

出國報告（出國類別：其他\實習）

## 瑞薩科技工業物聯網實務研習

服務機關：國立雲林科技大學

姓名職稱：洪崇文助理教授

派赴國家：日本

報告日期：106年8月16日

出國時間：106年7月23日至106年7月26日

## 摘要

工業物聯網中的 EtherCAT 介面，為新一代工業 4.0 的工控通訊標準之一，受到國內產業重視，因為新的技術協定故產學需求眾多，本實驗室持續進行相關的產學計畫，並獲一定成果。但因為 EtherCAT 系統複雜，需要處理的軟、硬、韌體技術較多，許多應用實務疑點需要處理，EtherCAT 控制晶片生產者的瑞薩公司，安排實務研習課程，以期面對面訓練與討論解決問題，同時藉以尋求國際產學合作機會。本次訓練包含位來產品的規畫介紹、目前提供之解決方法、已即針對現有問題深入討論與解決；同時交換本實驗室目前各個研究現況，以尋求合作機會。此行收穫豐富，業已實際解決研發上的問題，並獲得進一步合作的機會。

## 目次

一、	目的 .....	1
二、	過程 .....	1
三、	心得 .....	<u>3</u>
四、	建議事項 .....	<u>3</u>
五、	(附錄) .....	<u>4</u>

## 一、 目的

EtherCAT 介面為新一代工業 4.0 的工控通訊標準之一，普遍受到國內工具機業重視，因為新的技術協定故產學需求眾多，筆者所主持之實驗室目前已執行過一相關的產學計畫並已結案：”瑞薩 R-IN EtherCAT 應用技術”；同時正進行一科技部小產學計畫：”電池測試系統的工業 4.0 通訊介面 EtherCAT 軟硬體研發”，獲一定成果。但因為 EtherCAT 系統複雜，需要處理的軟、硬、韌體 ISSUES 較多，仍有許多應用實務疑點需要處理，EtherCAT 控制晶片生產者的瑞薩公司台灣分公司工程師反覆討論，諸多疑點依然無法解決，因此該公司建議拜訪日本原廠，安排實務研習課程，以期解決問題，並進一步尋求國際產學合作機會。

## 二、 過程

### ▪ 行前規劃：

從開始規劃本次行程的原因如同上述，因 EtherCAT 為工業 4.0 智慧製造普遍認可之工業物聯網標準界面，故過去兩年來接收到許多產學技術的需求，但在進行諸多計畫討論過程中，即發現國內廠商對此介面普遍陌生，但因瑞薩過去在工控介面著力甚深，可靠度甚高，對 EtherCAT 介面解決方案完整，故很多廠商詢問瑞薩電子的相關方案；同時，在計畫進行過程中，與台灣瑞薩的討論亦發現，因該系統過於複雜，該以至公司需耗費在支援上的資源較多，因此亦希望本實驗室能儘速建立完備之系統發展能力，以利該公司業務的推廣。而本校為瑞薩電子的大學計畫合作夥伴學校，實驗室對該公司的系統非常了解，故在規劃本次訓練實習課程中，雙方即著重在問題的解決。課程規劃如下：

#### "Industrial Internet of Things (IIoT) Training"

##### Schedule:

##### 1<sup>st</sup> Day:

- Preparation meeting (setup tools, environment)

##### 2<sup>nd</sup> Day:

##### AM:

- Renesas R-IN(EC-1) product roadmap introduction.
- R-IN(EC-1) solution introduction. (Remote IO, CiA402, CANOpen, DeviceNET, SPI Gateway).
- Launch break

##### PM:

- Dr. Hung's introduction of EtherCAT solution development.
- Q&A discussion.

### ▪ 第一天準備會議：

準備會議主要目標在確認此行目的，符合雙方的需求，由於實驗室所遭遇問題已事先已與原廠溝通，因此主要聚焦在雙方使用的平台是否一致，包含版本與 TOOL CHAIN，使用的軟體發展工具與環境如下：

1. EtherCAT Device 發展平台：IAR Emvedded Workbench for ARM v7.50.2
2. EtnerCAT Master 平台：TwinCat v3.1.4018.0
- 3.高階控制軟體發展平台：C# Visual Studio 2013
- 4.編譯工具：GNUARM v1501
- 5.檔案路徑規劃：Patch 2.5.9-7-src
6. EtnerCAT 描述檔與應用程式碼產生器發展平台：SSC tool v5i11

同時，因應日本習俗，拜訪時攜帶並致贈伴手禮，如附件圖示為大樓拜訪登記與致贈接待的課長伴手禮。

### ▪ 第二天訓練與技術交換：

為了討論本實驗室過去在工業物聯網上所遭遇的問題，瑞薩電子原廠派出三個部門的工程師與專家，同時負責的市場人員與台灣瑞薩的產品經理亦列席：

首先進行的是未來產品線的規劃，介紹具有多協定之網路控制的 R-IN32M3，其具有高速即時通訊、符合工業應用介面和豐富的周邊功能，此系列也可針對應用場域的不同，挑選所需要的發展套件，以支持實務上的應用。從中可以看到如同過去工業物聯網介面的產品規劃，一開始均為功能集成度極高、高接腳數高與運算速度的系統晶片；待功能驗證無誤後才會針對市場需求，推出針對介面協定的通訊晶片；而相關的評估發展版亦是如此，此行除驗證目前使用的 EtherCAT 介面控制晶片選用正確，以了解日後的發展趨勢，同時也獲得瑞薩新推出的評估發展版資訊，極適用於目前實驗室的發展，回國後亦已著手安排購買事宜。

第二部分則針對目前較適合使用於工業物聯網的 EtherCAT 介面晶片 R-IN EC-1 解決方案做整體介紹，其特色為更高效能的 CPU(ARM Cortex R4，最高操作頻率為 150M Hz)，能有效即時回應資料，同時也能使用 FPU 單元，同時提供多樣的周邊功能，並可實現諸多功能，如 Remote IO, CiA402, CANOpen, DeviceNET, SPI Gateway 等。EC-1 專用 EtherCAT 控制發展評估板，包括發展版開發環境、EC-1 功能應用與 Sample Code Solution，其中在 Master 端的開發環境多一個選項：CoDeSys PLC，以及軟體的周邊程式產生工具(Slave Stack Code, SSC)。其中早期 SSC 版本因使用上的問題，本實驗室在發展過程中省略而自行研發相關功能。但經過近年的改良更新，在瑞薩的 EtherCAT 發展步驟，已被視為不可或缺，日本瑞薩工程師也強調其重要性，透過 SSC 自動產生程式碼的功能，有效減少開發時間與降低 Bug 的發生，同時瑞薩工程師亦分享其具備較佳除錯功能的經驗。SSC Tool 主要產生 Slave(EC-1)應用函式的設定，包括：EtherCAT State Machine(ESM)、Distributed Clocks(DC)；各 Mailbox 的處理項目：CAN Application protocol over EtherCAT(CoE)等。而本實驗室進行中或已完成的 EtherCAT 計畫，在開發時所遇到的許多問題，有許多的解決辦法，在新版的 SSC Tool 中已獲得答案。

在短暫午餐休息後，第三部分為本實驗室的發展介紹，筆者介紹了近年來在政府支持下的許多計畫，如：近幾年科技部的 IoT 計畫，日本瑞薩方面對於極低功耗架構印象深刻，建議可與該公司無線部門接觸；CPS 跨校計畫則可提供瑞薩的台灣客戶 CANOpen 解決方案，目前台灣瑞薩所介紹的產學計畫已順利簽約並進行中；EtherCAT 科技部小產學計畫與 CiA401 產學計畫，則為此行的主要目的，亦為日後合作重點；最後的自動化相關計畫如極高速馬達與高轉矩超高速計畫，均已使用該公司工控控制器，給對方留下深刻印象。這一部分的討論，因為是其工作範圍外的應用實例，引起瑞薩工程師蠻大的興趣，也為日後合作奠定基礎。

在問題與討論階段，請教日本瑞薩工程師本實驗室在開發過程中所遇到的困難與問題，此部分為實際所遇問題，且包含許多細節與諸多面向。因此瑞薩派出的人員，在討論的同時，持續透過通訊軟體與相關部門聯絡，以獲得進一步答案。問題內容主要分為時間控制模式：主要希望了解如何區別在發展 EtherCAT 設備時，如何辨別操作在不同時間模式，藉以發展相對應的韌體；瑞薩電子指出由描述檔的 1C32 與 1C33 設定值決定，如:Free Run、Synchronous Mod(SM)或 DC；透過 Isr0 或 Isr1 的中斷內容，則可了解資料交換方式，進而區分出時間模式。進一步討論上述系統中 Isr0 與 Isr1 之間的不同，回應為：Isr0 為系統使用中斷，通常用於多個 Slave 之間進行同步處理，而 Isr1 是使用者可自由使用的中斷函式，處理各自 Slave 的機制。在開發過程中，曾嘗試控制每次的中斷基礎速度 1C31:2(Cycle time)設定值，但卻無任何效應，經討論知道此值為 Master(TwinCAT)端定義，預設值為每 4ms 傳送一筆封包給 Slave(EC-1)。接著，與瑞薩電子反應發展時遵守的規範中，CANOpen 的 CAN in Automation(CiA)所定義許多的物件字典，發現與顧前在 EtherCAT 環境中，由 Beckhoff 公司制定的 CoE 內容有不同的標準，容易混淆；回覆的原因為，因目前 EtherCAT 應用環境有所不同，因此猜測該原本制定標準已做修該，至於是否為標準則待確定。最後，討論在硬體發展過程

中，所需測量精密時間的工具，推薦使用 Wirshark 並安裝特殊的 DLL 檔，和 ET2000 多通道探測器搭配使用，該設備能以 100M bit/s 的速度，實現 4 個獨立通道的無限同步紀錄，並在同一網路、不同點進行紀錄分析，能有效了解時間同步的差異性，對於同步運動控制有極大的幫助。

雙方在充分溝通並均獲得滿意答案，同時，部分較深入需要時間研究討論的問題，瑞薩日本則答應以 EMAIL 補充，在互相約定保持聯繫與進一步合作下散會。

### 三、 心得

此行收穫豐盛，如透過面對面的討論與訓練，可以實質解決目前在執行智慧製造相關的科技部小產學計畫與一般產學計畫，所遇到的許多細節問題，比較過去兩年在實驗室的閉門造車，雖然原廠熱心透過 EMAIL 與電話支援，畢竟學校所處偏遠無法時常蒞臨支援，效果不是面對面討論可以比擬的，此類以技術訓練與討論為基礎的國外差旅，值得學校或政府深入投資。

工業物聯網與工控介面，值得注意的是，就算是國際大廠如瑞薩電子，在各個不同領域的應用，依舊要借助於各家的韌體與軟體夥伴，反觀在國內從事此類的產學研發，廠商希望從硬體到軟體均有支援，這部分在本實驗室雖然勉力達成，但在目前科技部經費的規模支持下，要完成長久支援恐力有未逮。

此外，此次除了技術方面的收穫外，透過討論分享許多市場資料，與未來技術走向的看法，對於日後的研發方向，有極重要的參考價值。

### 四、 建議事項

建議可以多提供參訪國外廠商或訓練的國外差旅機會：與筆者過去服務於業界時，大部分的國外差旅為產品的推廣或相關技術訓練不同，在學校可以自行安排的國外差旅，唯有科技部計畫中的研討會，或查訪到國外實習的學生。雖然上述研討會對於增進學校老師學術能力不可或缺；實習訪查可實際提升學生學用合一，增加就業競爭力，且實地赴國外廠商參訪訓練，尤其是各領域的領先廠商，則有直接接觸到業界最新技術的機會，同時可以了解該領域未來兩三年的技術走向與業界需求，這對技職體系的教師應同樣重要，同時可以有效反應至教學中。因此，建議政府與校方可以考慮常態性編列此類赴國外廠商參訪或受訓知經費，造服技職教師，提升技職教育。

## 五、 附錄(活動照片)



瑞薩總部大樓接待處登記



致贈伴手禮



瑞薩總部櫃台



第二天與會人員合影(一)



瑞薩工業物聯網訓練



Q & A



分享本實驗室研究成果



第二天與會人員合影(二)