的商業服務趨勢

#### 日本 DMP 公私合作創商機

實現道路的自動駕駛車必須建立基本高精地圖的數據與具備動態交通地圖的基礎數建設投資。但構建動態地圖為基礎的高精度三維地圖需要巨大的成本，故於

2017年6月商業化的ダイナミックマップ基盤株式会社 (Dynamic Map Platform Co., Ltd.) (以下稱 DMP) 成立, 是由電機、重工業、地圖測繪公司和汽車製造商共同投資構成的企業, DMP 公司乃獲得日本政府、三菱集團以及各大車廠投資的新興公司, 其在高精地圖有非常完善的研發能量, 積極佈局與海外地圖公司的合作, 目前已配備精度 25 公分相當的高精地圖製作能力的合作團隊, 並取得數十家以上的日系車廠認證使用。DMP 主要在日本全國汽車專用道路上創建, 維護和提供高精度三維地圖基礎數據和動態地圖合作, 大家共同制定商業用途的地圖標準。日本所有高速公路約 30,000 公里的高精度 3D 高精地圖計畫已於 2018 年全數完成, 此即為數位國家基礎建設的重要數據庫。

### 日本自動駕駛車技術解決社會問題

日本在設定產業發展過程中仍期望可以透過新 ICT 科技解決真正的日本社會問題, 三個優先項目如表 6 所示, 旨在研發與推廣自動駕駛系統。DMP 公司已成功建立日本三萬多公里高速公路的三維高精地圖資料庫。同時 DMP 成功也代表政府與企業合資成立三維高精地圖數據公司, 可以促進公私協力推動智慧交通的大數據分享, 創造資料經濟。高精地圖之加值利用商機, 除了自動駕駛車發展, 並可以提供交通行動服務 (MaaS) 商機 (陳敦基等人<sup>[2]</sup>), 解決日本人口勞動力

不足、老年化與少子化的交通運輸產業服務問題, 亦可強化防災避難道路決策、降低交通壅塞與事故、以及節能減碳等社會問題。

### 高精地圖的商業應用

日本 DMP 維護高精地圖, 其商業方式主要由地圖供應商進行創意加值處理, 再給予各領域之客戶。除了自動駕駛系統之外, 高精地圖還可以於行人輔助導覽、防災疏散避難規劃、旅遊指南、道路資產管理與道路資訊模型 (Road Information Modeling) 等應用的基礎。目前正在發展高精地圖的商業應用場景如表 7。

### 臺灣高精地圖發展與商業應用建議

1. 測試場域放寬道路法規標準：2018 年 11 月立法院通過「無人載具科技創新實驗條例」, 有助於加速自動駕駛車於封閉場域進行測試。
2. 測繪標準制定方面：目前正由內政部地政司研擬【測繪產業高精地圖 (HD Maps) 製圖作業程序指引】, 我國的道路駕駛環境與其他國家不同, 高精地圖之圖徵與屬性必須兼顧國際規格與國內之交通場域特性而訂定。商業應用上高精地圖之相對精度比絕對精度重要, 精度高則製作成本高, 市場價格接受度與商品應用目標必須綜合考量。

表 6 日本要實現的社會目標和自動駕駛系統

| 優先項目                       | 瞄準社會 (例子)                   | 自動操作系統即將實現                                     |
|----------------------------|-----------------------------|--|
| 私轎車的自動駕駛系統的研究進展與商業化        | 增強產業競爭力<br>減少交通事故<br>減緩交通壅塞 | 高速公路全自動駕駛 (4 級)<br>先進的安全駕駛支持系統 (暫定名稱)          |
| 實現創新有效的物流服務, 並且因應駕駛車輛的勞力短缺 | 因應勞動人口減少與老化化, 並且相對應的創新效率提高  | 高速公路上的行駛 (2 級或更高)<br>高速公路上的全自動駕駛卡車 (4 級)       |
| 實現農村和老年人無人看護以及移動困難之服務      | 實現國家各地區的老年人和其他人都可以自由行動的社會   | 在全國範圍內在有限的地區, 傳播無人自動操作移動服務 (特別是通過自動遠程駕駛系統擴展服務) |

表 7 高精地圖的加值應用場域與服務內容 (SIP 自動駕駛系統評審報告)

| 場域       | 應用服務景況                      | 假設用戶          |
|----------|-----------------------------|---------------|
| 測量基礎調查   | 維護/更新地形圖                    | 測量規劃機構, 如市政當局 |
| 道路管理     | 道路資產分類與盤點以利維護/更新            | 地方政府, 道路管理員等  |
| 除雪工務的支援  | 支持除雪作業、提供有關降雪的訊息、除雪機的自動駕駛輔助 |               |
| 電線桿/電線管理 | 通訊線路開通, 電線桿安裝, 故障排除服務       | 電信運營商         |
|          | 配電工作, 設施檢查工作                | 電力供應商         |

3. 高精度高解析度的資料機密等級：我國空載光達高解析度與高精度的數值地形測繪工作，其成果可達到 1 平方公尺之空間解析度，已列為資料國家機密等級資料，若高精地圖亦同樣遭列機密資料，則將不利於擴大其加值利用。
4. 三維空間資訊技術發展整合：我國為加速三維地理資訊（3D GIS）發展，刻正制訂 3D GIS 格式標準，未來三維高精地圖的成果未來不只利用於自動駕駛車之道路導航，其產製過程中的 360 度環景照片立體對，與高解析度雷射光達測繪原始資料，亦可再結合建築資訊系統 (Building Information, BIM) 與道路資產養護管理的道路資訊系統 (Road Information Modeling, RIM) 之應用，成為智慧城市中重要的數位國家基礎建設數據之一。
5. 汽車保險之爭議：近期自動駕駛車車禍事件，美國國家公路交通安全管理局（NHTSA）展改調查，也開啟汽車保險自動駕駛車費率計算合理性的問題，雖然數據顯示自動駕駛事故機率仍相對較低。而由於目前保險公司承保自動駕駛車仍如同傳統車輛，並未特別考量自動駕駛的費率差異，未來保險公司與自動駕駛車公司之求償課題有待進一步研議評估。
6. 動態地圖與 5G 的發展應用：為避免自動駕駛車於路上遭遇突發狀況無法應變，靜態的高精地圖必須搭配動態的交通資訊，為能即時動態掌握行車環境資訊，道路交通號誌主動訊息傳遞至車上，車與車之間的車聯網通訊協定，5G 充滿商業應用想像空間。歐盟正推動加速 5G 應用，其中歐盟於 5G RESEARCH IN HORIZON 2020 計畫中自動駕駛車技術研發課題，值得臺灣產業界爭取適當的場域驗證計畫於國際展示實力。
7. 自動停車技術：如何讓自動駕駛車找到停車位？靜態的高精地圖上面有停車格的圖徵與屬性，未來必須將車位之動態資訊內容與自動駕駛車上的通訊聯繫，可規劃最佳停車格之路徑，甚至於出發前已依據初期之路徑規劃，預先安排與預約停車位。
8. 高精地圖格式統一問題：目前全球仍各自有依據不同產業需求訂定出不同的高精地圖格式，然而因為高精地圖屬於向量格式，因為各國國情不同，路邊

交通號誌與地面交通標誌有所不同，有其地域性以及產業需求特殊性，建議臺灣可先採用公開之格式，讓臺灣測繪產業有共同依循之標準，再依此格式量產之後，轉為其他產業或者廠商需要的圖層格式。高精地圖的圖徵與屬性格式目的是將道路上實際景觀狀況，讓圖徵能化繁為簡，以及屬性能因應操控自如。

9. 公私協力推動高精地圖之產業應用：縱觀各國之現狀，由於高精地圖的製作和販賣尚屬市場商業行為，我國可以參考日本 DMP 組織出公私協力推動商業應用的組織。各國導航公司和汽車廠商一般會參照各國的測量法規和規範（我國測繪業屬於特許行業），制定各自的執行規範和精度管理規範。期待我國未來隨著自動駕駛車輛技術的成熟和普及，能有相關的國際標準機構或組織，先統一制定國際共同標準。
10. 政府跨部會合作與資源整合：自動駕駛車發展需要跨政府部門的支持，日本政府成立 SIP-adus，可跨部會的擬定創新產業發展政策，有效加速政府與企業共同研討自動駕駛車相關系統模組的研發，讓產官學研共享人力、物力與資金，創建各項產業標準規格，高精地圖即為其中一項關鍵課題。以臺灣政府組織架構而言，內政部地政司負責高精地圖於測繪業的標準制定；交通部負責公路駕駛安全問題，智慧城市的智慧交通議題；金融監督管理委員會保險局負責汽車保險議題；國防部負責高精度地形圖之機密開放問題；科技部負責自動駕駛車技術研發；經濟部工業局輔導與補助中小企業投入電動自動駕駛車研發與測試。以上各部會都有負責部分有關自動駕駛車產業發展之相關業務，但是產業聚落要發展成功，必須需要政府在政策面、法規面、技術面、資金面的整合與支持。

### 參考文獻

1. 內閣官房 IT 總合戰略室（2018），ITS 自動運動を巡る最近の動向，[https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/dourokoutsu\\_wg/dai1/sankou5.pdf](https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/dourokoutsu_wg/dai1/sankou5.pdf)。
2. 陳敦基、陳其華、劉仲潔、張學孔（2018），交通行動服務（MaaS）之發展理念及營運構想，土木水利，土木水利第 45 卷，第 2 期，第 60-65 頁。

