

出國報告（出國類別：考察、訪問）

日本工業4.0

服務機關：國立清華大學

姓名職稱：王茂駿教授、簡禎富教授、王俊程教授、
侯建良教授、黃淑婷助理

派赴國家：日本東京

出國期間：2015.8.26-2015.8.30

【王俊程教授為 2015.8.26-2015.8.29】

報告日期：2015.9.14

摘要

札幌啤酒（サッポロビール株式会社，Sapporo Breweries）起源於1876年，是日本啤酒製造業代表之一，重視生產啤酒原料—大麥的來源，並承諾製造過程的品質。

國立研究開發法人產業技術綜合研究所（National Institute of Advanced Industrial Science and Technology，AIST）是擔任科技研究和商業化的橋樑，協助研究整合、轉化的機構，並提供技術諮詢、人員培訓等服務。

參訪前透過電子郵件，做了周密的聯繫和準備工作，請對方協助安排參觀工廠的生產線運作，有了第一線的了解。而AIST也直接安排我們進入研究室，深度介紹並示範其研究的應用面。

目次

壹、目的.....	4
貳、過程.....	4
參、心得與建議.....	8
肆、附錄.....	8
一、附件資料.....	8
二、活動照片.....	9

壹、目的

隨著物聯網、大數據、雲端科技、人工智慧、感測技術的發展，生活、產業已隨之面臨改變，如何描繪未來製造業的發展，並做出適當的決策應變，是本次訪問擬探討的深層主題。

貳、過程

此次蒙教育部邁向頂尖大學計畫支助，利用暑假期間於 8/26-8/30，為期 5 天，隨同「先進製造與服務管理」總計畫主持人王茂駿教授前往日本東京的 Sapporo Brewery in Chiba 及 National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)與相關領域之學者進行產學研交流。在此向教育部致謝！

本研究中心代表一行四人並助理一人於 8 月 26 日上午 7 點至機場，搭乘 9 點的班機飛往日本，提領行李後，趕上 2 點的 SkyAccess 電車前往東京市區（，於飯店辦理 Check in 已接近下午 4 點。些微休整後，前往日本橋高島屋百貨公司，高島屋於 2009 年被指定為日本國家重要文化財；保存運作良好的蛇腹式手動伸縮拉門電梯，由身姿優美、動作敏捷俐落的服務人員手動操作，開關門的運作非常，無生硬之感，營造賓至如歸之感。後於附近用餐後回飯店休息。

一、2015 年 8 月 27 日拜訪 Sapporo Brewery in Chiba

本參訪團於 8/27 日參觀在東京近郊（津田沼）的 Sapporo Beer Chiba Factory，此次行程負責接待本參訪團的分別是高崎經濟大學的岸田孝彌教授（Prof. Kishida）與 Sapporo Beer Chiba Factory 的須田雄太主任。

本次參觀 Sapporo Beer Chiba Factory 行程的主要乃參觀其成品倉庫的自動化作業與人工作業，重點活動如下：

- （一）參觀其對外開放的觀光工廠：由接待員以日語介紹 Sapporo Beer Chiba Factory 的相關發展、Sapporo Beer 的原料成分（請參見圖 1）、製程（請參見圖 2）、發酵環境（請參見圖 3）等，讓我們透過圖像、模擬的情境（請參見圖 4）理解 Sapporo Beer 的特色。

- (二) 參觀其自動化搬運系統:由負責供應鏈管理業務的須田雄太主任帶領我們參觀其整體倉儲環境，此部份中，其現場主管所介紹的內容包括整個自動化輸送系統（請參見圖 5），全場有 36 個 Pallet-based 的輸送帶搬運單位（請參見圖 6），負責 Pallet-based 成品的入庫、出庫作業，不同樓層分佈，極為壯觀。
- (三) 參觀其常溫的自動化倉儲系統:亦由負責供應鏈管理業務的須田雄太主任帶領我們參觀其常溫的自動化倉儲系統（AS/RS），主要了解此系統與自動化輸送帶系統間 I/O 的流程、Pallet-based 成品的堆放配置等（請參見圖 7）。
- (四) 參觀其低溫的自動化倉儲系統:亦由負責供應鏈管理業務的須田雄太主任帶領我們參觀其低溫的自動化倉儲系統（AS/RS），此自動化倉儲系統的規模較小於常溫自動化倉儲系統其溫度控制於攝氏 10 度左右，主要堆儲 10L 為主之桶裝啤酒（請參見圖 8）。
- (五) 參觀其人工作業區域:此生產現場的人工作業不多，全場約僅 50 位員工，自動化程度極高，人工作業主要分佈於揀貨（Picking）作業（請參見圖 9）與組合包裝作業（請參見圖 10），人員精簡卻又有充裕的生產力。

晚上前往日本橋三越總店，一樓有展示 Pepper（請參見圖 11），儘管設定語言是日文，但他會於聲音的反饋，仍會給予回應，是一個直觀的體會，讓很多經過的人，可以停下腳步，與 Pepper 互動。七樓則有「日常生活のピンチからユーザを守る」的展示（請參見圖 12），有很多不同的 IT 或穿戴式產品，讓人可以體驗；並有針對不同障礙的人員，設計保護性的輔助產品，提高生活便利的同時並能預防日常危險（請參見圖 13、14）。

二、2015 年 8 月 28 日拜訪 National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)

本次拜訪位於東京海濱的國立研究開發法人產業技術綜合研究所（National Institute of Advanced Industrial Science and Technology，AIST），由人間情報研究部門持丸正明（Masaaki Mochimaru）博士進行介紹。

持丸正明（Masaaki Mochimaru）博士首先針對我們所關心的「工業 4.0 和智能製造」分享他多次去德國訪問 Fraunhofer 研究院的心得，並介紹所收集的資料：「Service Innovation and Business Models: Opportunities for Industry 4.0」（請參見圖 15）。他也關心德國因為推動工業 4.0 而可能會對日本產業造成的衝擊。

HIRI (Human Informatics Research Institute) 的研究是以 Deep Data 為其根基，並整合人與社會的田野觀察與分析，串接雲端大數據分析，以期能產出促進社會參與及人類福祉的服務。特別的是，該研究所有長期收集來自日常生活的居家或服務業資料，讓平常的活動，就成為分析的素材。例如，他們有服務產業員工行為衡量資料庫，作為提供業界分析的共同分析平台，也成為吸引廠商的特色。

在 AIST 的參訪重點是數位人體模型在智能化環境之應用，AIST 累積了多年的經驗發展出自己的數位人模(Dhaiba)，具有可調整及互動功能，並且將其應用於產品設計與系統評估。例如：他們將已收集的 3D 手部模型資料庫，建立尺碼系統應用於不同功能之手套設計。將所收集建立之軀幹 3D 數位模型分類應用於不同體型之人抬設計，便利於服飾設計及生產製作。在數位人模之動態應用方面，AIST 建置了一套 Vicon 之動作分析系統（請參見圖 16）。

由小林吉之（Kobayashi Yoshiyuki）說明透過在傳統之跑步機上加裝了力規，可即時收集足底之力學數據，並評估受測者之步態平衡參數，並與系統內建之常模資訊，分析該受測者可能發生跌倒意外的風險（請參見圖 17）。此系統對於高齡者之意外預防與福祉提昇會有助益。

另外，AIST 也建立足部之 3D 資料庫，加以分群及建立尺碼關係，應用於不同鞋具之設計，現場由 AIST 的研究人員河內まき子（Makiko KOUCHI）特別展示他們與某製鞋公司所發展之高跟鞋尺碼系統，並考慮到足型特徵建立了日本人之高跟鞋鞋楦系統，並實際製作出高跟鞋來，也邀請我們團隊的成員進行體驗試穿，感覺到對於合腳性及舒適感皆有提升（請參見圖 18）。

參觀的研究中心的室內佈置很有創意，且做得很適合對來賓展示。一進去就是一條貫通整個空間的大走道，沿途的二邊則依序擺設每個 project 的 poster 與

prototype 成果。每個 project 的展示區不但有配置的儀器設備，也有電腦與投影設備，是全面以參觀者為導向的設計。在展示區的後方，則是一間間林立的半開放式辦公區域，讓研究人員不是只有自己獨處在自己的研究室，而是大家統整在一起的開放式空間。整體的配置方式，其實與 Stanford D-School 的 Project 開放空間很類似。

參訪中展示研究人員從市面上的玩具機台發現小孩取會錢幣時的問題，因而研發了不同曲度的錢幣退回孔。這也展示了，要解決一個問題，其實要有很紮實的資料庫做基礎。例如參訪的研究單位有完整細微的手指頭微小曲折時的應力資料。而分析的結果，才能進一步完成新型的設計。但這個設計還是停留在原來的互動方式，如何開展進一步的互動方式，甚至免除取回錢幣的動作，或探索最初為何使用機台需要錢幣，這些更是服務的精義之所在。這就是從 Research 到 Technology 到 Product 到 Service 最後到 Ecosystem 的一個循環。

整體而言，AIST 在智慧製造與服務系統下，有關 3D 數位人之應用與開發並在產業上的應用，有非常好的成效，值得借鏡。

訪問 AIST 結束後，前往附近的「日本科學未來館（Miraikan）」，設有創造未來和探索世界常設展（請參見圖 19），3 樓展出 ASIMO 機器人、Kodomoroid 機器人、多媒體實驗室等，5 樓則探索宇宙、地球的關係，並設置探索生命、醫療主題區。

趕上 4 點的 ASIMO 現場約 10 分鐘的展示，主要是呈現 ASIMO 肢體高度協調性，能做出慢走、快跑、單腳跳立等動作，並且反問現場的人，期待 ASIMO 能幫忙、做些什麼呢？

Miraikan 的各區展演熱絡但不擁擠，空間和主題規劃良好，現場有很多日本父母攜帶孩子來探索（請參見圖 20）。

參、心得與建議

- 一、 這次最令人記憶深刻的是日本科技展示無處不在，百貨公司會展示最新的科技應用技術，讓大眾免費體驗。而日本科學未來館更是規劃良好，多區域、多元性的介紹目前的科技動態，透過互動性的體驗，不僅大人、小孩都能簡單上手，更是寓教於樂的好方式。
- 二、 **Sapporo** 千葉工廠分為二區域，一區域是有向大眾開放其產品製造過程的說明區，動線簡明。另一區域就是生產線，員工不多，大部分透過自動化生產。但其不管是工廠外的道路、生產線區域、人工分裝產品區域、送貨區等地，都非常整潔，各區域都沒有多餘的東西。
- 三、 **AIST** 積累很多人因數據，運用至多樣化產品的設計上，如觸碰面板的設計、販賣機找零錢出口的設計、按壓式打火機的安全裝置、汽車座椅、牙刷握把改良、證件識別套繩整合尺規資料、幼兒座椅安全設計、安全帽等。另外，研究室係以研究成果海報架簡易隔開，研究員和學生能熱絡交流討論，是個令人感到開放不受侷限的空間。

肆、附錄

一、附件資料

1. Sapporo 簡介—Let's talk about beer
2. Sapporo 千葉工廠指引
3. 日本科學未來館參觀指南
4. 學者與業者名片

二、活動照片



圖 1、Sapporo Beer 的原料成分



圖 2、Sapporo Beer 的製程



圖 3、Sapporo Beer 的發酵環境

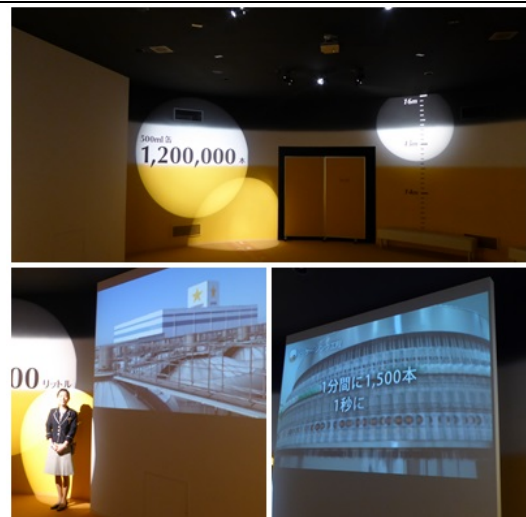


圖 4、Sapporo Beer 模擬情境



圖 5、自動化輸送系統

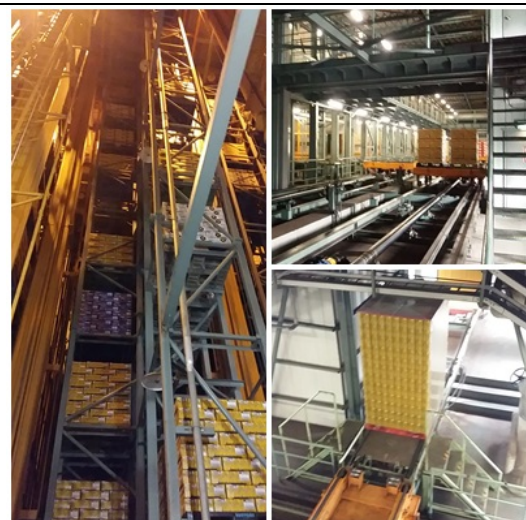


圖 6、輸送帶

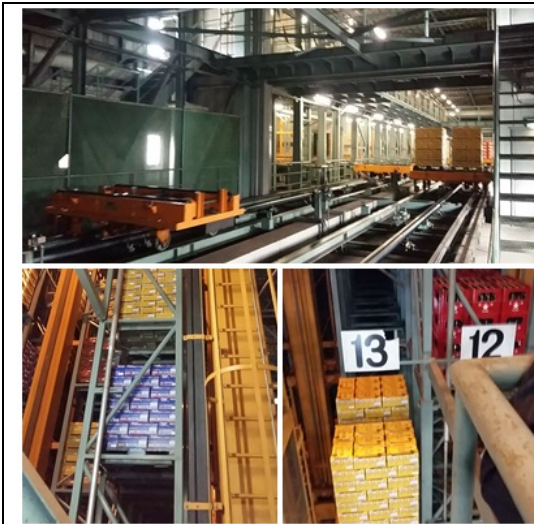


圖 7、常溫倉儲系統



圖 8、低溫倉儲系統

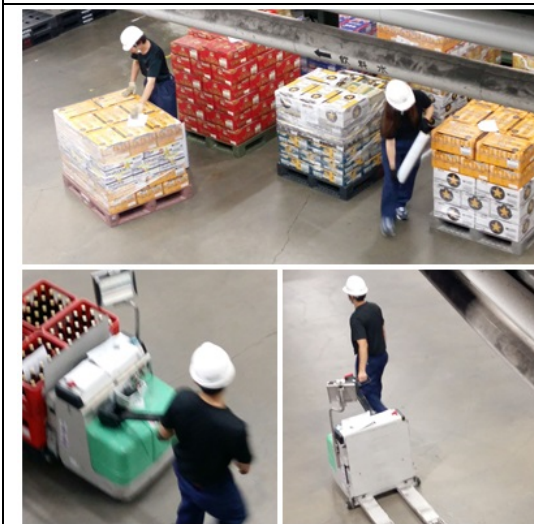


圖 9、揀貨作業



圖 10、組合包裝作業



圖 11、Pepper 展示



圖 12、輔助日常生活之展覽品



圖 13、輔助日常生活之展覽品



圖 14、輔助日常生活之展覽品



圖 15、拜訪 AIST

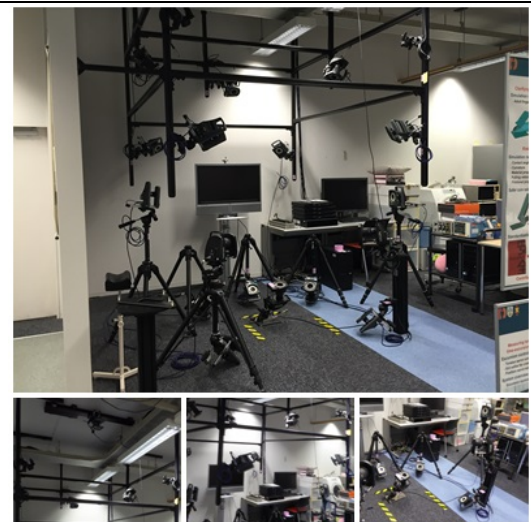


圖 16、動作分析系統

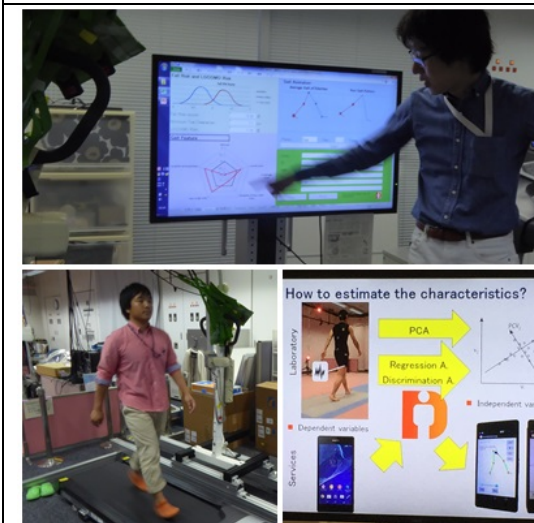


圖 17、測試步態平衡



圖 18、鞋具設計

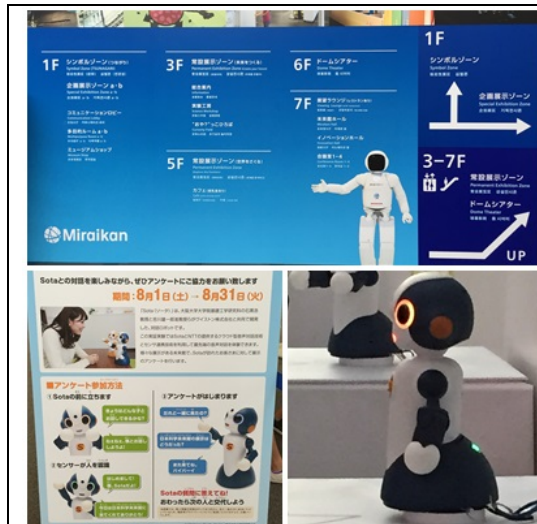


圖 19、日本科學未來館

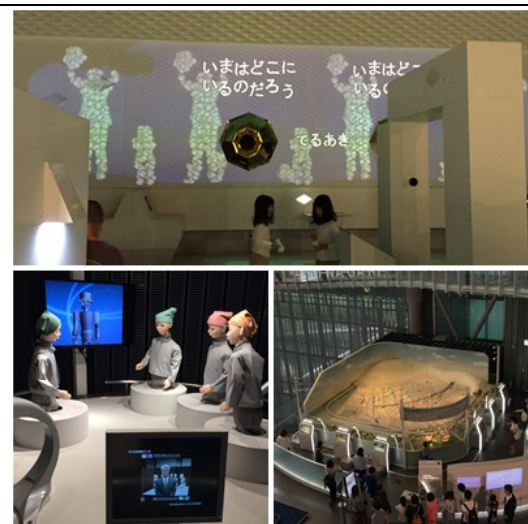


圖 20、互動式活動場