

Arm協助業者 加速開發符合Matter標準的IoT產品 以宏觀微電子為例

arm

February, 2023

White Paper

前言

儘管處於現今充滿挑戰的時代，在技術成熟以及生態系統蓬勃發展推動下，物聯網市場仍然持續成長並擴展至日益廣泛的應用領域，為各產業以及我們的生活帶來深遠影響。特別是2022年10月公佈的Matter標準，藉由打破不同廠商平台的壁壘，為過去長期碎片化的智慧家庭市場注入一劑強心針，將能為整個IoT生態系統帶來新的成長動能。因此，如何因應此趨勢，加速推出支援Matter標準的新產品，已成為業者的當務之急。

在此白皮書中，將針對IoT市場發展、Matter標準及其應用情境做詳細介紹，並以宏觀微電子新款的多協議、雙頻RF晶片為例，說明Arm如何協助生態系開發支援Matter標準的新產品，並期待未來能支援更多夥伴透過Arm提供的完整IoT解決方案加速產品開發，掌握新商機。

目錄

- 一、IoT市場發展與機會
 - 全球IoT市場展望
 - 智慧家庭市場快速成長
 - IoT對比ICT本質上的差異：以應用與服務為導向
- 二、新興Matter標準及其應用情境
 - 什麼是Matter標準？
 - Matter打破平台壁壘，加速新產品開發
- 三、Arm助力業者加速支援Matter的IoT產品開發
 - 藉由在智慧型手機市場的成功，Arm也將此架構往IoT擴展
 - Arm物聯網全面解決方案
 - Arm對Matter標準及其安全性的全力支援
- 四、從RF接收器到IoT無線SoC晶片- 宏觀微電子運用Arm解決方案開發新產品
 - 宏觀微電子(Rafael Micro)簡介
 - Arm與宏觀微合作，開發支援 Matter的IoT無線SoC
 - 使用Arm Cortex-M系列MCU架構之優勢
 - 宏觀微的雙頻段、多協議無線SoC
- 五、結論

一、IoT市場發展與機會

全球IoT市場展望

市場分析公司IoT Analytics報告指出，2022年全球物聯網整體產值約1,579億美元，預估到2027年將成長至5,250億美元，年複合成長率22%，預計到2022年底，全球連網IoT裝置數量將達到1450億台。其中，北美地區成長最快速^[1]。

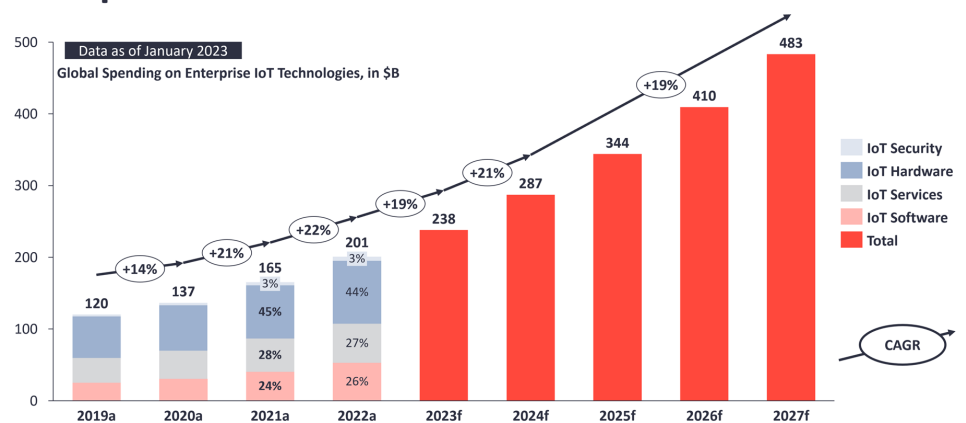
IoT Analytics認為，即使面臨新冠疫情衝擊、全球政治紛擾、晶片短缺等許多問題的不確定性，IoT市場仍顯示出穩健的發展態勢，而推升IoT市場成長的主要因素包括，AI、5G和雲端等技術的成熟，以及IoT在促進環境永續目標方面，可扮演的重要角色。

此外，根據2021年的IoT採用度調查研究，只有16%的業者已完全在其IoT專案中導入AI技術，但有70%的業者正在開發相關專案。隨著AI技術的漸趨成熟，將推動AIoT市場的成長，預估AIoT市場到2026年將達到1022億美元的規模。

另一個驅動IoT市場發展的因素是，Microsoft、AWS和Google等科技巨擘持續大舉投入IoT市場。他們推動了各類相關雲端服務的部署，儼然成為IoT發展的骨幹力量，而他們的強力支援將在未來幾年持續帶動IoT市場的成長。

報告中亦指出，IoT軟體服務相對於硬體設備的產值比例約為7:3顯示了IoT產業以應用服務為主導的重要特性。此外，北美、歐洲和中國將是全球IoT市場的三大區塊，由於各國法規的不同，對IoT技術的採用、以及技術的普及有地域性差異，因此台灣廠商對於IoT業務的拓展方向也需要兼顧法規與技術的影響。

Enterprise IoT market 2019–2027



IoT市場在Covid-19疫情影響下持續成長

智慧家庭市場快速成長

在IoT市場的眾多應用領域中，智慧家庭市場的擴展是今年的一大亮點。主要原因是，2020年起因受新冠疫情影響，人們待在家裡的時間變長，對於智慧家庭裝置與系統的了解益深，需求變大，帶動了智慧家庭市場蓬勃發展。市場研究機構Omdia研究指出，2021年全球智慧家庭市場規模為790億美元，預計到2026年將成長至2800億美元，年複合成長率28.8%。以出貨量來看，2021年的全球共出貨了6.24億台智慧家庭裝置，到2026年將增加至190億台^[2]。

在智慧家庭裝置中，2021年全球出貨量最高的是智慧音箱，達1.95億台，其次是照明、插頭/開關以及連網醫療裝置。未來五年成長最快速的產品，將包括具備聯網功能的漏水偵測感應器、家電、插座/開關、空氣品質監控器、以及智慧門鎖等，這些產品從2021到2026年將有超過30%的年複合成長率。

值得注意的是，隨著Matter標準的公布，將會對智慧家庭市場的生態帶來革命性的改變，Omdia認為，2023年支援Matter標準的產品將達到4.24億台，約佔全球出貨量的四成，並在未來數年推動智慧家庭市場的成長^[3]。

現在正是智慧家庭產業加速創新的時刻，Matter標準可使智慧家庭應用變得更人性化，許多品牌業者也紛紛推出創新產品，除了Amazon (Echo智慧音箱和Alexa相關產品)、Google (Nest系列)、Apple (HomeKit平台)、iRobot (Roomba)，或生產IKEA的智慧百葉窗的Fyrtur和Kadrilj等公司之外，還有各種把先進功能整合在一起的新穎裝置，例如具備臉部辨識和視訊分析的智慧門鎖，以及結合雷達感測技術的智慧音箱和自動調溫器等。

IoT對比ICT本質上的差異：以應用與服務為導向

儘管我們以上說明了IoT物聯網市場的創新與成長展望，但在此要特別強調，IoT與ICT資通訊市場在本質上的相異之處。

首先我們應該了解，IoT產業是垂直應用的大市場 (big market)，而不是類似消費性產品的大眾市場 (mass market)。IoT的應用涵蓋金融、教育、工業等垂直專業領域，非常多樣化，而且各個應用市場裡面還有不同的應用場景，造成碎片化的需求，因此不易出現一個共同的應用標準。

因為IoT是以不同的應用與服務為導向，各種使用情境的需求會有極大的差異性。這和台灣熟悉的ICT資通訊產業是以製造為主，追求大量標準化，出貨規格固定，強調規模經濟效益等特性，在本質上並不相同。

以智慧家庭中常見的居家防護應用為例，業者通常是銷售監視攝影機的設備和監視系統，然後透過業者建構的雲端平台來服務市場。客戶可以遠端控制自己住家的攝影機及影像記錄。但現在，已有網路公司改變這種遊戲規則，他們對客戶提供免費的攝影機跟監視系統，但透過各種增值服務來吸引用戶的長期訂閱，這亦充分顯示出IoT應用是以服務，而非硬體銷售為主的特性。

另一方面，雲端運算與人工智慧的成熟發展，將能透過邊緣運算和裝置設計改變IoT市場的遊戲規則，例如智慧音箱的興起，已經改變家庭IoT裝置的使用習慣。AIoT人工智慧物聯網市場的快速興起，是資訊科技、營運技術以及通訊科技三種技術的結合。透過雲端服務的AIoT裝置以及背後的大數據分析，將成為主要的市場推動力量。

在這裡我們可以看到，硬體和軟體的界線逐漸變得模糊。譬如iPhone到底是硬體還是軟體？事實上，它不僅是手機，而是一個整合生態系統的服務，因此，可以融合軟硬體的IC設計在整個IoT產業發展中，將扮演一個非常關鍵的角色。

二、新興Matter標準及其應用情境

什麼是Matter標準？

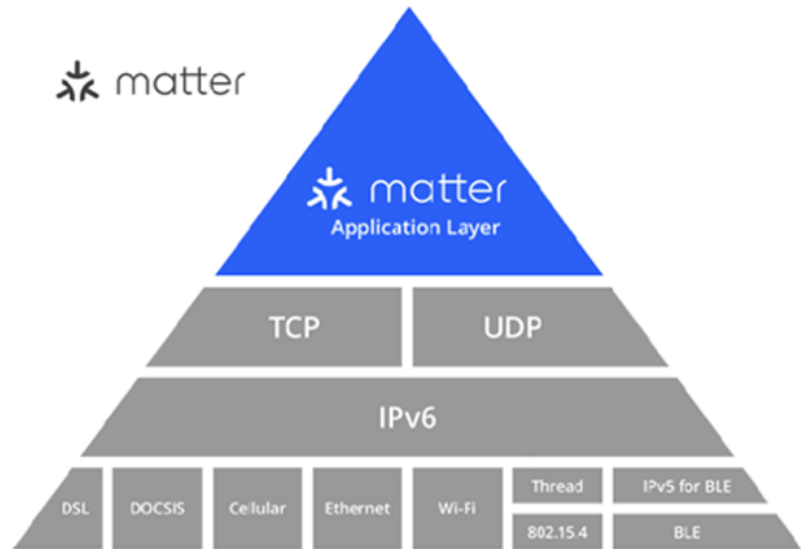
Matter（前身為CHIP計畫）是一個智慧家庭開源標準計畫，由Amazon、Apple、Google、ZigBee聯盟所共同發起，目的是要開發、推廣一項免除專利費的新連線協定，以簡化智慧家庭設備商的開發成本，同時提高產品之間相容性。2021年5月，CHIP更名為Matter，ZigBee聯盟也更名為連接標準聯盟CSA（Connectivity Standards Alliance）。而Matter 1.0版標準，也在2022年10月正式發表，目前全球已有300多名成員代表參與Matter IoT標準。

透過Matter標準，可讓不同的智慧家庭裝置之間，以IP位址作為身份認證互相通訊。最終目的是使功能各不相同的智慧家庭裝置有一套統一的「語言」。之所以要有統一的語言，是因為智慧家庭正由單獨的裝置，朝「全家庭智慧化」方向發展。因此，不同裝置需要協同運作以及統一的管理方式，才能實現真正的自動化。

最新發佈的第一代Matter標準，完全是基於現有的網路技術開發，包括乙太網路、Wi-Fi、Thread以及低功耗藍牙。透過Matter標準，將有助於提供一套標準化的智慧家庭體驗，讓智慧家庭裝置更易於安裝、控制及管理，藉由彼此的互通性，讓智慧家庭應用的使用門檻更低。

Matter的架構如圖所示，它定義了部署在裝置和控制器上的應用層，並支援基於IPv6的網路，以實現裝置互通性。Matter最初的版本將支援用於核心、操作具備藍牙低功耗通信的Wi-Fi和Thread裝置，以簡化裝置設定。

此外，Matter不僅是互連協定，還是一種產品認證。它的logo由三個指向同一中心的箭頭組成，暗示著Apple、Google、Amazon三家的強強聯合。符合Matter標準的智慧家庭產品會將這個logo打在產品包裝，甚至產品機身上。



Matter部署於應用層，並支援基於IPv6的網路

Matter打破平台壁壘，加速新產品開發

Matter設計了一套統一的「設定流程」。用戶透過掃QR碼、NFC、或手動輸入ID代碼等方式，和裝置建立藍牙配對，把新裝置連結到Wi-Fi或Thread網路。此流程和HomeKit裝置註冊的方式很像，簡潔且方便，只不過之前HomeKit裝置用的是Apple的私有通訊協定，而Matter裝置用的是公開的通用協定。

Matter裝置會有一個QR碼及設定碼，用戶可以透過掃QR碼或設定碼，把Matter裝置註冊到不同的平台上。這意味著用戶和家庭成員即便一個用iOS，一個用Android的裝置，也可以共同控制智慧家庭裝置，還可以在不同房間，用不同品牌的智慧音箱控制各種裝置，完全打破了平台間的壁壘。

對用戶來說，這是全新的智慧家庭體驗，流暢又便利，無需再擔心不同品牌產品之間無法互通。對產品開發來說，Matter同樣也有助於加速廠商推出新產品的速度。

Matter規範目前暫時是聚焦於區域網路通訊的協定，廠商一般將其作為元件整合到自有系統中，與其他的區域網路方案共存。其規範目前包含的內容，可解決對設備遠端或者跨網路間通訊的使用需求，以簡化開發流程。Matter重點功用如下：

- Matter透過取代專屬於Amazon Alexa、Apple Siri或 Google Assistant等生態系統的功能來簡化新產品開發人員的工作。
- Matter透過IP鏈路為Thread、Wi-Fi和乙太網路裝置的生命週期事件提供了一個公共層。
- Matter可進行裝置調適、資源供應、裝置配置及服務發現等工作。
- Matter裝置的認證可確保不同製造商之間的互通性。

以下舉例說明 Matter 新裝置連網的使用情境：

Matter 新設備入網使用情境

Thread 邊界路由器連接 Wi-Fi 和 Thread 音響設備



Thread 邊界路由器支持 Matter 協議中的 (a) 雙向連接和 (b) 服務發現功能。

上圖所示是一個採用Thread網路的智慧家庭情境。Thread協議是基於IEEE 802.15.4的網格網路技術，因此Thread網路中的裝置無法直接與Wi-Fi或乙太網裝置通訊。為了使圖中具備Thread的音響裝置與其他家庭網路中的裝置互連，我們需要在家庭網路的拓樸結構中增加一個特殊裝置：Thread邊界路由器 (Border Router)，圖中的智慧音箱可以扮演邊界路由器的角色，同時具備WiFi連接到Home Router及Thread連接到家庭的網格網路。

當消費者新購入這個具備Thread的音響裝置後，只要單純用手機掃描產品上的QR碼，行動電話就會自動透過藍芽取得音響裝置的ID及認證資料，驗證這是一個符合Matter認證過的裝置之後，就會透過WiFi和邊界路由器註冊並自動完成接入認證程序，將這個音響裝置連接到家庭的網格網路。所有的這些程序均於消費者掃碼之後自動完成，減少需要手動輸入資戀的繁瑣過程。

這也是一個典型的Matter協定拓樸結構，能在區域網路中實現裝置的端到端通訊是Matter的關鍵特點之一。它支援裝置跨乙太網路、Wi-Fi和Thread網路進行通訊。因此，在智慧家庭情境中，用戶能夠利用一個Thread Matter開關控制一個Wi-Fi Matter燈泡。同樣地，一個Wi-Fi Matter開關也可以控制一個Thread Matter燈泡，而且這些過程均無需借助手機App、雲端服務或其他特別的操作即可完成。

三、 Arm助力業者加速支援Matter的IoT產品開發

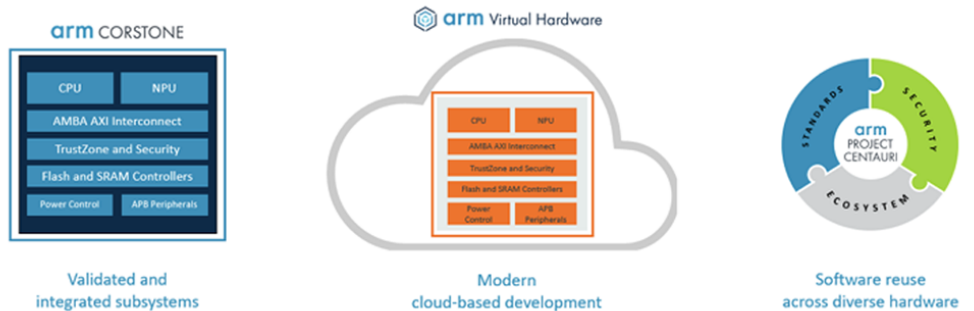
藉由在智慧型手機市場的成功，Arm也將此架構往IoT擴展

回顧IoT市場的發展，可以分為裝置、互連以及智慧三個階段。Arm從為數十億台裝置提供微控制器開始，推動了IoT市場的發展。之後，IoT發展進入互連階段，透過開發包括藍牙、5G等互連技術，把各種裝置連結在一起。現在，進入了「智慧」的新階段，旨在把各種新技術與服務部署到全球基礎架構中的數十億台裝置上，並與雲端連結。

數十年來，Arm一直處於IoT革命的中心，截至去年，有90%的穿戴裝置內建Arm-based SoC，此外，也有高達90%的智慧攝影機是採用 Arm -based SoC。隨著我們邁向新的IoT經濟世代，Arm在推動IoT技術創新方面，扮演了重要角色。為了實現IoT的潛能，我們必須簡化並加速整個價值鏈的開發。對此，Arm已於2021年底推出業界首創的Arm物聯網全面解決方案 (Arm Total Solutions for IoT)。

Arm物聯網全面解決方案

通過預先整合、預先驗證的硬體子系統加上現代的軟體開發流程，Arm物聯網全面解決方案使其生態系統能夠加快上市時間，降低投資成本，並專注於真正重要的事情－創新和差異化。



Arm 物聯網全面解決方案 是由三個重要支柱所組成：Arm Corstone、Arm虛擬硬體 (Arm Virtual Hardware)、以及 Project Centauri，現分述如下：

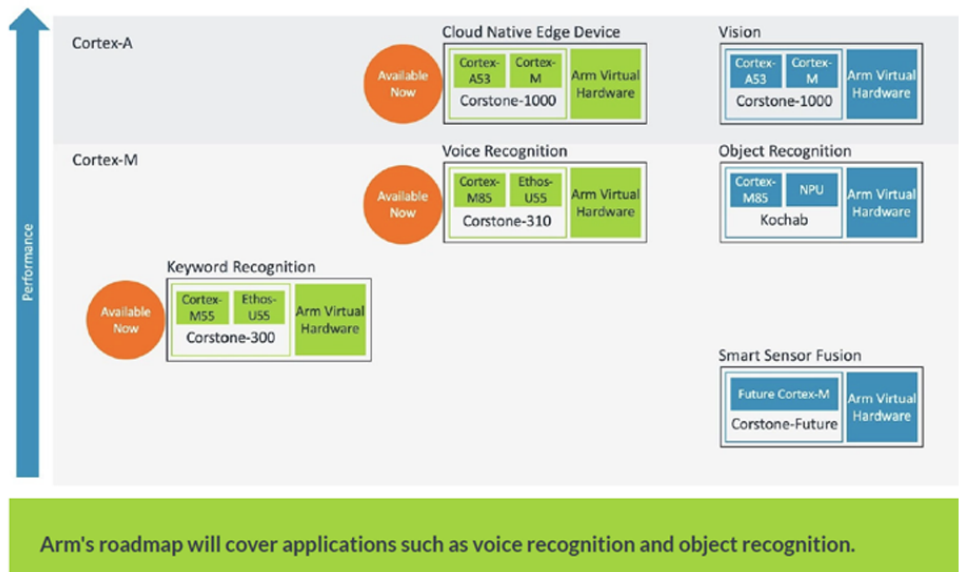
• Arm Corstone: 整合、且通過驗證的子系統

為了加速IoT晶片的開發週期，Arm把開發一顆成功、安全IoT SoC所需的技術預先整合在一起，Arm Corstone便是秉持此概念所設計，可協助業者透過正確的架構選擇以及通過驗證的子系統，更快、更安全地構建 SoC。

每一款Corstone都有已針對特定應用進行了最佳化設計，以第一代Arm物聯網全面解決方案Corstone-300為例，它結合了具人工智慧功能的Cortex-M處理器Cortex-M55，以及可設定、高效率的NPU Ethos-U55。此方案鎖定關鍵字辨識應用，開發人員可選用此配置，輕鬆地將其應用在其特定的工作負載上。同時，還能透過雲端立即取得，進行測試。

Arm將持續推出最新的IoT解決方案。近來，又新增了兩款方案，分別為語音辨識用的Corstone 310，以及雲端原生邊緣裝置用的Corstone-1000。

展望未來，Arm將繼續支援越來越多的應用，例如視覺和物體識別。透過Arm物聯網全面解決方案，使產品能達到一個關鍵的平衡：為一個完整的解決方案提供所有基本要素，同時保持足夠的自由度和靈活性，讓開發人員發揮創造力。



Arm將持續擴展Corstone產品線，涵蓋視覺、物件辨識以及智慧感測器融合等應用

· Arm虛擬硬體：實現軟硬體協同設計，加速產品上市時程

一直以來，IoT應用程式的開發都必須等到硬體平台就緒才能開始，這限制了產品開發的靈活性與可擴展性。

Arm虛擬硬體是為了解決此問題所開發的，它是Arm建模技術的進化，提供Arm架構系統單晶片 (SoC) 的功能模型，讓應用程式開發人員在晶片和硬體推出之前及之後都能打造和測試軟體。它是個簡單的雲端應用程式，用來進行處理器和週邊裝置的模擬，省去建置和設定開發板以進行軟體測試的複雜性。並使用持續整合/持續開發 (CI/CD)、DevOps 與 MLOps 工作流程等靈活的現代軟體開發實務。

透過採用Arm虛擬硬體，不管是晶片業者、或OEM/ODM製造商，都能更有信心地開發軟體，以成熟、準確的指令和可擴充的建模引擎，實現以現代軟體開發物聯網和終端AI應用的最佳實務範例。此外，由於能夠輕鬆在雲端執行及擴充CI基礎設施，可在幾秒內就啟動數千個虛擬開發板，以實現最大的擴充能力。

第一個Arm虛擬硬體是基於Cortex-M55的Corstone-300虛擬平台。它是架構在Amazon機器映像上 (Amazon Machine Image · AMI)。包括Amazon和Oracle等重要合作夥伴已經在使用虛擬硬體來支援軟體開發，無需等待真正的晶片被製造出來，開發人員便能直接為物聯網裝置編寫軟體。

自Arm虛擬硬體推出以來，已有數百名開發人員使用此技術，並獲得了非常正面的回應。雲端軟體服務供應商喜歡它，因為允許他們在雲端實現規模化虛擬佈建，產品設計師也喜歡它，因為可加速開發時程與降低購買昂貴的實體裝置和維護成本。

New Developments for Arm Virtual Hardware

Addressing the needs of existing devices, hardware and projects



儘管如此，Arm仍持續強化虛擬硬體的功能，以滿足業界對此技術的進一步需求。最近，Arm發布了虛擬硬體的三項主要功能增強：

首先，開發人員喜歡在硬體可用之前就可以先編寫軟體 — 他們也希望在已經佈建的數十億物聯網裝置中擴展與佈建他們的軟體。

其次，開發人員喜歡AMI讓他們可以將Arm虛擬硬體整合到開發流程中 — 但他們也希望盡量不要改變他們的研發流程，並且將Arm虛擬硬體直接整合到現有的工具和服務中。

在工具方面，Arm正在整個生態系統中積極展開工作，將Arm虛擬硬體直接整合到廣泛的服務和工具中。這包括把更工具整合在GitHub的自定義執行器到。Arm將Arm虛擬硬體也整合到Keil MDK中，整合後直接變成嵌入式開發工作流程中自然組成的一部分。

最後，由於Arm認為僅支援基於Corstone-300子系統的單一模型是不夠的，希望能支援更廣泛的虛擬裝置與真實的硬體。而令人興奮的是 — Arm虛擬硬體現在已能支援更廣泛的裝置類型，包括M0、M0+、M3、M4、M7、M23與M33在內的Cortex-M產品，支援的平台也已擴展至Corstone-310與Corstone-1000。這不僅包括用於那些新的Corstone設計和所有這些Cortex-M產品的虛擬硬體目標，還包括Arm合作夥伴對第三方裝置的Arm虛擬硬體支援。目前推出的首批測試版裝置包括來自Arm重要的MCU合作夥伴NXP和ST Micro的開發板，以及一個虛擬樹莓派開發板。除此之外，該團隊正在積極努力從整個生態系統中添加額外的第三方裝置。

透過把Arm虛擬硬體擴展到第三方裝置，將其整合到主流的工具和服務中，Arm正在極大地擴展Arm虛擬硬體庫尤其是Cortex-M系列的模型，並使軟體開發人員能夠輕鬆擴展物聯網開發和測試數十億種不同的裝置。

• Project Centauri：為標準化的物聯網奠立基礎

IoT的快速成長與大規模部署，有賴於建立開發的共同標準。為了因應IoT市場的碎片化與多樣化挑戰，Arm正與合作夥伴建立產業計畫，以大幅加快IoT的開發以及從終端裝置到雲端的部署。

Project Centauri 便是以此理念為基礎，期望把Arm豐富的Cortex-M軟體，以及基於單一微控制器（MCU）軟體策略之下的互補軟體整合在一起，推動Arm Cortex-M生態系統的標準化與規模化。透過標準性、安全性和生態系統的完美結合，以實現軟體的重新再利用。

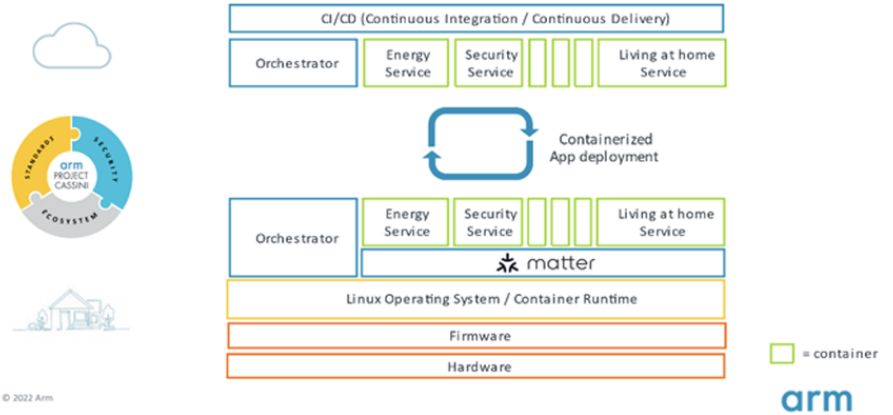
Project Centauri 包含三個重要項目：

- Open-CMSIS-Pack是一種通用的格式，可以用於任何開發環境中使用，並且將軟體包裹並交付給已支援該標準的9,500個MCU和450個開發板。而且Arm持續增加支援，例如最近在CMSIS-Pack的軟體列表中添加了一些最流行的即時作業系統FreeRTOS和TencentOS等。
- Open-CMSIS-CDI是一個社群貢獻的項目，託管在Linaro中，它為Cortex-M生態系統定義了一個通用裝置介面可以與雲端溝通。在過去的幾個月裡，Arm有八個合作夥伴參與，包括晶片、cloud services和OEM廠商參與其中。
- Open IoT-SDK是一種軟體框架，能夠讓產品以可擴張、一致性的方式建置，提供一個參考實作，讓開發人員和我們的合作夥伴能直接使用。開發人員可獲得參考實作的各個組件，並使用Arm工具（例如Keil Studio或支援的第三方工具）進行部署。

• Project Cassini

Matter + Cassini: Smart Home-as-a-Service Platform

Containers enable workload mobility from cloud to Smart Home Services Node



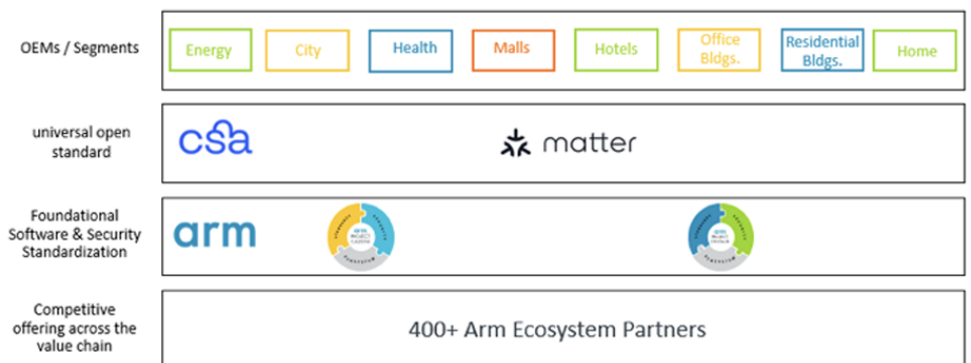
23 Confidential © 2022 Arm

Project Cassini 是一項開放、協作、基於標準的計劃，目的是為搭載 Arm Cortex-A 的裝置，提供無縫的雲端原生軟體使用體驗。物聯網和基礎建設邊緣解決方案的開發人員，現在可透過 Arm SystemReady 和 PSA 認證的晶片、開發板以及來自 Arm 生態系統的 OS Linux 支援，取得 Cassini 的強大功能。

Arm 正與許多領域的創新夥伴合作，包括低程式碼或無程式碼開發、MLOps 和雲端服務，以促進整個物聯網生態系的大幅改變。我們致力於提供一套標準組件，讓應用程式商能建構，並讓第三方工具商能廣泛採用，藉此實現創新，促進整體生態系的成功。

Arm 對 Matter 標準及其安全性的全力支持

Arm's Aligned and Complimentary on Matter



2022年10月，連接標準聯盟（CSA）發布Matter 1.0規範和SDK。根據此版本，任何採用Arm-based SoC開發產品的業者都可以生產和銷售家庭自動化服務。Matter協定和Arm標準（例如PSA Certified、Project Cassini和Project Centauri）的結合，可消弭不同供應商裝置的碎片化。隨著遵循 Matter 標準的產品問世，意味著競逐Matter市場的比賽已經開始。預計未來幾年，市場上出現數十億台符合Matter標準的裝置。

目前在IoT市場中，Arm-based裝置的數量是驚人的。2021年，Arm的客戶共出貨了超過290億顆Arm-based晶片，其中有約70%是專為IoT和嵌入式市場設計的。現在，正處於IoT市場規模化發展的轉捩點，透過業界合作來推動IoT解決方案的快速擴展是非常重要的。而Matter標準的制定，便是展現協同合作以擴大市場的絕佳範例。

Matter標準底定後，現在業界最重要的議題是如何盡快開始Matter產品開發。Arm正在與連接標準聯盟（CSA）密切合作，以確保Arm生態系統已準備好支援OEM和其他產品開發人員能夠快速建置相關產品。

除了透過Arm廣泛的生態系統支援以及物聯網全面解決方案來加速Matter產品開發之外，安全性亦是另一個非常重要的設計考量，對此Arm也提供了完備的技術方案。

• PSA Certified與Matter安全標準的接軌

首先是PSA Certified。隨著每天數十億個物聯網裝置的使用，現今安全性比以往都更加重要。為了確保從晶片到雲端的安全性，Arm於2017年首次提出物聯網安全性框架的概念，也是PSA Certified的共同創辦單位。

PSA Certified是一項框架及獨立的第三方評估方案，用來建立適當的裝置安全性等級，透過提供以一系列安全性目標建立的框架來保護連網裝置安全，包括安全開機、安全更新及加密服務。現在，PSA Certified已擴展成為全球成長最快速及最被看重的安全性生態系之一，有助於解決現今安全標準的混亂與碎片化，協助業者加速產品的上市時程。

PSA Certified現已成為嵌入式安全性的業界標準，透過由第三方獨立機構進行認證，可提高客戶的信心。根據2022年PSA Certified安全報告指出，隨著IoT的廣泛部署，現在安全性已成為IoT策略的首要考量，不管對製造商或消費者來說皆是如此。為了確保安全性，具備信任根（RoT）的可信任元件，已成為建構IoT安全性的基石。透過採用RoT，IoT生態系統將能邁出安全IoT的第一步。


隨著業界正邁向IoT安全性的轉捩點，我們預期，業界對於RoT的依賴將快速成長，同時生態系統也將尋求在價值鏈的所有階段中建立信任度。因此，針對IoT安全性的建構，RoT將扮演重要角色。

透過把RoT內建於晶片中，使其包含所有關鍵的安全功能，將成為各領域的許多標準、合規性和法規所不可或缺的，而且也將是建構裝置安全性的起點。特別是，RoT是處理器的一部分，所有的安全運算都在其中執行，使其成為可信任元件－IoT 安全性便是建立在此基礎之上。

PSA Certified要求硬體的RoT，以為裝置安全性提供強韌的基礎。目前，業界有多種IoT標準，包括NIST 8259A、EN 303 645、IoXT，以及新的Matter安全標準。PSA Certified可與NIST 8259A、EN 303 645以及PSA Security Model接軌。此外，在新的PSA Certified Level 1 v2.2中，增加了涵蓋Matter v1.0安全性需求的對應。Arm將與Matter PSWG指導委員會合作，持續推動兩項技術的接軌。

• Armv8-M TrustZone

TrustZone技術是ARMv8-M架構的一部分。在支援TrustZone的系統中，軟體可被區分為安全軟體與非安全軟體兩大類。安全軟體是在安全位址空間中執行，並能存取安全與非安全位址。一般而言，安全軟體含有多種元件，這些元件對裝置的安全至關重要，包括安全開機、裝置供裝、譯密函式庫、韌體更新等方面。處理器在運行安全軟體時即處於安全狀態。而非安全軟體是在非安全位址空間中執行，且僅能存取非安全位址。大多數程式碼通常是在非安全狀態中執行。當處理器在執行非安全軟體時即處於非安全狀態。



而適用於Arm Cortex-M處理器的TrustZone技術，可將關鍵的安全性韌體、資產與隱私資訊，與應用程式的其餘部分隔離開來，降低受到攻擊的可能性。對於依據平台安全架構（PSA）準則建立裝置的信任根，提供一個絕佳的起點，並為各種IoT應用提供健全的保護力。

根據Matter標準，裝置製造商可依據其裝置使用案例的風險與威脅分析，自行選擇適當的平台安全性，只要不影響Matter裝置的易用性和功能即可。因此，裝置製造商可針對成本、安全服務和抗攻擊強韌性等考量，選擇最符合其需求的平台，以便能在所選平台提供的安全服務基礎上，專注於其特定應用層的開發。因此，基於此設計準則，業者可利用Arm提供的完備安全技術方案，來開發符合Matter安全標準要求的產品。

四、從RF接收器到IoT無線SoC晶片 - 宏觀微電子運用Arm解決方案開發新產品

宏觀微電子(Rafael Micro)簡介

成立於2006年的宏觀微電子，是一家總部位於新竹的IC設計公司，並已於2016年公開發行。該公司成立之初專門研究電視和衛星調諧器IC組件，現已是全球前三大矽晶調諧晶片供應商，也是台灣IC設計業者中唯一可提供電視機與機上盒訊號接收射頻晶片的解決方案供應商。

在電視和衛星接收器市場，宏觀微擁有堅強的技術實力與市場實績 — 它是亞洲第一的TV RF及矽晶調諧器供應商，全球市佔率超過30%；它是亞洲第一的機上盒RF IC供應商，調諧器市佔率超過30%，此外，它也是領先全球的衛星廣播 IC 接收器供應商，多通道LNB IC市佔率超過50%。

以此寬頻RF核心技術為基礎，宏觀微除了持續發展寬頻RF接收晶片、衛星接收晶片、高速光通訊晶片之外，有鑑於近年IoT市場的興起，憑藉其在RF電路開發方面的強大能力，宏觀微也積極開發IoT RF晶片，專注於無線子系統市場，已可提供支援各種規格的藍牙低功耗/Zigbee/Thread和Sub-G組合的多協議RF收發器解決方案。

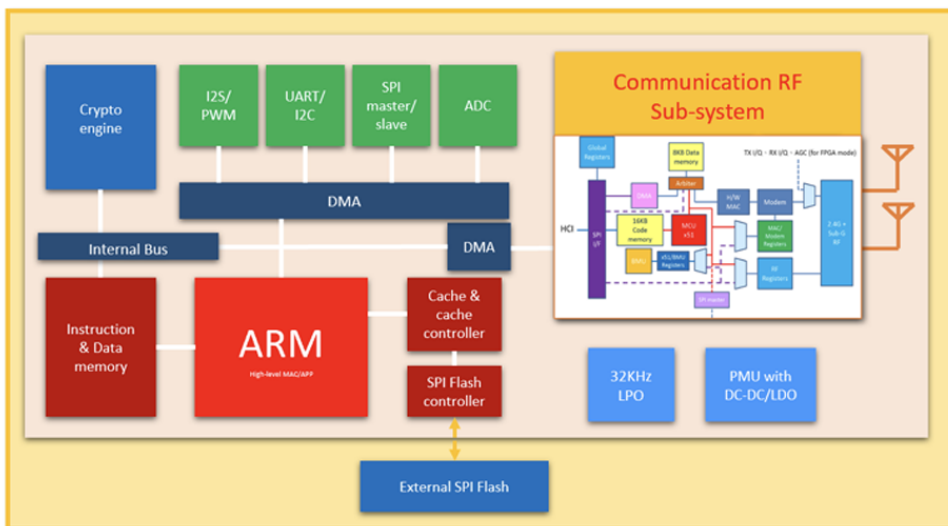
隨著其IoT RF晶片的市場採用度漸高，宏觀微發現，世界各地的許多MCU供應商都將其RF收發器KGD IP納入其MCU中，以打造成無線SoC。由於通訊韌體是在MCU執行的，因此KGD很小，深具成本競爭力。

從系統角度來看，其既有的RF收發器KGD確實可視為IP，來加速與簡化設計投入與流程。為了爭取更多的商機與成長機會，宏觀微決定自行開發無線SoC，擴展其原有IoT RF晶片的技術領域，從RF無線電設計、混合訊號、演算法、韌體、應用/測試軟體，延伸至SoC的系統工程。

Arm與宏觀微合作，開發支援 Matter的IoT無線SoC

下圖是宏觀微建構的通用型低功耗無線IoT SoC平台架構，由無線電RF子系統、MCU、記憶體、電源管理以及IO和周邊元件，及其他混合訊號單元（如ADC）所組成。此平台可視為其既有IoT RF IP與MCU IP的整合與擴展，因此MCU IP的選用便成為此新產品開發是否成功的重要關鍵。

此平台的另一個特色是，為了靈活擴展程式碼大小，透過標準的串列SPI介面將外部快閃記憶體封裝整合到系統中。此外部快閃記憶體可以是KGD或IC組件，為了加速其與SoC之間的數據傳輸速率，特別選用了Quad SPI (QSPI) 來增加頻寬，並可直接在具有內建執行 (XIP) 功能的快閃記憶體內部執行程式。



建構通用型低功耗IoT無線SoC平台


由於這是IoT用的低功耗無線SoC，因此電源管理方案至關重要。在此平台中，需要正確的電源管理單元（PMU）邏輯。宏觀微設計了LDO和DC/DC以與PMU配合使用，具體取決於功率預算。在許多電池電源應用中，待機電源或睡眠模式對於延長電池壽命的良好管理扮演了重要角色。

使用Arm Cortex-M系列MCU架構之優勢

在為此IoT無線SoC平台選用MCU IP時，初期宏觀微曾評估過不同的技術方案，最後決定轉向採用Arm Cortex-M系列 IP，不僅因為它非常易於構建SoC平台骨幹，而且在整個開發過程中，Arm提供的IoT開發解決方案、完整開發環境、軟體生態系統、平台安全架構等各種技術，加上在地可即時技術支援的能力，能節省大量的人力資源和驗證工作，使宏觀微能在極短時間完成產品開發，在Matter標準底定之初便能推出新產品，顯著提升其競爭優勢。

Arm Cortex-M系列是Arm架構處理器核心中階系列的統稱，是專為低成本、高能源效率的微處理器而優化設計，具有完善的開發環境與技術支援、最高的效能功耗比，同時軟體編譯過的代碼也很小，可以減少SoC系統對於記憶體的需求，進而節省功耗。

宏觀微針對此IoT SoC平台開發的第一款產品是採用台積電(TSMC)超低功耗CMOS ULP製程，整合了Arm Cortex-M3核心和256KB SRAM的雙天線無線SoC。透過與Arm的密切合作，使其能在短短16個月內實現從樣品到測試認證並開始量產，而且與先前採用的其他核心架構相比，晶片尺寸縮小20%，功耗減少10%。



採用Arm解決方案的另一項重要因素是，它可解決Matter標準的安全需求。隨著智慧家庭應用的起飛，安全性已成為設計的重要考量。但目前各家智慧家庭平台都有自己的安全和認證方式，導致開發複雜，同時消費者也有部署上的風險。對此，Matter專注於提供裝置身分認證及韌體安全性，所有裝置均須完成安全認證，而裝置擁有者須提供裝置密碼以判斷是否通過認證。

採用Arm Cortex核心，可將密鑰及核心軟體可儲存於Arm TrustZone區域內，以隔絕外界所有的竊取管道，確保密鑰及資料的安全。此外，Arm可確保開發環境與軟體更新，並有完整的資源可支援全產業鏈的Matter應用開發。

宏觀微電子總經理李耿民表示：「非常高興透過使用Arm Cortex-M IP開發出效能突出的SoC產品，利用此設計方式，使我們可以用有限的資源並能減少設計時間。大多數人可能無法想像設計出能真正投入量產的無線SoC的複雜性！設計過程中除了需要運用長期累積的深厚經驗和RF專業知識外，無線SoC的測試和驗證更是整個設計過程中最困難的部分。射頻效能、功率分佈、通訊可靠性、錯誤率和抗擾性、FCC認證、合規性、相容性和生產測試都是需要注意的重要事項。軟體開發也是另一項主要工作。宏觀微電子是一家高技術力的公司，我們將寶貴的資源放在可以產生最高技術價值的地方，藉由Arm為我們提供的協助，我們相信，縮短上市時間及卓越的效能將可為系統廠商等客戶帶來滿意的收益與回報。」

宏觀微的雙頻段、多協議無線SoC

針對IoT應用，宏觀微發揮其無線RF晶片的技術優勢，已開發出多款獨具特色的雙頻段，及支援多協議演算法的產品。

以日前發佈的RT58X系列IoT無線網路SoC為例，這是一系列內建Arm Cortex-M3核心，具有單/雙頻（2.4GHz/Sub-GHz）RF和嵌入式多協議IEEE802.15.1/IEEE 802.15.4 MAC的創新產品，適用於Matter應用，支援藍牙低功耗（Bluetooth LE[®]）、Zigbee[®]、Thread和Wi-SUN[®]等協議。

RT58X的獨特架構使其能在2.4G和/或Sub-GHz射頻同時運行，並執行不同的通訊協議。一個典型的應用是使用藍牙和手機連接，同時控制和管理透過基於Sub-GHz網狀網路連接的IoT設備，例如居家安全網路等。

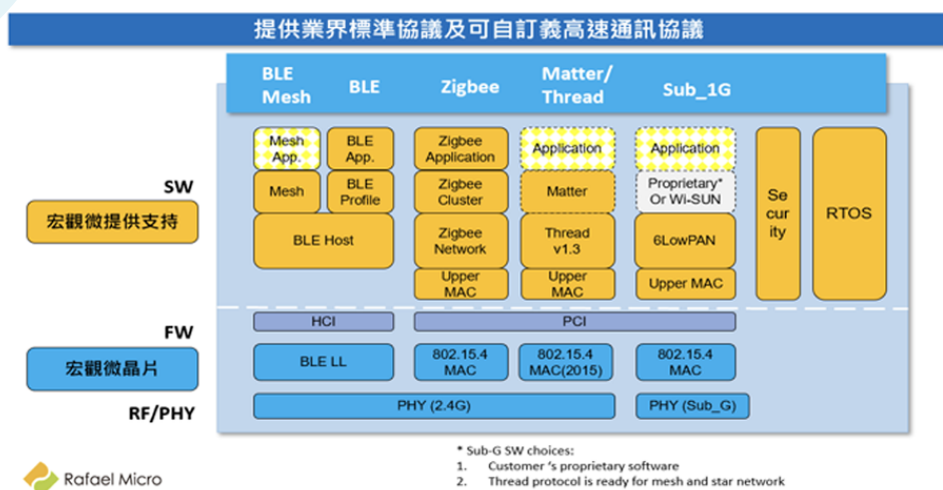
此外，RT58X的超低功耗可提供出色的電池使用壽命，允許使用電池運行。不同的RF協議命令儲存在ROM或RAM中，確保超低功耗和應用的靈活性。

宏觀微提供全系列Matter佈建與聯網晶片

	RT568	RT569M	RT581	RT582	RT583
Description	Bluetooth LE 5.0 2.4GHz RF Transceiver	Multi-protocol 2.4GHz RF Transceiver	Multi-Protocol Dual Band RF SOC	Multi-Protocol 2.4GHz RF SOC	Matter on Thread 2.4GHz RF SOC
Form Factor	KGD, QFN20	KGD, QFN4x4-32	QFN 6x6-52	QFN 5x5-40	QFN5x5-40
Dimension	3 mm x 3 mm	4 mm x 4 mm	6 mm x 6 mm	5 mm x 5 mm	5 mm x 5 mm
MCU	-	-	ARM Cortex M3	ARM Cortex M3	ARM Cortex M3
Frequency Band	2.4GHz	2.4GHz	2.4GHz Sub-GHz	2.4GHz	2.4GHz
Protocol	BLE 5.0	BLE 5 PHY	IEEE802.15.4, BLE 5.3 Zigbee 3.0	BLE 5.3 Zigbee 3.0	Matter 1.0 BLE 5.3 Thread 1.3
Standard		Proprietary			
TX Power	+10dBm (2.4GHz)	+10dBm (2.4GHz)	+20 dBm (Sub-GHz) +10 dBm (2.4GHz)	+10dBm (2.4GHz)	+10dBm (2.4GHz)
Sub-GHz Sensitivity	-	-	-109dBm @ 50Kbps -118dBm @ 6.25Kbps	-	-
Sensitivity	-95dBm @ 1Mbps	-95dBm @ 1Mbps -88dBm @ 4Mbps	-104dBm @ 125Kbps (BLE) -100dBm (Zigbee)	-104dBm @ 125Kbps (BLE) -100dBm (Zigbee)	-104dBm @ 125Kbps (BLE) -100dBm (Thread)
Modulation	GFSK	GFSK	OQPSK GFSK/ MR - FSK	GFSK OQPSK	GFSK OQPSK
Data Rate	2Mbps (BLE)	4Mbps (Proprietary) 2Mbps (BLE)	300Kbps (Sub-GHz) 2Mbps (BLE)	125K/500K/1M/2Mbps (BLE)	125K/500K/1M/2Mbps (BLE) 250Kbps (Thread)
RX current*	10 mA	12 mA	11 mA (2.4G) 13.5 (Sub-GHz)	11 mA	11 mA
TX current*	10mA @ 0dBm 14mA @ 4dBm 20mA @ 4dBm	10mA @ 0dBm 18mA @ 10dBm	15mA @ 0dBm 17mA @ 4dBm 25mA @ 10dBm 90mA @ 20dBm	15mA @ 0dBm 17mA @ 4dBm 25mA @ 10dBm	15mA @ 0dBm 17mA @ 4dBm 25mA @ 10dBm
Sleep Current*	0.6µA	3µA	5.2µA	5.2µA	5.2µA
Deep Sleep Current*	0.3µA	0.8µA	1.5µA	1.5µA	1.5µA
Operating Voltage	1.8 V ~ 3.6 V	1.8 V ~ 3.6 V	1.8 V ~ 3.6 V	1.8 V ~ 3.6 V	1.8 V ~ 3.6 V

宏觀微全系列無線IoT晶片產品的另一項特點是，其晶片軟/硬體均已完成完整的標準認證，包括Zigbee 3.0、BLE 5.3、BLE SIG Mesh、以及Thread 1.3。如下圖所示，在宏觀微開發的「雙頻段、多協議IoT平台」中，底層是宏觀微提供的RF SoC晶片，黃色的軟體部分則是宏觀微提供給系統客戶的軟體協議。透過提供業界標準協議及可自訂的高速通訊協議，能協助客戶縮短新產品開發時程，爭取上市時間。

支持完整IoT協議可加速系統開發



在宏觀微提供軟體支援中，Arm Project Centauri提供的豐富軟體資源以及安全性技術也扮演了重要角色，協助宏觀微能夠在最短時間內，實現從射頻子系統到完整系統單晶片的開發，以建構更完備的系統解決方案。

五、結論

AI與IoT大趨勢匯流形成「智慧物聯網」(AIoT)，掀起全球產業革命，已為台灣產業帶來新的成長機會。台灣擁有成熟的ICT產業基礎，對於IoT所需的各種通訊技術，包括WiFi、Bluetooth LE、ZigBee、Wi-SUN、LoRa、SigFox、LPWAN等的技術人才與上下游產業鏈完整，應發揮台灣產業獨具的靈活性和彈性，因應少量多樣的IoT特定應用，針對不同市場做出調整，提供具差異化的解決方案。

為了掌握IoT及Matter應用商機，在本文中，我們說明了宏觀微以其射頻技術為基礎，透過採用Arm提供的Cortex-M IP以及完備的IoT解決方案，跨足系統級晶片開發，推出新款無線IoT SoC的案例，這是結合兩家公司優勢，拓展最新Matter市場的成功案例。

這也展現出，Arm的技術方案能夠協助國內像宏觀微這樣具有實力的中小型IC設計業者，加速新產品的開發與創新，以因應市場的演進與改變，並獲得豐富的生態系統支援。

基於RT581系列產品的成功經驗，宏觀微也已制定了未來的產品藍圖，將進一步導入Arm v8-M架構來開發下一代新產品，將其晶片的安全技術升級至硬體式安全，以建構更安全、更高效能的無線IoT SoC產品組合。

請造訪下列網頁協助您開發安全高效率的物聯網產品：

- **Arm 物聯網全面解決方案**
- **Arm Project Centauri**
- **Arm Project Cassini**

參考資料：

1. <https://iot-analytics.com/iot-market-size/>
2. <https://omdia.tech.informa.com/pr/2022-aug/omdia-global-installed-base-of-smart-home-devices-exceeds-2bn-devices-in-2022>
3. <https://omdia.tech.informa.com/blogs/2022/the-serious-side-of-the-smart-home-market>
4. IoT Arm Total Solutions for IoT Starter's Guide 2022
5. <https://www.arm.com/zh-TW/architecture/psa-certified>
6. <https://community.arm.com/arm-community-blogs/b/internet-of-things-blog/posts/build-a-matter-home-automation-service-using-raspberry-pi-arm-virtual-hardware-and-python>
7. <https://community.arm.com/arm-community-blogs/b/internet-of-things-blog/posts/getting-started-with-matter-using-arm-virtual-hardware>
8. PSA Certified 2022 Security Report
9. Matter Security and Privacy Fundamentals March 2022
10. <https://developer.arm.com/documentation/100690/0201/Arm-TrustZone-technology>
11. <https://www.2cm.com.tw/2cm/zh-tw/tech/045B598E382B46DD9F4A453EF2F1936F>