

出國報告（出國類別：實習）

德國產業升級轉型政策與相關產業配套工具研習計畫報告

服務機關：經濟部工業局

姓名職稱：林技正文琦

派赴國家：德國

出國期間：105年6月26日至7月7日

報告日期：105年8月17日

摘要

由於台灣面對全球經濟整合與國際競爭下，促進產業升級轉型與掌握關鍵技術自主能力，以維持國際競爭力，已成為產業發展重要課題。

德國推動工業 4.0，智慧化與綠色化為主要方向，不僅係為競逐智慧科技發展之趨勢，亦為因應就業人口遞減之情形，其政策方向相當值得學習，故本次研習活動，除參訪德國工業 4.0 平台業務處及柏林市政府經濟技術研究局，以瞭解該政策之推動方式、目標遠景及資金補助機制；並實地拜會德國電子電機產業聯合協會(ZVEI)、It' s OWL 群聚管理辦公室、工商總會（DIHK）及斯圖加特大學先進製造工程博士生研究所等單位，就產業與研究機構對於產業升級之現況與需求進行交流，從中研習德國維持產業競爭優勢之相關經驗與政策作為。

目次

摘要

壹、目的	3
貳、過程	4
一、參訪行程	4
二、AiF 工業聯合研究中心	5
三、It' s OWL 群聚管理辦公室	9
四、工業 4.0 平台業務處	11
五、工商總會 (DIHK)	14
六、德國國會	19
七、未來研究與科技評估研究所 (IZT)	21
八、柏林市政府經濟技術研究局	23
九、德國電子電機產業聯合協會 (ZVEI)	25
十、斯圖加特大學先進製造工程博士生研究所	29
十一、賓士博物館	32
參、心得與建議	34

壹、目的

為促進我國產業升級轉型，將朝向智慧化、綠色化與文創化推動產業發展，但由於面臨工作年齡人口減縮，同時產業受開發中國家搶占量產市場、工業國搶占中階客製化市場之雙重挑戰，如何促進產業創新轉型，德國維持產業競爭力優勢之相關經驗與政策作法可做為參考。

德國推動工業 4.0，以取得德國產業國際競爭力優勢，相關推動方向多源自產業提出之想法與需求，該項政策不僅涉及跨部會、亦為跨產業合作之政策；對於機械、電子、電機及資通訊等生產製造業，與能源、醫療、交通、居家及物流等應用產業、服務業之影響亦相當重大，推動迄今，對於產官學研如何共同探索創新，發揮人才培育與科技研發之成效，值得參考借鏡。

本次研習除參訪德國工業 4.0 平台業務處及柏林市政府經濟技術研究局，以瞭解該政策之推動方式、目標遠景及資金補助機制等整體配套措施之形成過程；並實地拜會工業聯合研究中心(AiF)、德國電子電機產業聯合協會(ZVEI)、It' s OWL 群聚管理辦公室、工商總會（DIHK）及斯圖加特大學先進製造工程博士生研究所等單位，就產業與研究機構對於產業升級之現況與需求進行交流，包含如何促進區域產官學研之合作、企業如何導入數位化、如何促進大眾參與科技研發、產業如何推動人才培育等重要議題，從中研習德國維持產業競爭優勢之相關經驗與政策作為。

貳、過程

一、參訪行程

日期	主要地點	參訪機構
6/28	科隆	AiF 工業聯合研究中心
6/29	帕德博恩	It' s OWL 群聚管理辦公室
6/30	柏林	工業 4.0 平台業務處
		工商總會 (DIHK)
7/1	柏林	德國國會
		未來研究與科技評估研究所(IZT)
		柏林市政府經濟技術研究局
7/4	柏林	德國電子電機產業聯合協會(ZVEI)
7/5	斯圖加特	斯圖加特大學先進製造工程博士生研究所
		賓士博物館

二、AiF 工業聯合研究中心

(一)第一場

訪談人： Miss Cvetkovic Viktoria (Coordinator International Cooperation)

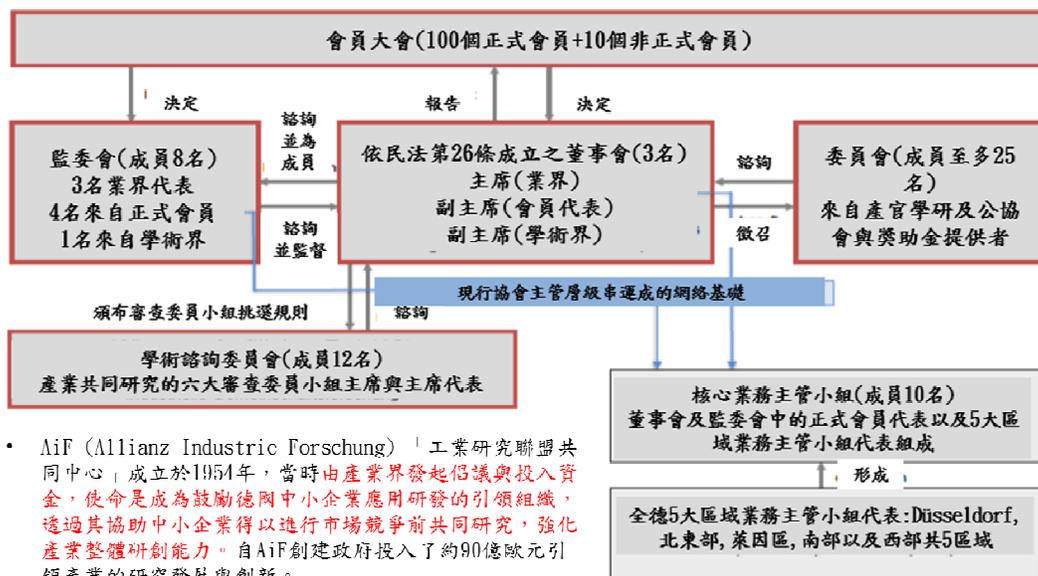
訪談目的： AiF 係擔任協助中小企業進行市場競爭前的共同研究 (IGF 競爭前共同研究計畫) 之作法、模式以及如何與政府連結，透過訪談，進而瞭解德國產業技術升級的政策與配套工具。

訪談內容：

1. 機構背景介紹

AiF (Allianz Industrie Forschung) 「工業研究聯盟共同中心」成立於 1954 年，當時由產業界的 20 個研究聯盟共同發起倡議與投入資金，主要為鼓勵德國中小企業應用研發的引領組織，透過其協助中小企業得以進行市場競爭前共同研究，強化產業整體研創能力，為一公益性組織。

科隆的AiF工業聯合研究中心 - 奠定德國工業技術創新與精進之機構



資料來源: AiF 提供

目前 AiF 共有 100 個來自不同產業與跨科技領域的研究聯盟，企業會員數目約 5 萬家，屬聯盟自己的研究單位則有 48 個；聘僱人員經費部份由中小企業會員負擔(會費多寡主要

視企業年營業額高低而訂)，至於鼓勵企業研發的研究計畫經費則由聯邦經濟能源部提供獎助金，由於 AiF 組織本身並未領取聯邦政府資金補助，因此不需被政府評鑑，須被評鑑的只有透過 AiF 代替政府執行的獎助機制-「IGF 競爭前產業共同研究計畫」，至於組織的決策與監督工作則與一般公司相同，主要是組織的董事會與監委會，其架構圖則如上圖所示。

2. IGF 競爭前產業共同研究計畫機制介紹

(1) 主要過程

進入 AiF 之前 (由企業與所屬的公協會為主導)	1. 認定共同技術需求
	2. 發展共同的提案構想
	3. 評估構想可行性
	4. 公協會協助提案企業撰寫
	5. 尋找合作夥伴，以分包方式給研究機構
進入 AiF 之後	6. 寄交提案計畫給 AiF
	7. 組織計畫評估
	8. 收集及落實評估結果
	9. 資助經費的建議
	10. 經濟部決定資助與否，及提供預算規模
	11. 配置提案計畫資助規模

計畫之產生往往是各中小企業為配合目前政府推行的政策（如節能），產生共同之需求，而有共同需求之企業將進行合作，研討計畫構想，並將計畫構想送產業公協會評估。

當計畫送進公協會後，由公協會組成專家委員會，其專家成員為產業界及學術單位各占一半，每個案子由 3 個專家進行評估，如評估可行，即會將當年度審核過之計畫排序送入 AiF 進行提案；當進入 AiF 後，即會推薦送入經濟部，由經濟部依據排序決定資助經費比例。

進行評估之專家係不收取費用，補助經費亦非提供參與共同提案的企業，而是撥入協會後，轉撥給合作之研究機構，惟參與提案之數家企業有權引導研究方向，如參與之企業意見不一致時，則由其所屬協會進行協商確定方向後，轉交合作之研究單位進行研發，過程中定期召開會議討論，提案之企業皆有機會瞭解其研究進度；但當進入研發階段時，企業幾乎無實際參與，除非其研發過程，需要量產測試，否則企業只是參與確認研究成果或

方向，類似觀察員身份。

當開始進行研發階段，AiF 將依據之前計畫規劃的時程表，管考追蹤研究單位是否按照進度，如無法達成規劃進度，則需探究其原因，部分研究風險仍可容許，如技術無法突破等。

當最後成果產生時，由協會進行廣宣，讓其他沒有參與提案之中小企業，亦能瞭解其成果內容，故參與提案之企業可主導內容與規格，其他企業僅能瞭解成果。

(2)研究成果之歸屬

IGF 競爭前產業共同研究計畫主要是針對進入市場前（競爭前）階段之研究，其成果通常並非產品，因此不會產出專利，其主要研究成果形式通常為標準、規格、規範。

由於其研究成果皆屬公開資訊，各企業可利用其研究成果進行後段研發，如以下案例說明：

- A. 環境或工作條件研發計畫：針對員工權利保護之規格或條件進行研究，其成果為到達某種保護的程度（如最低要求條件）後，各企業可運用此基礎持續開發，提高保護程度。
- B. 開發新材料流程處理計畫：開發新材料常過程常需有克服各種問題，如機器設備或溫度調控等，開發各項基礎知識後，各企業可依需求，進行後續增值應用。

(3)提案計畫評估原則

由公協會組成專家委員會主要針對每個提案內容，包含創新、跟中小企業相關的重要性、市場機會（上市可能性）等面向進行評分（40 分為滿分），通過評估之計畫送經濟部後，皆會被同意補助，僅會依分數排序有不同之補助比例。

(4)總結說明

IGF 競爭前產業共同研究計畫主要為由下到上之機制，通常是來自於企業技術發展之共同需求，且主要對象為中小企業，但由於在產業供應鏈中，供應商多為中小企業，因此也有可能部分供應商之合作大企業亦參與討論。

當研究成果公開之後，如有中小企業進行後續研發時仍需協助，AiF 亦有其他計畫(如 ZIM 計畫)，鼓勵有需要的企業提出申請，其內容包含鼓勵企業進行後續研發與共同研究。

(一)第二場

訪談人： Miss Marion Harders (CORNET Coordinator)

訪談目的： AiF 亦協助中小企業以國際合作方式進行研發，透過訪談，瞭解德國如何鼓勵企業以國際合作進行創新(CORNET 國際共同合作計畫)之作法與情形。

訪談內容：

1. CORNET 國際共同合作計畫機制介紹

為促進國際合作，德國政府成立國際合作網路，開放各國家參與，網路成員通常為各國政府部會(德國為經濟部)，參與之國家需提供計畫經費，此類計畫即是德國政府先擇定目前刻正推動之重點產業，鼓勵該項產業之企業或群聚(可達 40 家企業)進行國際合作，即強化連結與其他網路成員之國家研究單位合作。

一年通常公告 2 次，各企業可撰寫提案送至 AiF，如對象為網路成員，會直接對該國合作研究機構進行審查，合格後，由雙方國家提供資金，由雙方研究機構合作解決企業之需求，至合作之密切程度，由企業自行決定。

2. 研究成果之歸屬

計畫研究成果係由合作團隊共享，並透過相關雜誌或研討會上共同發表，藉以將成果擴散。

3. 總結說明

面對未來技術快速發展與全球化下，申請案件越來越多，惟預算固定，故預算不足係為最大挑戰，此外，協調各國研究系統也相當不易。

申請此類計畫之研究內含包含提高客戶滿意度、創新技術、節能應用等需求，但以技術創新居多，主要係因中小企業較無資源進行研發技術，透過 AiF 協助取得資源，俾使中小企業亦能趕上世界潮流。

三、It' s OWL 群聚管理辦公室

訪談人：Miss Gitta Klemme (Project Manager)

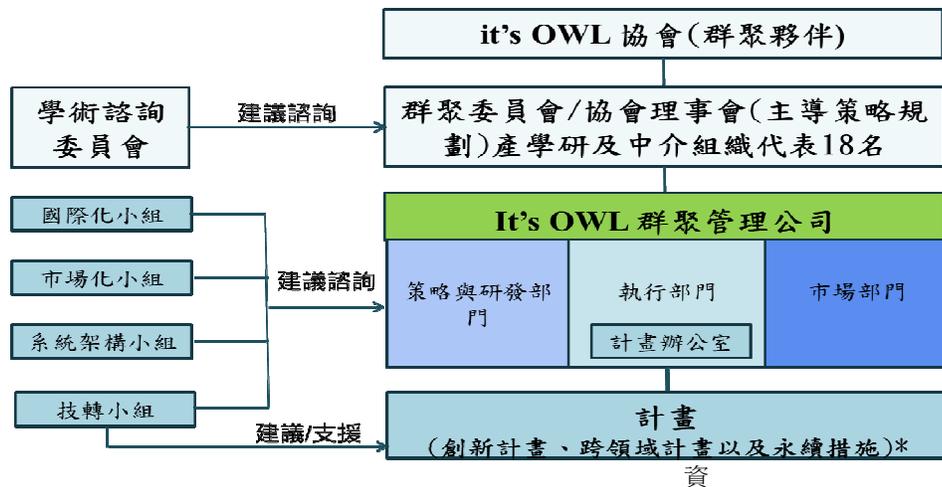
訪談目的：It' s OWL 主要為管理群聚，並推向國際化(智慧科技系統群聚計畫)，透過訪談，以瞭解德國為促進區域產官學研合作，如何共推區域產業技術升級，進而走向國際化之經驗。

訪談內容：

1.機構背景介紹

辦公室位於德國北萊茵-西法倫邦(NRW)it' s OWL - 智慧科技系統 OWL 群聚，於 2012 年參加第三屆菁英群聚競賽，獲得政府挹注 5 年 4 千萬歐元補助經費，該群聚為高科技戰略十大未來計畫之一「工業 4.0」最大研發基地(以政府投入研發金額規模而言)。

it 's OWL群聚辦公室架構圖



料來源: it' s OWL 提供

OWL 地區內機械製造、電子與機電工業與汽車零組件業共約 400 家企業，提供近 8 萬個就業機會，創造年營業額約 165 億歐元；其中，中小企業為 it' s OWL 智慧科技系統群聚的核心，包含「隱形冠軍」企業及知名國際品牌大廠，如農業機械 Claas、機床機械設備商 Gildemeister、汽車照明及電子系統供應商 Hella、家電製造商 Miele 與全球前三大 ATM 供應商 Wincor Nixdorf；此外，在自動化技術/工業電子領域等企業(Beckhoff、Harting、KEB、Lenze、Wago 及 Weidmüller)之技術常為全球標準，尤其連接器與接線技術領域在全球市占率更高達近 75%。

為將 it' s OWL 群聚朝向國際化行銷，成立 it' s OWL 群聚管理公司(it' s 為 intelligence technology system 智慧技術系統之縮寫，owl 為地區縮寫)處理策略與研發、執行及市場等 3

大任務，其架構圖如上圖所示。

2. 菁英群聚競賽相關說明

德國教育部針對贏得競賽之團隊提供 5 年期補助計畫，由政府補助 4000 萬歐元，企業自行籌資 6000 萬歐元，共一億歐元資源的投入，經費全數落實提案規劃，其辦公室經費則由邦政府另外提供。

為爭取經費，已籌畫 2 年構思提案，由於該群聚原本之產業強項為機械製造、工業製造、汽車零組件與供應商，故針對前開產業強化其連結，其提案書創新之處即為連結產業；雖然教育部補助計畫迄 2017 年到期，目前刻正規劃未來永續發展策略，故辦公室不會因計畫到期則停止。

3. 群聚辦公室推動措施

- (1) 辦公室研究之策略主要為永續性經營、前瞻性、預測性、企業員工工作條件、國際性合作等面向之議題。
- (2) 企業創新：主要協助企業導向創新之計畫，一般為期兩年半，包含產品或製程開發之創新，除企業外，也必須包含大學或研究機構參與，其成功案例如 Beekhoff Automation 晶片廠商，於 2016 年在漢諾威工業博覽會中的 it' s OWL 技術網路聯合展台上，展示科技自動化及極速自動化的目前發展進展。
- (3) 技術移轉：以申請競賽方式進行，中小企業可結合大學像辦公室申請 6 個月的小型計畫，其主要係將學研之研究成果移轉給中小企業。
- (4) 國際合作：藉由建立國際合作平台網路，認識更多海外企業與研究機構，並不定期舉辦交流活動，讓更多企業彼此接觸。

四、工業 4.0 平台業務處

訪談人：Ernst Stockl-pukall (Head of Devison, digitisationm industrie 4.0) 及 Dr.Dr.Markus Dicks(Secretariat Plattform Industrie 4.0, Consultant)

訪談目的：為推動工業 4.0，德國經濟部成立工業 4.0 平台，透過訪談，以瞭解平台運作方式，尤其政府透過平台如何與各產業代表進行合作與協調，進而形成推動工業 4.0 之政策工具。

訪談內容：

1.機構背景介紹

德國聯邦經濟部部長於 2015 年 4 月漢諾威工業展開幕式上，正式啟動由產官學研與社會團體共建的「工業 4.0 平台」，平台奠基於之前的跨產業平台合作成果上，並納入更多政府部會與工會資源。

工業 4.0 平台原由 3 個產業協會(機械製造、電子、資通訊)共同主導，但由於推動過程中，合作程度尚仍不足，故於 2015 年政府進入，惟政府僅扮演輔導角色，並非主導者。

其組織架構如下圖所示：



資料來源:德國工業 4.0 平台

2.平台架構說明

工業 4.0 平台業務處係由德國經濟部長與教育部長為主導，下設以下 3 個部門：

- (1) 主導/指導委員會：由官方（高階官員）、重要企業代表（西門子、德國電信公司）組成，其任務為決定發展方向。
- (2) 策略委員會：成員為代表區域之重要企業。
- (3) 工作小組：目前分為 5 組，小組成員含企業代表、學術單位等，主導人由公會擔任，惟經濟部、教育部、內政部、法務部、勞工與社會部等部會皆共同參與；由於工業 4.0 並不侷限於技術與自動化，亦涉及勞工法、IT 技術與新產業模式，故小組將針對特定主題進行研究，其成果供政府參考，以利政府瞭解企業實際面臨的挑戰。

透過工業 4.0 平台，可將產業界重要組織與領先企業納入，藉由舉辦各類論壇方式，討論企業面臨之問題，並提出解決策略，此外，政府單位亦可瞭解企業/產業的看法、需求與面臨的問題，包含法律與標準化等問題。

3.工作任務

平台工作重點係對技術供應者提供標準化之解決方法，參與討論之企業，其討論議題並非涉及市場競爭，而是處理市場競爭前之共同性問題，其工作小組之工作任務如下：

- (1) 透過舉辦論壇方式，加速標準化之形成與國際化之推動，不僅於國內形成共識，亦推動於國際市場形成共識。
- (2) 有關商品規格部分，往往大企業或國際組織即能主導，影響範圍很廣，平台將關切重要產業領域之標準或規格，俾使一般企業皆能採用。
- (3) 針對法規或規範進行討論，如企業開發軟體後須加入開放性之通訊協定，以利跨國家之設備可連結互通，方能達成全球化。
- (4) 平台最大功能係將概念導入後，協調達成某種程度共識，提供需求者參考，同時，亦可再深入進行探討與開發新的議題。

4.總結說明

德國政府認為，大企業與中小企業並非處於競爭關係，而是需要共同合作之關係，故如何引導雙方合作即為政府之目標，惟目前平台企業成員並未將中小企業納入，須透過資

訊擴散，以協助中小企業導入工業 4.0。

平台於 2015 年開始設立能力中心，主要提供市場競爭前之資訊傳遞(如導入工業 4.0 內涵後，企業可能面臨之機會或挑戰、基礎或知識、思考 IT 安全性、勞工問題、標準化等)，而不提供個別企業之諮詢服務，且是否落實亦為企業任務，官方無權要求落實。

另外國企業如於德國設立分公司，且於德國產業亦有重要地位者，並無設限外國公司之參與，反而認為能更有效將平台設立之產業標準國際化，故期待此類跨國企業並非來此收集資料，而能以更積極之態度參與。

針對製造業轉型策略，從平台觀點，將德國與美國的先進製造策略作以下差異分析：

美國	德國
重視數位化	重視工業
強調補助與技術性發展，由企業自由發展	強調官方、產業與學術單位相互連結與合作關係，產業升級係為社會責任
重點在商業模式	重點在產業

五、工商總會 (DIHK)

訪談人：Dr. Sven Hallscheidt(Services Sector and Regional Development Director Services Sector)

訪談目的：由於德國規定企業必須加入工商會，其工商總會代表企業之政治經濟利益，爰透過訪談，瞭解各企業如何導入工業 4.0 與服務業 4.0，並如何面對挑戰解決問題。

訪談內容：

1.機構背景介紹

依德國法律規定，境內企業均須加入工商會(德國各地皆有獨立的工商會的行政聯合機構)，工商會代表企業的政治經濟利益，亦負有監督德國技職雙軌教育執行之任務，故可協調彙整企業需求後向政府反映溝通。

德國工商總會總計在全球 80 餘國設有 100 多個代表處或駐外商會，由全體成員大會、主席、理事會構成，主席和執行董事係由成員大會選舉產生，其中主席亦同時須為企業主與一工商會主席或副主席；另理事會部分，其主要職能係為主席提供諮詢、草擬成員大會決議，與處理工商總會的經濟政治方針等相關事宜，此外，另設有 16 個專業委員會提供工商總會諮詢業務。

工商總會主要業務分為以下領域:

- (1) 經濟政策、中小企業及創新；
- (2) 財政和稅收；
- (3) 法律；
- (4) 國際性事務；
- (5) 通訊；
- (6) 職業培訓；
- (7) 專業進修；
- (8) 就業、健康行業、家庭及職業；
- (9) 環境、能源和原材料；
- (10) 服務產業、基礎設施及區域政策；
- (11) 核心服務領域，其包含財務、內控、人事、IT 管理。

2.經濟 4.0 內涵

數位科技對產業造成之影響，不僅止於工業，對服務業亦提出所謂「服務業 4.0」之概念，與工業 4.0 合併為經濟 4.0，其涉及之範疇包含寬頻、數據安全性技術、智慧服務、大數據、破壞性科技、數位化能力、電子商務、新商務模式等；同時，其經濟 4.0 可能將對社會體系帶來營利性（經濟效益）、納稅義務的界定、勞工法、公共秩序法、消費保護、及競爭等相關衝擊。

由於過去商業貿易型態簡單，供應商提供實體商品，即可進行買賣交易行為，但進入數位化階段後，經由全球性網路(如網際網路、雲端平台、智慧手機)連結，商品即時交易供應之交易模式，已相當普遍；換言之，整體經濟的發展，除以商品供應商為主的工業 4.0 外，亦逐漸出現新型態的平台供應商。

此新型態供應商可能具備以下特徵：

- (1)對全數供應者與使用者（需求者），可即時溝通，平台係具備即時且開放性之性質；
- (2)平台整體交易成本降低
- (3)平台本身並無提供或生產商品
- (4)平台提供評價系統，包含供應商評價系統、使用者/消費者評價系統等，故如被反應負評，對企業將有一定破壞性。

很多企業尚未正視數位發展可能產生之影響，甚至認為是迫切之問題，很多社會跡象已經顯示，已然進入目前之經濟體系，故工商總會的任務即須讓企業瞭解產業數位化趨勢即將來臨。

3.進行影響評估作業

為評估數位化趨勢對整體經濟、貿易、工作之影響程度，工商總會對企業成員進行調查，於最近一期(2015 年)調查數據顯現以下結果：

- (1)整體而言，約有 94%企業受到影響，如觀察個別產業，則服務業（近 96%）、貿易（93%）、建築工程（93%）、工業（95%）等；
- (2)各產業推動數位化進度不同，其中，以資通訊產業數位化程度最高、貿易業最低；
- (3)導入數位化後，對工作流程造成最大之影響為資訊需求，其次則為數據處理與員工就業；
- (4)現階段產業對資訊、投資、與人才進修措施等需求，仍處於不確定。

以上結果亦顯示以下概念：

- (1)由於目前尚屬導入數位化之初期階段，因此，數位化後，員工人數需求反而上升。

(2)數位化影響最大並非為製造業，而是服務業，故提出經濟 4.0 之概念。

4.後續思考因應措施與推動工作

(1)德國政府提出因應措施

2014 年聯邦政府提出數位化基本草案，2015 年德國 IT 高峰會已將經濟 4.0 視為重要議題，歐盟也發布數位市場策略，其數位化法案主要內容如下：

- A.聯邦政府負擔數位基礎設施建設責任，以加速推動建置數位基礎建設；
- B.鼓勵投入相關研究，包含數位經濟、數位工作是什麼？數位經濟/貿易相關的研究，清楚掌握數位化帶來的影響；
- C.同步調整國家行政制度，如報稅制度朝「電子化」及「行政程序/事務簡化」方向。

(2)工商總會思考後續可能產生之問題

透過調查深入瞭解企業在導入數位化後，可能面對之困難包含資訊安全、法律不確定性(相關法令配套尚未更新，不適用新型商業模式)、員工能力無法因應、初期投資成本較高等，針對相關可能之障礙，工商總會先行思考以下問題：

- A.面對著鄉村地區寬頻建設不足前提下，企業如何進入鄉村地區，以搶佔市場商機；
- B.如何建立具有前瞻及永續性的基礎建設，以加速數位化發展落實；
- C.如何強化企業經商環境條件(如資訊安全)，俾使消費者接受；
- D.如何培育企業員工面對數位化所需具備能力。

(3)工商總會具體推動工作

為擬定推動工作項目，工商總會先行設定要達成以下目標：

- A.提供企業所需資訊；
- B.作為企業與政府之溝通橋樑，協助引導政策方向；
- C.對企業廣宣數位化發展內容與趨勢。

針對以上目標，目前具體推動工作如下：

- A.工商總會提供 9000 名工會成員之名額，進行服務業 4.0 課程進修教育；
- B.固定時間舉辦聚會，匯集相關人士共同討論；
- C.以電子書模式，廣宣數位化發展之基礎知識，亦說明工商總會想法，提供相關建議；

- D.協助企業向聯邦政府交涉(包含企業所需頻寬，與可能產生之問題)，俾使政府加強投入基礎建設；
- E.製作商務寬頻分佈地圖，協助企業瞭解各地區寬頻品質；
- F.加強推動職業訓練課程與相關教育課程，如過程管理、生產技術與電子商務等；
- G.與企業合作設置資訊與示範中心，以展示工業 4.0 有關的價值鏈。

5.總結說明

(1)對於德國經濟數位化之觀點

數位基礎建設方面，政府設定 2018 年每戶可享用 50Mbps 下載頻寬，惟目前很多企業業進行數位化，爰政府設定目標過低，將使消費者透過網路獲取數位化之服務受限。

資訊化與數位化方面，主要癥結為中小企業尚未意識即將面臨數位化趨勢，故工商總會任務，必須讓全數企業瞭解因應數位化可能會面對之問題與相關因應措施。

行政機關方面，其數位化程度過低，政府亦應跟上數位化趨勢，否則不利推進數位化生活。

人口老化方面，應思考如何透過數位化科技解決未來人口老化的問題，以利工作更有彈性，惟對應所需法規，尚仍有調整空間。

教育方面，目前相關職訓教育人員仍未瞭解數位化概念，應讓年輕世代瞭解數位化不僅只是娛樂，而係為產業模式之改變；故整體教育體系皆納入數位化之訓練課程，包含相關軟體或自動化過程運作過程、大數據代表的意涵等。

公共服務部分，近期歐盟推出「服務護照」，以電子化方式處理與行政機關相關之公共服務，如企業開設公司需提供良民證，可透過護照跨國申請，因此許多形成申請程序，應可朝向此方向思考其可行性。

目前觀察台灣生活環境數位化，其程度比德國高，未來德國政府應致力於智慧城市發展，並使消費使用者無需擔心其資訊安全問題，據此建立對數位生活環境的信心；此外，數位化發展與各國家發展因素有關，如丹麥對數位接受程度比德國高，係因德國人口約八千萬，遠比丹麥多且較聚集，相對丹麥因人口分散，基於便利因素，其商業交易常採用電子商務模式進行。

(2)分享經濟之看法

隨著數位化趨勢，逐漸產生新型態交易模式，如 uber、Airbnb 之商業模式，目前德國政府處理方式如下：

- A. **Uber**：原先由於開車司機未受計程車司機相關執業管理與規範（如車輛要定期檢查，司機資格認定與安全問題）等，而受到質疑；對此，德國政府採開放原則，惟訂定相關規範，如必須具資格認定之計程車司機才可加入 uber 平台模式、透過軟體叫車費用較高等等；且因軟體設有評價系統，一般民眾反映透過軟體平台叫車之司機往往較為友善。
- B. **Airbnb**：德國政府亦採開放原則，惟應符合相關原則，如旅館除須先檢驗合格（如消防設施、法規設限等）、出租對象須為觀光客外，且不可整層轉租，屋主須同時自住。

(3)新創事業之看法

數位化促進產業結構調整，同時可能產生很多新創事業，新創事業可能帶來市場更激烈之競爭，惟工商總會認為每個企業都曾為新創事業開始，只需維持公平原則，故對此持正面看法，並對新創事業提供補助計畫。

對於服務業創新企業，其最大困難即為投資資金之取得，尤其因 2008 年金融海嘯後，政府頒布相關法令使銀行貸款程序更為嚴謹，常需不動產作為擔保，惟新型服務業模式常無實體店面，導致不易取得貸款，故工商總會亦努力促使地方銀行加入協助新創事業之行列。

此外，工商總會提供新創企業之諮詢協助，尤其對於行政程序部分，將提供專業協助，根據統計，每年給予企業提供諮詢服務，約 35 萬案例（不限新創事業）。

六、德國國會

參訪目的：德國國會對於參訪人員提供深度導覽說明，透過說明，瞭解德國國會大樓其建築之政治意涵，與如何透過大型公共建物發展綠建築及再生能源之作法。

參訪導覽簡介說明：

1.建築物意涵

議會政治係民主政治基本要素，過去德國之舊帝國議會大廈（Reichstag）被視為德意志帝國民主化開始之象徵，惟 Reichstag 德文原意係指國王登基日子，且議會大廳上方如同皇冠造型，似仍意味德意志帝國皇權仍然凌駕於議會之上。

新棟國會大樓最大特色為上方之玻璃穹頂，其玻璃穹頂內部由 240 公尺長的緩坡步道沿著球體螺旋往上，透過其開放進入之設計，民眾可站立於國會大廈之最高處，向下俯瞰議會大廳，議會內之政治決議過程完全攤在陽光之下，接受人民監督，故其代表透明政治與民眾監督之政治意涵。

2.環保節能與建築結合之概念

國會大樓之能源系統主要特色為自行發電與自行產熱，茲因結合太陽能、自然通風、使用地層作為冷熱能儲藏、使用生質能源的熱電廠等方式，將之結合於建築設計，其主要特色說明如下：

(1)自然採光

國會大樓之玻璃穹頂，除傳達政治意涵與觀景功能外，亦可提供議會大廳之採光照明；由於中央裝置 360 面反光鏡組成之錐體，於白天時，可將陽光反射至下方議會大廳，其議會大廳之兩側中庭亦同時照入太陽光線，進而減少人工照明需求；此外，亦設置了可隨日照方向 360 度自動調整方位之遮光板，以避免陽光直射產生之眩光與熱輻射。

而當日落之後，由於國會大樓室內燈光透過錐體向外放射後，其玻璃穹頂反倒成為發光體，故該大樓為柏林市獨特景觀。

(2)自然通風

國會大樓通風系統之設計概念係利用空氣對流以達到自然循環之目的，當空氣由廊簷進風口進入，將經過大廳地板下通風道與座位下風口，可均勻地排散至大廳內，至熱空氣則被引導至建築物最高點，經由穹頂頂端開口排出室外。

外牆雙層玻璃窗之設計，其外側可隔絕熱輻射與減少熱損失，其內側可自動調整或人工控制開關，俾使建築物大部分房間可得到自然通風換氣，此種設計不僅提供使用者最大舒適度，亦降低通風設備之能源需求與噪音。

(3)地層作為冷熱能儲藏熱儲能再利用

國會大樓之能源系統充分善用自然界之特性，由於柏林夏季很熱，其地下蓄水層可將夏季常溫攝氏二十度左右溫水，與生質柴油發電機廢熱產生的熱水，儲存在地下 300 公尺的溫水層，俟至冬季後，再抽取當熱水或暖氣使用。

同樣的，其地下蓄水層亦可將冬季低溫冰水，儲存在地下 60 公尺的地下水層，至夏季後，再抽取供冷氣使用。

(4)太陽能與生質能源的使用

國會大樓設有獨立發電系統，其兩座馬達熱電廠系統係使用油菜花籽製造之生質柴油做為燃料，其建築物屋頂亦裝設面積 300 多平方公尺之太陽能光電板，藉由前開發電設備，提供國會大樓及其周圍議會建築能源之 80%左右。

(5)總結

德國國會大樓展現各種節能設計，其並非僅為設計者巧思或科技之展現，其最重要係為體現德國之能源政策；由於透過節能設計，使其建築物之能源自給率可達到 8 成，可說其係為節能建築之典範。

七、未來研究與科技評估研究所 (IZT)

訪談人：Dr. Michael Scharp (Chemist, Master of Philosophy Head of Research Sustainability & Transformation)

訪談目的：IZT 主要係研究外來發展趨勢後，提供政府諮詢建言，爰透過訪談，可瞭解德國未來可能之關鍵議題，與如何促進大眾參與之方式。

訪談內容：

1.機構背景介紹

IZT(Institute for Futures Studies and Technology Assessment)「未來研究與科技評估研究所」1981 年成立於柏林，目前 40 名員工中，25 名為研究人員。

IZT 係民間單位，並無政府經費挹注，其經費來源主要係爭取政府之研究計畫案，因應政府需求，於政治、社會、經濟等領域提供諮詢角色，並進一步評估未來趨勢；此外，除政府機關外，亦接受協會、企業之委託研究案，其研究專業主要為前瞻研究與轉型、永續性發展進程及科技創新等 3 大主題，透過研析未來可能之發展趨勢，預測其產生之障礙種類，進而思考面臨何種挑戰與影響。

承接政府的相關研究計畫，多為研析社會經濟未來變遷趨勢，為利預測未來趨勢，使用水平掃描法辨識，從 scope → scan → assessment，先界定主題範圍，再列出主題相關之可能發生事件，且其相關事件造成之影響。

2.研究主題介紹

(1)推動創新(科技創新)

未來產業創新將成為重要趨勢，由於教育為創新之基礎，故重要研究議題即為思考未來何種教育制度可帶給德國的意義與影響。

科技計畫研究應同時思考教育配套措施(如發展電動車技術，應同時進行學習如何使用與修理電動車之教育訓練)，德國之教育制度於 500 年前僅有修道院學校，近百年至今已有快速多元發展，教育方式包含發現式、實驗式、團體方式、計畫合作方式、多媒體方式等，運用各種方式培育人才，故缺乏教育，推動創新將遭遇困難。

為培育職場人才，鼓勵職訓進修相當重要，如工作以外時間可透過數位學習方式取得

知識；且由於未來生活受機械化與數位化影響，科技與生活連結，因此未來學習方式與內容將為研究課題，如研析**推動環境保護**：係因地球氣候變遷，人類勢必需要調整使用能源方式，爰配合於工程相關學系增列教育課程，學習如何更節能。

(2)使用開發人類潛能藥物，對青少年與社會倫理之影響(社會創新)

由於目前科技提升，已研發各種藥物促進腦力提升，其開發人類潛力之生物科技已影響社會價值改變，如**興奮劑**之使用，先對青少年進行了解其對興奮劑之看法，其形式可多元化(如透過網路、分組討論、媒體訴求、寫作競賽等)，分析歸納其帶來之風險，據以研擬建議以避免風險產生，且培養社會對此影響之應變能力。

3.總結說明

教育係為創新之基礎，必須給予充足之資訊，方能規劃未來如何因應變化趨勢，而未來教育制度發展，除基礎教育外，高等教育與職訓教育亦相當重要，故亦須企業投入推動。

對教育高度發展之國家而言，其面臨之挑戰，主要是思考如何因應部分民眾接受教育度不夠高，與如何提高再進修之動力；故為鼓勵再進修，德國政府補助部分多元教育之項目，且設有教育假之法令規定，另大企業在推廣新商品時，皆同步辦理職訓課程，以上措施，皆為鼓勵民眾主動再進修，以利接受新資訊。

八、柏林市政府經濟技術研究局

訪談人：Natalya Hermann-Kopotilov (Berlin Government Senate Department for Economics, Technology and Research, industrial Affairs, Industry 4.0)

訪談目的：目前柏林市政府亦推動工業 4.0，並設立平台進行產官學研之溝通，透過訪談，瞭解柏林市政府推動之運作方式與面對挑戰之因應措施。

訪談內容：

1.柏林市介紹

柏林市為十六個聯邦州中一州，同時亦為首都，愛柏林市長不僅為市政領導者，同時亦具備州長地位；柏林市每年人口成長快速，其人口成長同時帶來能源使用量增加與基礎設施不足等現象產生，為使柏林市有更好之生活條件與生活環境，推動數位化與工業 4.0 是相當重要。

柏林產業主要聚焦於光學、健康相關產業（健康經濟）、能源技術、ICT（資通訊）、媒體與創新經濟、交通及物流等、工業生產等領域，不僅具競爭力，其創新能量亦很強，近年經濟持續成長，2015 年 GDP 成長達 3%，已超越聯邦政府平均值 1.7%，其就業率亦成長 2%，超越聯邦平均值 0.8%，未來也預估將再成長 11 萬個工作機會，因此，吸引新創業者投資，2015 年約達 21.5 億歐元(倫敦 18 億歐元)。

柏林市內有 4 間大學、7 間學院、4 間藝術學院、23 間私立學院與 150 間創新實驗室，具有許多優秀專業人才；此外，柏林市國際化程度高，75%人口具備 1 種外語能力、65% 具備 2 種外語能力，29%具備 3 種外語能力，對國際企業而言，相當具吸引力。

2.機構背景介紹

經濟技術研究局目前約有 300 位員工，分別設立經濟、科技、企業與產業政策等部門，主要負責經濟科技研究，包含經濟、研究開發與科技開發等經濟政策，涉及之產業包含工業、健康、建築工程、運輸交通等領域。

由於柏林市內有相當多研究機構，愛鼓勵企業與研究機構不斷從事創新與科技發展，透過產官學研之合作，推動柏林市產業發展，以達成打造柏林市成為歐洲數位化城市與首都之目標，其推動措施包含以下：

(1)舉辦相關宣傳活動，以利企業瞭解數位化與工業 4.0 發展階段與趨勢；

- (2)推動設立柏林夥伴網路，透過網路提供企業諮詢，如規劃進駐柏林之企業，可諮詢開設公司之相關流程；
- (3)研究成果移轉至企業，如發生障礙將協助解決；
- (4)補助協會推動計畫，以下案例說明：
 - A.東北風力發電計畫 - 由於其重點係聚焦再生能源使用，且其範圍擴及 6 個聯邦州，故提供 3,800 歐元補助經費；
 - B.生產過程優化計畫 - 如與工業 4.0 相關者包含於生產及服務層面上運用工業 4.0 科技、協助企業發展或調整產品售後的服務、遠端監控服務、偵測維修服務等，投入為期 5 年的經費達 3 千萬歐元經費，以強化企業競爭力。
- (5)制定投資貸款方案，協助中小企業投資與創新。
- (6)協助企業連結柏林學術研究資源，以強化產學研連結，如彙整 4 個福林研究中心（包含通訊、數據處理、微電機、生產領域），加強促進數位化發展推動。

3.推動柏林市數位化面臨之挑戰與問題

- (1)**加強基礎建設** - 如為提供更高傳輸速度，數位化基礎建設應更普及。
- (2)**選擇標準化規格** - 中小企業必須抉擇其傳輸數據規格，如思考錯誤，恐有在產業鏈價值鏈內脫軌之虞。
- (3)**解決數據安全性疑慮** - 對於資料傳輸是否有洩漏商業機密、資訊被濫用等風險，尚無解決方式。
- (4)**中小企業科技能力不足** - 中小企業普遍研究能量不足，市政府正嘗試委託研究透過 IT 科技，運用大數據處理生產過程。

4.總結說明

目前柏林市政府推動並無擇定特定產業，但由於柏林市具有推動優勢，如聚集眾多專業人才，故除生產過程，亦同時聚焦於生產後之數位加工、服務維修等階段；另柏林市亦成為許國國際企業之創意中心，如 E.ON 將數位轉型聯盟移至柏林，並將學習中心設於柏林，透過工業 4.0 相關培訓課程，培養員工職業能力；此外，IT 企業 CISCO 將物聯網創新中心設於柏林智慧園區，運用綠能科技產生的能源提供物流運作。

由於柏林產業結構相當多元化，爰推動方向並非聚焦於特定產業，其長期發展藍圖，應發展多項領域，其長期目標，係為打造柏林為智慧城市，朝多元化發展。

九、德國電子電機產業聯合協會 (ZVEI)

訪談人：Dr. Bernhard Diegner (Head of Research Human Resources Development, Production Engineering Department)

訪談目的：由於電電協會代表德國電子產業，且電子產業為德國第 2 大產業，故透過訪談，深入瞭解 ICT 產業在工業 4.0 之進展與其因應策略。

訪談內容：

1.機構背景介紹

ZVEI 成立於 1918 年，其會員企業家數超過 1,600 家，總會項下設有 26 個產業協會，由於 2015 年電子產業年營業額總額高達約 1,780 億歐元，且德國境內從業相關產業人數近 85 萬人，故電子產業為全德第 2 大產業。

ZVEI 代表國內電子產業利益，該產業特色為創新，其約 40% 產業營業額即來自於創新產品與系統，其創新力基礎係因業界積極投入研發工作，2015 年業界投資金額約為 64 億歐元(較 2014 年成長約 11%)，投入研發總經費則高達 155 億歐元(較 2014 年成長約 3%)。

ZVEI 協會遠景目標係為形塑有利德國電電產業在國際競爭發展的周邊條件，與建立共同平台引導會員企業於快速變動的時代中確定發展方向。

2.成立工業 4.0 平台過程



資料來源:ZVEI(2016/07)

2011 年形成工業 4.0 概念時，ZVEI 即為創始成員之一；2013 年與 VDMA 德國機械與設

備產業聯合協會、BITKOM 德國資通訊產業聯合協會，共同成立工業 4.0 平台。

2015 年工業 4.0 平台擴大調整組織架構，ZVEI 仍為策略核心成員之一；ZVEI 內亦成立與工業 4.0 平台同樣 5 個工作小組，相互進行交流，其平台 3 階段進程如上圖所示。

工業 4.0 平台在近 2 年確已為德國建立工業發展基礎，同時，亦有具體成果，如 2015 年公布工業 4.0 參考架構(RAMI4.0)(確立工業 4.0 定義，並提供發展建議)，此外，亦已公布「工業 4.0 研發主題白皮書」，係由平台學術諮詢委員會分別以人、技術、組織等 3 大觀點提出 17 項議題，並歸納出「水平整合價值創造網絡」、「全生命周期工期的通用性」、「垂直整合與網絡化生產系統」、「工作的新社會基礎結構」以及「跨領域科技的持續發展」等 5 項重大研究領域。

惟協會推動成立之平台，其發展亦有其侷限之處，故為進一步擴大其功能，由政府接手之後，不僅原先不屬於 ZVEI、VDMA、BITKOM 等 3 大協會會員企業可加入，且參與者亦由原先產業與學研機構，更擴大至政府與社會其他單位。

3.工業 4.0 平台推動現況

工業 4.0 平台自政府接手後，在聯邦政府設立工業 4.0 業務處，其推動與研究領域皆更廣泛，工作小組也從之前研究、標準化、網路安全性等 3 個，增加法律架構與人才培育等 2 個小組，此外，產業協會成員也增加了化工產業、汽車產業與工業聯合協會等組織。

平台成立初期，常面臨如何融合與協調不同領域，如何平衡即為關鍵重點，如標準化，每個企業想法不同，不同產業亦有不同技術觀點，透過官方協調後，目前已有共同語言，各領域業奠定未來發展基礎。

成立迄今，目前工作重點係思考將之前公布之「工業 4.0 參考架構」，如何推動成為標準化規範，並進一步推廣至國際，並以參考架構為基礎，深入探討應用前景(如共同情境、共同訂單等)以預估產業發展趨勢；另由於 ZVEI 主要優勢為技術能力，未來工作將聚焦於標準化；另 VDMA 企業會員超過 3 千家，其未來工作將聚焦網路化，至於 BITKOM 則聚焦物聯網工作。

平台自政府資源進入後，對於跨單位協調工作有顯著成長，之前工作小組係獨立運作，目前每年定期召開 2 次會議邀集相關人員共同討論推動進度，亦被視為檢視成果之階段性重要會議；另每年 10 至 11 月舉辦之 IT 高峰會議與每年 4 月舉辦之漢諾威工業博覽會，亦

會出席提出產業成果報告。

整體而言，官方係參與平台之指導小組與策略小組，惟業務推動係由企業主導，官方主要係補助平台、出版物與網路之經費，至於 5 個工作小組經費則由企業投入。

4.未來推動工作重點

平台 5 個工作小組各自訂立**工作目標**，2016 至 2017 年主要為：

- (1)持續推動平台內容架構發展；
- (2)推動更多中小企業瞭解工業 4.0；
- (3)加強國際合作。

至**推廣**中小企業瞭解工業 4.0 部分，主要分 2 方向進行：

- (1)由聯邦經濟能源部在德國各地設立 11 個專家能力中心，作為每個地區推動工業 4.0 推廣中心。
- (2)由教育部補助設立實驗測試中心，其對象為中小企業，如中小企業有新構思可至實驗測試中心進行測試，惟此測試不涉及實際生產階段，屬於競爭前階段測試，目前主要為以下 2 項計畫：
 - A. **Fraunhofer IPA 生產與自動化研究中心計畫** - 中小企業提出申請書至 IPA 進行試驗，由 IPA 研究中心評估機制篩選具創新企業，協助進行測試，此計畫僅限設於德國的中小企業（須符合歐盟定義-雇用員工人數 250 人以下的中小企業）。
 - B. **實驗網路 4.0** - 由 ZVEI 與其他企業協會共同創立，開放全部企業(包含外國企業)，屬為國際性質。

另推動**國際合作**部分，已與數個國家進行合作，合作對象包含以下：

- (1)中國製造 2025
- (2)日本機器人革命行動（日本的工業 4.0）
- (3)美國工業互聯網聯盟(於 2016 年漢諾威博覽會正式成為工作夥伴)
- (4)法國工業未來計畫

5.人才培育策略

德國目前職訓領域共 300 多個，故無需新增產業別，而是因應工業 4.0 發展需求，調整職業培訓內容，爰應先與雇主溝通，瞭解其需求，另德國約有 200 多家私立進修在職訓練

之組織，未來也將推動規劃線上培訓模式。

電子產業領域較強調技術性工作，故其他領域不易跨越，員工需先具備專業知識，因應產業升級發展需求，現階段仍於特定專業人才範圍作其選擇，如機械、電子、IT 等 3 個領域間跨界融合，其他領域如化學、藝術等其它領域無法跨入，故目前如何培育跨領域人才仍未有解決方案。

其實對不同職位會有相應之工作要求，如電子產業對工程師要求相對較高，且未來工廠將朝分散式生產方式發展，其生產決策與管理機制，無須傳遞中央管理單位，故工作人員應具備即時決策能力，換言之，未來不同專業人會被賦予不同專業目標。

6.總結說明

由於德國推動工業 4.0 之目標為國際化，故陸續與世界各國推動，如美國優勢係運用數據資訊，而德國產業優勢是生產技術，其新商業模式發展卻仍待強化，但由於新商業模式已涉及企業競爭，基本上不宜介入；且另相對美國，德國對於資料保護相關法令較為嚴格，致企業較少自由空間運用數據資料發展新商業模式，但目前已有大企業之間開始建立數據交流。

至於與哪些國家企業進行合作，基本上係由企業自行決定，但中國大陸不同，其合作關係多因官方推動，故如與中國大陸企業合作者，多為國營企業，另企業亦應自行評估爭取市場商機時，可能帶來之危機與問題，如標準、薪資、智慧財產權等。

另平台設立之法律架構工作小組，主要係在思考推動數位化後，進而釐清過程中可能產生的法律問題，如可能產生以下案例：

- (1)機械之間如因互動導致相關人員受傷，如何釐清應由機器製造商、機器使用商或使用人員承擔法律責任。
- (2)如因機器互動產生之數據資料，其歸屬權係屬最初產生數據之廠商，抑或歸屬收集數據後加值之廠商。

在過去法律僅規範人，推動數位化後，產生之法律問題相當複雜且不易處理，現階段作法係企業互相溝通簽訂協定。

政府投入資源後，平台與政府之間已相互連結，政府僅需協助公告相關資訊，如舉辦 IT 高峰會議公布相關工作成果，主要推動工項目皆由企業處理，產業升級轉型企業應承擔其推動責任。

十、斯圖加特大學先進製造工程博士生研究所

訪談人：Hans F. Jacobi (Leader of junior Research Groups)

訪談目的：該研究所為德國首創在博士課程中，同時進行技職教育之雙軌教育制度，透過訪談，瞭解以教育機構之立場，如何協助企業推動工業 4.0。

訪談內容：

1.成立機構緣由介紹

斯圖加特大學(Uni.Stuttgart)以規劃成立「先進製造工程博士生研究所」(Graduate School of Excellence advanced Manufacturing Engineering /GSaME)之課程內容，贏得 2007 及 2012 年二屆聯邦教研部獎助金，該研究所係首創於博士學程中導入技職教育的「雙軌制」制度，由各企業共同出資與培育人才，即透過與企業簽訂合作契約，每年合作之企業出資 4 萬歐元。

此外，該博士生研究所於 2011 年亦獲得德國工業大學之「改善工程博士學程最佳範例獎」，故該研究所除獲得政府每年約 1 百多萬歐元補助經費外，亦有來自企業的資助，此制度引起廣大注意。

2.巴登符騰堡聯邦介紹

先進製造工程博士生研究所位於巴登符騰堡聯邦(Baden-Württemberg)的首府 Stuttgart，該聯邦土地面積 35,750 平方公里，但總人口數 1 千多萬、僅約台灣一半人口數；此邦為德國製造業重鎮，尤以機械製造、汽車、電子等科技產業為主，聯邦內之跨國大企業包含汽車與零組件大廠 Daimler 及 Robert Bosch，機械設備商則有 Trumpf、Festo、Liebherr 等。

依巴登符騰堡聯邦統計局數據，2011 年全德研發支出的 GDP 占比為 2.9%，低於北歐國家芬蘭 3.8%及瑞典 3.4%，惟略高於美國 2.8% (2012 年的 OECD 統計資料)；其進一步分析全德國各邦研發支出 GDP 占比，Stuttgart 大學所在地的巴登符騰堡聯邦以 5.1%高居居全德之冠，並遠高於第 2 名巴伐利亞聯邦(Bayer) 3.6%；再者，從產業、政府研究機構、大學等單位研發支出比例而言，該聯邦不僅為德國、亦為歐洲產業與科研競爭力最強的地區之一。

歐盟於 2014 年底針對歐盟區域內各地區創新表現後公佈之「2014 創新指數」

(Innovationsindex)，巴登符騰堡聯邦在 87 個區域(28 個歐盟國家)中、以總指數值 71.34 排名第 1，係為歐盟最具創新力之區域，排名第 2 為德國的巴伐利亞聯邦 (56.67)、第 3 為法國的首都巴黎所在地之大巴黎區(Île de France)，其得分指數值為 55.26；茲因其聯邦內以出口導向企業不僅積極投入研發與創新，區域內中小企業亦與跨國大企業、學研機構及生產導向的服務業共組有利產業永續創新的生態體系，皆為該邦經濟發展提供成長動能。

3.先進製造工程博士生研究所介紹

(1)規劃背景

2011 年工程師就業統計，目前德國相關領域仍有約 2 萬人的需求，故當初成立先進製造工程博士生研究所原因之一，亦為培育專業的新生代人才；惟其規劃培育方向部分，思考未來生產製造方式將會改變，其推動改變原因包含人口老化、個人化、IT、都市化、政府經費缺乏等，故在培育課程中，其目標係能開發智慧生產工具與系統。

該研究所首創於博士學程中導入技職教育的「雙軌制」制，由合作之企業共同出資培育人才，其方式是透過與企業夥伴簽訂合作契約，目前共有包括 Audi、Bosch、Daimler、Siemens、Trumpf、Wittenstein 及 Fraunhofer 應用研究機構等大學以外的合作企業共 25 家，主要為大企業，中小企業相對著重實際運用之改善，而非基礎研究，致投入意願較低。

(2)組織架構

該所最高管理人員為 CEO，另設立兩大委員會主導方向，1 為產業界與學術界共同組成之委員會，另 1 為學術諮詢委員會；所內並無招聘新教授，共 32 位教授皆來自不同學院，其教育資源係由跨學院教授共同支持。

(3)招生機制

該所雖隸屬斯圖加特大學，但有獨立招生與錄取機制，先由教授組成之委員會，商討出一些特定主題(如智慧科技等)，主題分為 6 個群組，其之後之論文則由該 6 個群組架構下發展其研究子題。

確認研究主題後，該所將會公告，藉由公開徵選方式，徵求有意攻讀博士學位者共同研究，故其學生來源較多元化，可能來自機械製造、電子電機、資通訊、企業管理等領域；其錄取之博士生皆有獎學金，其獎學金來源視其爭取論文議題係由何單位提出之研究需求(如政府機關或企業等)。

博士生如為全職者一般修業 4 年，在職生則視情況而定，該所之博士生與一般博士生不同處，在於除學習原學科專業外，亦要求學習跨領域課程，該所規劃之領域包含能源跟生技、資通訊及電子、航太、生產製造、汽車製造、產業及社會相關議題（全球生產網絡化與管理）。

(4)學習過程

該所課程規劃 4 年完成學習，第 1 年為規劃研究主題與進度，第 2、3 年為執行研究內容，第 4 年進行撰寫與考試，而在第 1 年規劃主題時，通常學界與產業界會共同合作討論。

基本上研究所內每個月辦理 1 次討論會，由博士生報告其論文研究主題進度與內容，在學習過程中，主要分以下 3 部分進行：

A.核心課程：4 年共通教育課程；

B.主題課程：與學生本身研究主題相關之課程；

C.補強課程：視學生本身專業而定，如工程與自然科學專業者，需補強企管與資訊課程、資訊專業者，需補強企管與工程自然科學課程、企管專業者，則需補強自然科學與資訊課程等。

(5)推動成果

2011 年該所針對改善博士高等教育培訓課程部分，獲得國家工程研究院獎項；該所之學生論文，也陸續獲得該所最佳論文獎與斯圖加特大學論文獎之肯定。

(6)國際合作

該所目前與中國大陸之上海大學共同舉辦暑假培訓，目前已舉辦 3 屆，進行方式為期 7 致 12 天，由兩方國家學生混合分組，針對特定主題進行討論，其目的是相互瞭解雙方企業發展現況。

4.總結說明

在推動工業 4.0 之議題中，德國著重於生產製造，與美國重視物聯網不同，各國發展方向不同，爰工業 4.0 之本質在於產業升級，故工業 4.0 僅為產業改革，而非工業革命。

十一、賓士博物館

參訪目的：賓士博物館內對於賓士汽車大廠發展歷史，進行詳細解說，透過說明，瞭解其如何藉由其創新能量，保持其汽車產業之領先地位，並帶動該地區相關產業之發展。

參訪導覽簡介說明：

1. 博物館簡介

博物館啟用於 2006 年，主要為展示賓士公司發展汽車產業 125 年歷史，其佔地 16,500 平方公尺，共有 9 層樓，擺放超過 1500 件之收藏品；博物館內之車輛收藏與展示，係依照主題與年代分類展示，其展示品不僅說明 Mercedes-Benz 品牌發展史，同時，亦說明汽車產業之發展改良進程。

2. 賓士公司發展史

賓士公司主要之關鍵發展，包含自第 1 台燃料引擎汽車發明問世、1879 年 Karl Benz 發明製造的三輪汽車、迄 1886 年 Gottlieb Daimler 將四行程汽油引擎裝在四輪汽車上，至今仍陸續發展最新型各式現代化汽車。

Karl Benz 發明全球第 1 輛汽車之後，於 1883 年與 2 位夥伴共同成立 Benz & Co. Rheinsische Gasmotoren-Fabrik Mannheim 引擎工廠；1884 年開發第 1 具二行程汽油引擎，旋即發明第 1 台四輪汽車，並萌生未來開發的引擎應是可同時適用於陸地、天空與海洋之交通工具。

原本競爭對手的 2 家引擎工廠於 1926 年正式合併，成立 Daimler-Benz AG(股份有限公司)，品牌名稱則為 Mercedes-Benz，並將原本 Benz 設計的圓型桂冠廠徽外環與 DMG 的三星標誌結合於內，成為今日的品牌廠徽；由於賓士公司其中 2 位創辦人，皆來自斯圖加特及周圍城市，故將工廠設於斯圖加特區，此後，該區域周邊逐漸形成汽車及相關產業，如機械設備與電子等產業群聚。

3. 產業說明

從下圖巴登符騰堡聯邦 2014 年統計表數據表示，該聯邦失業率為 3.1%，同年人均 GDP 為 40,057 歐元，高於全德的 35,402 歐元，其整體經濟表現亮眼。

另產業結構方面，該聯邦 1/4 的就業機會來自製造業，且製造業受雇人員人均年薪更高達 46,273 歐元；如以 2005 至 2014 年間長期發展來看，巴登符騰堡聯邦製造業就業

人口佔比雖小幅減少(從 27.5%降至 25.9%)，惟其 GDP 佔比卻從 33.6%提高至 35%、製造業受雇人員的薪資由 37,714 歐元增加至 46,273 歐元。

		2005	2010	2014
人口數 (千人)	總人數	10736	10754	10702
	20歲以下	2288	2129	2062
	65歲以上	1954	2091	1978
就業人 口數(千 人)	總人數	5526	5710	6020
	不含營造的製造業就業人口佔比	27.5%	26%	25.9%
	服務業就業人口佔比	65.7%	67.5%	67.6%
失業率(ILO)		7.1%	4.8%	3.1%
GDP	總額(百萬歐元)	335449	383637	438267
	人均GDP(歐元)	31268 (全德:27901)	35692 (全德:31558)	40057 (全德:35402)
	不含營造的製造業GDP佔比	33.6%	33.8%	35%
	服務業GDP佔比	61.8%	61.5%	59.8%
年薪資 (歐元)	受雇人均	28506	30281	33702
	不含營造的製造業受雇人均	37714	40755	46273

資料來源:巴登符騰堡聯邦財經部(2015)

巴登符騰堡聯邦主要優勢產業為汽車與零組件、機械製造、金屬製造與電子產業，設址於聯邦內跨國企業包含汽車與零組件大廠 Daimler、Porsche、Robert Bosch 等，機械設備製造商則有 Trumpf、Festo、Liebherr 等；聯邦內以出口導向之企業不僅積極投入研發與創新，許多中小企業亦與跨國企業、學研機構及生產導向服務業等，共同合作組成有利產業永續創新之生態體系，為該聯邦經濟發展提供成長動能。

其中，斯圖加特地區更因賓士公司之發展，進而帶動所有相關產業供應鏈之形成與發展，不僅如此，賓士公司亦與當地大學及研究機構結合形成創新生態體系後，造成斯圖加特成為全歐洲創新研發能量最深厚之區域。

參、心得與建議

德國推動工業 4.0 迄今，可算相當成功，推動期間為德國建立工業發展基礎，包括 2015 年公布工業 4.0 參考架構，其不僅明確的工業 4.0 定義、亦提出發展建議，以及公布「工業 4.0 研發主題白皮書」，亦產生許多國際回應。

基於每個國家文化、環境與產業優勢不同，故並非是一味複製德國經驗，而應思考其工業 4.0 之內涵要素，以利檢視本身是否亦已具備相關內涵要素、或能如何補強；且更重要的是應釐清在朝向智動化生產的產業發展趨勢過程中，本身係因期待解決何種問題、或為達到何種目標，俟釐清後始能訂定發展重點方向。

經過此行之訪談，瞭解推廣工業 4.0 為平台之最大目標，且於各大國際展場及研討會進行推廣，亦引起熱烈回響，惟對於中小企業與應用端的市場仍有待加強，故思考如何在推廣與考量中小企業自動化需求與成本效益當中，取得平衡點仍是關鍵議題。

至人才培育方面，由於德國產業界多認為在現有職訓領域的基礎上，調整其職訓內容，即可因應工業 4.0 新發展需求；如規劃成立之先進製造工程博士生研究所，其設立目的係為德國先進製造奠定永續發展科學理論與培育跨領域知識的經理人、工程師與科學家，故與業者合作，導入技職培訓課程於博士生學程，將博士生的科學教育訓練及研究過程，與業界進行合作，共同培育建置「未來工廠」的頂尖人才；此外，鼓勵職訓進修如工作以外時間可透過數位學習方式取得知識，已成為普遍作法；再者，因應產業升級發展之需求，培養跨領域人才已可能成為趨勢，惟仍有某種程度之受限，如化學領域較難跨領域至電子等，目前亦尚未有解決方案。

另對於德國產官學研等各單位對於推動工業 4.0 扮演之角色與其任務如下：

1.政府機關

之前由 VDMA(機械與設備產業聯合協會)、ZVEI(電電產業聯合協會)與 BITKOM(資通訊產業聯合協會)共同成立推動「工業 4.0」平台，係為德國首次跨產業合作建置平台案例，德國政府立場係樂見其成其發展；爰對於成熟之產業環境、政府之責任係應維護周邊產業環境制度，其餘則交由市場機制決定。

平台建立之後，為利平台持續推動，政府提出相關競賽計畫，以提供資金協助，其計畫內容常為跨部會，主要部會為教育研究部與經濟科技部，其中，教育研究部主要聚焦於基礎

研究部分，經濟部則為市場端之研究計畫。

惟持續一段期間後，平台發展亦走入瓶頸，為進一步跨大平台功能，由政府接手之後，不僅原先不屬於 ZVEI、VDMA、BITKOM 等 3 大協會會員企業可加入，且參與者亦由原先產業與學研機構，更擴大至政府與社會其他單位；此外，工作小組也從之前研究、標準化、網路安全性等 3 個，擴編了法律架構與人才培育等 2 個小組，但是政府協助部分，仍僅止於公告相關資訊與補助平台、出版物與網路之經費，不涉入企業本身應有作為的領域，其推動相關業務仍由企業主導。

2.產業界

從催生「工業 4.0」計畫形成，至後續推動之方向與策略發展，係由 VDMA(機械與設備產業聯合協會)、ZVEI(電電產業聯合協會)與 BITKOM(資通訊產業聯合協會)等 3 大協會共同合作完成，其係因工業 4.0 之目標為建置未來智能工廠須整合機械、機電及資通訊等相關科技，故 3 大協會簽訂了 5 年合作契約，每年平台運作總經費約 50 萬歐元則由 3 大協會平均分擔，總計五年內投入業務推廣與平台運作經費約 250 萬歐元。

成立平台之後，除持續之前「工業 4.0」研究聯合會工作小組的活動，亦鼓勵各產業進行跨產業合作；至於平台內 5 項工作小組業務由企業主導，其資金亦由企業處理，產業界認為為提升產業升級，產業界本身亦應有其作為。

至 5 項工作小組業務亦有訂定其工作目標與推動進度，包含持續推動平台內容架構發展、推動更多中小企業瞭解工業 4.0、加強國際合作等；整體來說，現今平台最大目標係為擴大工業 4.0 影響層面，俾使更多中小企業瞭解工業 4.0 之內涵。

3.學研機構

學研機構主要係推動工業 4.0 之過程中，參與技術研究並提供諮詢建議；如產業界成立之 AiF 組織，其主要任務即為協助中小企業進行市場競爭前之研究，以強化產業整體之研創能力。

另對學界而言，工業 4.0 係為產業升級之過程，如有與企業合作之研究，並非配合企業進行競爭型研究，主要仍著重於基礎研究，產學研共同引導未來製造業創新發展方向，創造產業與人才之雙贏局面。

此行與德國產官學研單位訪談後，藉由此次德國推動工業 4.0 之過程，瞭解各單位對於

推動產業升級所承擔之任務與想法，而此次德國產學研共同合作推動「工業 4.0」，其構想最初係來自於產業需求，即使之後政府提供之相關補助計畫、競賽計畫等，以協助企業進行產業轉型或技術升級等內容，亦為產業自行規劃，故基於相關推動事項皆來基於產業本身需求，故產業界更有意願承擔其社會責任，這也正是促進德國產業升級取得國際競爭優勢之動力。

德國產官學研相互間良好合作互動與互信機制，可做為我國標竿對象，做為未來建置產業創新發展生態體系之參考；惟德國產業界能承擔本身之社會責任，仍需視產業本身規模、成熟度與研發能量而定，故台灣推動產業政策時，或可參考德國方式，先透過各產業公協會瞭解產業實際需求，以及政府、產業與學研單位各自之任務，至於政府部分，為協助產業發展之相關計畫，主要仍應促使企業或學研進行共同研究，尤其是協助中小企業能提高其研發能量與前瞻能力，在各界共同努力下，方更有助於產業提升競爭力。