

106 年智慧系統與晶片產業發展策略會議

2017-07-11 議題 3：智慧系統與晶片技術

內容

開幕致詞	3
主持人 經濟部 李世光部長	3
官產學研代表引言	4
技術處 羅達生代處長	4
力旺電子 徐清祥董事長	7
微軟亞洲研究院 潘天佑副院長	9
清華大學 吳誠文教授	11
工研院 關志克所長	13
綜合討論	17
發言人一 聯發科 梁先生	17
發言人二 〇〇半導體 魏先生	17
發言人三 精星科技 林〇〇	18
發言人四 台灣創意工廠 何〇〇	18
引言人 吳誠文教授	19
引言人 徐清祥董事長：	19
引言人 潘天佑副院長	20
引言人 關志克所長	20
引言人 羅達生代處長	21
發言人五	22
發言人六	22

時 間：上午 10:00-12:00

主持人：李世光部長

【開始記錄】

司儀：

各位長官、產業先進、各位媒體朋友大家早安，歡迎參與由行政院科技會報辦公室主辦的智慧系統與晶片產業發展策略會議，今天是會議第二天，昨天的會議也非常圓滿，創造產官學界更多的互動跟交流，希望今天在產政學研各界溝通討論下，共通訂定我國未來的策略。

智慧系統與晶片產業發展策略會議正式開始，我們邀請到第一場會議的主持人，經濟部李世光部長，首先熱情掌聲有請李部長上台。

開幕致詞

主持人 經濟部 李世光部長

今天沒有檯子了。大家早安。就像我們昨天的會議當中所談的，我們在推動 AI 的時候，軟硬體的技術其實都是重要的，而且也提到說我們必須從應用端回過來看，到底我們整體硬體技術是否能有利基點。我們也從昨天各種討論中看到，我們看到 AI 會無所不在，我們的資通訊產業供應鏈當然是完整的，這是我們現在的利基。可是我們也是全球整體來看，資通訊產業服務開發的重鎮，過去累積的研發能量使得我們在智慧系統跟晶片技術這領域，能夠嘗試持續著持續推動軟硬整合，有機會嘗試讓台灣成為全球 AI 創新的研發樞紐。

這一場從另外一個角度看，智慧系統的晶片技術，我們推動智慧系統、我們推動晶片技術，希望能夠嘗試讓我們在這一段裡面有新的產業、新的體驗，新的應用跟新的成品發展。但我們到底應該嘗試聚焦在哪些領域？我們常說我們的規劃就是把全世界重要的趨勢放在一起，以台灣這樣的國家絕對做不到。昨天多位先進都說我們必須聚焦，這些聚焦是應該怎麼做？昨天的先進很多業者都提出這件事情，怎麼真正把在地優勢，台灣的 data、台灣的資料差異、國際的開源社群等等，能夠讓我們推動產業具有真正優勢的 AI 系統，及早布局。

這一場邀請產政學研從不同的角度嘗試探討台灣在智慧系統跟晶片技術發展的方向及策略，跟大家一起討論，嘗試凝聚共識，接著邀請的引言人有業界的徐清祥董事長－力旺電子、潘先祐潘副院長－微軟的亞洲研究院、學界的吳誠文教授－清華大學、法人的關志克所長－工研院的資工所、還有我們政府的羅達生代理處長－經濟部技術處。等等先邀請我們羅達生代處長，從政府角度看看，整體產業角度的說明，看看智慧系統跟晶片技術發展的願景跟目標，達成這目標的策略跟具體的措施，目前怎麼看這件事情？最終可以預見的措施，先邀請羅處長，謝謝。

官產學研代表引言

技術處 羅達生代處長

部長、今天與會的先進，接著今天討論三天行程的第三個議題，智慧系統與晶片技術的部份。這是我今天的簡報大綱，請參考。首先看看，討論這議題，先看幾個國際趨勢，為各位分享。

趨勢分析

第一個趨勢，其實智慧系統的發展一直由資料量、演算法、運算能力所驅動，早期的專家系統一直演變到現在的機器學習，現在機器學習已經可以自動做資料特徵擷取、相關深度學習，預期未來隨著資料量跟運算能力的提升、演算法識別能力的提升，這趨勢會爆發性成長。伴隨著越來越多的成功案例，IBM Watson 在精準判斷罕見白內障這些，不斷地這些成功案例出來，搭配許多開放式的，像是 Kaggle 這樣的開放式平台應運而生，整個環境愈趨成熟，智慧系統發展一日千里，值得期待。

另外一個趨勢，是從網路發展趨勢來看，網路發展從過去的 mainframe 甚至到 PC、intranet 的時代，一直到網際網路時代、行動網路興起，一直到最近幾年物聯網發展，這樣的發展趨勢下，隨著人工智慧的接手，整個物聯網變成感知型的物聯網系統。這樣感知的結合會把更多新的智慧體驗開啟出來，帶動更多的新產業生態性應用出來，這是網路時代帶動，跟 AI 結合看到的趨勢。

再來一個趨勢是，事實上很多智慧系統應用，其實不僅在商業發展，比方說耳熟能詳的智慧商務、智慧製造，我們也把很多智慧系統應用在環境變遷，極端氣候的因應，我們開發出許多這樣智慧節能、水資源管理跟智慧農業，以及像是防災，救災防疫的系統，比如說無人機的救災，載具的救災或者是智慧的防疫，災情預防等等。另外在社會轉型，面對高齡少子，有許多新藥的開發，醫學影像的輔助診斷，面對全球化、都市化之下，許多智慧系統應用在智慧城市、智慧城鄉運輸等等。

這樣的智慧系統不僅帶動新型態產業發展，也協助解決我們面臨環境變遷跟社會議題的轉銜上。

另外一個趨勢就是整個新創事業的發展，從左上角的表格看得出來，整個新創在募資發展相當爆炸性，從 2011 年到最近五年，將近十倍的發展，現在募資，去年有 23 億美元。另外左下角看出併購狀況，國際大廠對新創 AI 公司併購狀況，去年高達 34 家，今年上半年就有 24 家。可以看出 AI 帶動新創事業發展，間接創造新經濟的蓬勃發展。同時另一個訊息是，既然這麼多國際大廠都在併購 AI，表示他們的根基還未深，是我們切入的適當時機。

另一個趨勢是，智慧系統本身具有的精準的辨識率、更準確的預測能力、更快速的學習能力，這樣的智慧系統趨勢下，我們對於市場格局的觀察也改變，使我們對於市場可以從現在連接未來，從已知開脫到未知，這樣的市場格局使我們可以發展許多新的體驗、應用與產品。這種新的體驗我們可以從定義未來的服務場域來創造新的經濟，甚至改變產品構想的方式。這種東西結合 AI 行業的應用，事實上會全面改變生活上的型態。

國際案例

舉幾個國際大廠的例子做整理，比如說 GOOGLE 布局自駕車有相當高深的智慧系統技術，巨量資料上，GOOGLE 有六十輛車在跑，每一輛每一秒產生的數據高達 750MB，這是相當大的數據產生數量，每 0.1 秒做出道路駕駛路線跟調整行駛速度的判斷，有強大的運算能力在後面支撐。這樣的智慧系統，GOOGLE 不僅布置在自駕車，同時衍生出許多應用產生，例如家庭 Google home、Google AI 在醫學上的

應用、Google Assistant、Google for job、Google email。比較有趣的 Google Lens，他取代關鍵字搜尋，只要針對那個圖片照一張相就可以把圖像資訊萃取出來，例如演唱會可以萃取出它的購票資訊，甚至把相關時間地點記錄在行事曆。

另外是 Amazon Echo—智慧音箱，我們知道後面都有強大運算，這樣的運算能力我不細講，重點是 Amazon 不只在智慧系統上持續發展，同時把這樣智慧音箱的數位系統跟其他應用結合，包括智慧物流、智慧零售的運用，甚至智慧零售 Amazon go 的免結商店發展。這樣智慧體驗部份是我們可以看到 Amazon 的整體布局。

最後一個國際案例是 Uber 的部分，我們知道 Uber 是一個共享、共乘服務的國際大廠典型例子，他從共乘服務上發展出所謂的供需媒合跟浮動價格的計算模式，它的核心技術跟別的系統逐漸衍生出許多不同的服務。他的東西不是自己開發的，比如說他在自駕車的應用領域，他跟 Volvo 的結合，可以將來把共乘服務拓展到所謂無人車共乘的共乘服務，進一步藉由無人車共乘服務、結合所謂的智慧推薦，未來甚至可能所謂的個人化的智慧購物，換句話說只要藉由這個系統知道客戶需要什麼，跟他確認之後，無人車就直接將需要的貨物派送到家裡，這是未來的發展情況。

各國政策

看完幾個國際大廠的例子，回頭看幾個國家重點政策。以美日韓來看，通常我們比較關注這些國家，事實上從各個國家發布的政策時間點來看，幾乎都在去年，所以我們整個政策推動事實上不會太晚，跟其他先進國家相比差不多的時間。從技術布局上，除了大家知道的相關的演算法、感知能力、辨識能力等等，事實上也做了相關機器人的布局。整個推動 AI 目標除了一些行業別，例如製造業、物流業、金融業大家比較重視之外，事實上也有相當著重在社會問題的解決。

綜觀所有國家，目前看整個 AI 推動的策略構面，大致上有五個方向。第一是基礎技術部分，包括剛剛提到的演算法、識別技術跟語言分析等等，同時在研發智慧製造部份、行業別的應用、新創事業等等，另外第五個面向就是 AI 對產業結構以及對就業變化還有社會文化的影響、倫理道德觀念轉變等等，這些社會面的部分也著重相當多的工夫在研究。這五大構面是推動各國政策部分，同時在技術扎根、環境部分，特別著重實作場域部分，包括人才培育、公開資料、產官協作以及國際接軌是各國探討的重點。

國內現況

回過頭來看國內部分，目前看到這樣所謂的端網雲系統服務及服務，是智慧系統的架構，我把相關國內投入業者、概況彙整在這邊不做說明，請各位參考。最主要從這個系統看，有三個挑戰要分享。第一是 AI 系統的自主能力，傳統上台灣產業滿會做硬體、零組件，但對於系統一直比較欠缺，所以未來要發展到智慧系統的自主能力，包括系統晶片感測技術、先進伺服器雲端技術、運算分析技術、系統整合跟安全保護等等都是系統要著墨的。

另外挑戰是資料的掌握度的部分，其實包括整個資料標記的技術以及如何擴大數據能量養成數據訓練模型，這是資料部分。應用部分，就是挑戰三的部分，雖然 AI 在投入面大家熱度很高，相對於應用部分好像比較不熱絡，尤其在台灣每個國家都有他的文化產業跟他的不同社會型態，我們必須發展自己成功案例說服國內業者投入，同時也要降低導入的門檻，開發相關整合平台提高投入誘因，這是我們的三個挑戰，這是在智慧系統部分。

智慧晶片部分的挑戰，我們從左邊來看，其實 AI 部分昨天其實有談到，從過去的通用晶片慢慢逐漸發展到，因應不同的應用部分，發展不同的專用 AI 晶片，像是 FPGA 跟不同的 AI 專用晶片，左下是目前各國大廠投入 AI 的部分。我們看右邊的圖，我們把 AI 晶片稍微廣義的看，AI chip 之外，包括 sensor、sensor 的 module，包括異質整合的晶片跟相關的晶片安全部分，是我們希望建立的智慧晶片價值鏈。這樣的價值鏈有幾個挑戰要克服，AI 應用上知道系統晶片一定要相互結合，系統廠商要配合提出規格，並且雙方合作進行場域試驗，這樣的結合是未來要克服的。另外就是說新的技術，許多 AI 晶片技術不斷增加，同時跟既有晶片不斷結合，會額外增加結合許多成本和設計複雜度，早期的導入上，

容易造成市場受限是我們要克服的。

接著看整個推動主軸，剛才部長提到，我們希望在 AI 智慧系統及晶片技術上可以讓台灣成為全球 AI 創新的研發樞紐。另外我們建立三個目標，第一個我們希望建立 AI 關鍵標記資料技術，落實產業 AI 化；第二希望布局下世代的 AI 自主系統產品落實 AI 系統產業化，第三是開展 AI 晶片產業，落實 AI 晶片自主化。

三大策略（一）

在這三大目標之下，我們也擬定了三大策略，包括策略一的底下有相關推動做法，後面再說明。

首先，策略一健全資料環境部分，我們第一個想做的是強化深度學習系統技術，我們從產業需求看，今天為何要探討這個，因為未來智慧系統會面臨很多不同的應用，這些應用都讓我們數位學習的模型訓練速度與準確率必須有所提高，要可以提高硬體的速度跟降低功耗，這是第一部分。第二部的分，在產業需求上，對於降低訓練時間及所需人力也是很重要的，尤其我們面對很多的資料不是容易可以收集齊全之下，我們怎麼建立在少量數據下就可以發展完整的 DA (Data Analysis) 系統，是我們要面對的現況。第三，我們如果要面對，不僅台灣市場，還要面對全球市場的話，大量多元資料是我們欠缺的，這部份我們也要想辦法滿足產業需求。

因應這樣的需求我們技術發展方向，大致上分為三點，第一個是投入從事高效能 DNN 訓練的系統跟裝置需要的技術，另外是怎麼開發 DNN 資料標記技術，在少量資料情況下，發展非監督式、增強型架構的資料處理能力，以及 DNN 系統之間的協作技術。我們可能需要更多元的大量資料，如何建立開放式資料標記平台，讓我們能夠參與全球資料收集的能力。

另外一個有關健全資料環境是跟安全有關，安全我們知道非常重要的，所以建構軟硬體安全防護技術，是非常急迫。從產業需求來看，資料攻擊其實現在越來越快速、多樣化，還有 AI 相關技術做惡意攻擊，被動式的防毒軟體已經無法滿足。另外，其實我們在企業運用的資料上，很多資料不是在我們控制的範圍之內，這樣的情況下很多可能被不肖業者雲端做應用，甚至因為資料外洩威脅企業生存。當然，我們要做資料安全，技術之外如何提升我們在全球資料安全的信賴度也是重要的，以開源網為發展資安的關鍵部分是我們要投入的。

因應這樣的需求，我們訂定三個技術發展方向，包括發展持續精進惡意程式阻絕能力，比方說創新的白名單作業系統架構技術等等，另外發展預防性駭客攻擊的測試技術，資料安全的能力上，我們剛剛提到很多的資料不在你企業控制之外，若我們要預防資料被竊取，要加密，但加密就不好處理，如何在加密資料上直接做資料處理，是未來的技術。另外像自動化程式弱點的偵測、修補跟攻擊這部分，在開源資料投入上如何成為開源社群的貢獻者，進而在開源社群有話語權是未來可以跟開源社群接軌的重要一環。

三大策略（二）

第二個跟系統智慧化程度有關的策略，就是建立可以符合未來需要的雲端平台，這雲端平台從兩個發展需求看，第一個就是說剛剛提到，AI 在各個行業的運用會越來越多、越來越廣，都需要龐大雲端服務支撐，所以如何建立有效能的雲端支持這樣的深度學習訓練，是我們要注意的。另外我們要發展更有彈性的系統架構因應蓬勃發展的，不同的 AI 創新服務，這種創新服務有助於帶動不同新的應用來發展。

技術發展方向因為這樣的產業需求，可分成兩部分，第一部分是怎麼發展 AI 在智慧訓練可以隨時擴充跟高效能的系統？比如說以光纖為核心技術的超高速資料中心的網路架構，還有像是全快閃記憶體儲存管理。另外一個就是說，怎麼發展一個更具彈性調度與動態擴展的系統技術，這些系統技術，我們一般做，虛擬化常做的 container 跟 virtual machine，一個是有彈性、一個是安全，怎麼把兩種技術混合在一起提供不同業者需求，是我們可以朝向的方向。另外像公共私有雲的部分，還有高度客製化的 FPGA-based 的運算平台與軟體，還有大量處理冷資料儲存需求所需要的儲存系統，大概是這個部分。

第二個有關於系統智慧化程度的是，所謂的應用次系統服務有關。這些次系統服務，AI 到底運用在哪裡為什麼重要？像是自動駕駛、無人機、工業物聯網、架構服務業的虛擬專家，我們看到未來的市場規模都很大，如何建構輔助這些所需要的應用次系統是未來一定要著墨的部分。

因為這樣子，所以我們在應用次系統的部分，技術發展方向，要根據不同的應用技術去做相關投入，比方說在商用無人機的核心軟體上，可以投入在高精準的自動避障、防撞的基礎，無人機在上面飛，如何自動避障非常重要，另外是無人機的機隊管理的部分。另外像自動駕駛的感知技術，包括即時影像的識別與追蹤，車子在外面跑，對於影像可以即時分析跟感測。另外，我們曉得一個自駕車有非常多感知的資料來源，怎麼把不同的感知，比方說 LiDAR、Radar，整合在一起是非常的重要。還有服務型的應用。

三大策略（三）

第三個就是說，怎麼做紮根前瞻的晶片部分，這部分包含 AI 運算帶來晶片發展契機，比如說現在的晶片發展要，降低嵌入式跟 AI 合作上所需要大量的功耗、時間延遲的降低。另外一個就是 AI 的感測部分，怎麼提升，因為現在很多感測的確受制於國外，怎麼在不同的應用環境發展不同的感測這是我們所要投入的部分。

所以整個技術發展方向，包含像低功耗高效能這些智慧處理晶片，包含相關的晶片安全，有無用在車規、綠能、醫療等等，還有相關的感測晶片，許許多多，像是 LiDAR、還有一些力、扭力、光電池等等。我們希望這樣的策略跟措施之下，最終希望厚植 AI 系統產業化技術，推動我國 AI 系統輸出國，另外希望完備 AI 開發平台，藉由這些平台開發建構我國成為 AI 應用的創新群聚的典範。第三希望建置 AI 產業鏈，剛剛提到這些產業鏈，創新我國提升 AI 的晶片技術。

我們簡報大綱題目，希望藉由今天拋磚引玉的簡報，希望可以持續跟各位探討關於智慧 AI 系統、晶片技術產品應具哪些優勢跟利基，剛剛部長提過這議題。另外怎麼推動產業 AI 系統，強化在地國際運用連結，第三議題是怎麼建立 AI 的晶片產業鍊，以上簡報請各位參考。

力旺電子 徐清祥董事長

部長、處長、局長、各位女士先生大家好。

我想今天非常榮幸能夠有這個機會到行政院科技會議跟大家分享有關晶片安全技術的想法。剛剛羅處長也提到在 AI 晶片產業鏈中，晶片安全是一個重要的一環，我認為晶片安全也是關乎智慧產業的安全，智慧產業的安全關乎智慧城市的安全，智慧城市的安全關乎國家安全，所以在這一方面我認為政府應該有很大的發揮空間，因為如果是牽涉到整個群眾的安全、國家安全的話，政府應該是要當作一個重要的任務。

我今天的介紹，主要是根據第一個部分，介紹整個在智慧產業中的趨勢，有幾個科技的趨勢。第二個是我會提到，在 IOT 中安全的問題，第三個希望對政府有一些建議，可以在晶片安全發展、智慧城市的安全發展扮演怎麼樣的腳色。

剛剛從這幾天的演講裡面大家都知道，我想我們很重視 AI 發展，在未來 AI 發展當中有三大主要科技區塊：Big DATA、AI、IOT，利用 big data，把 data 蒐集到 data 做有效分析，把它做成有效的數據或是 algorithm，送給 AI 系統，AI 系統再根據數據做出思考與決策，再將決策送到 IOT 的 device 去執行。IOT 的 device 執行中繼續收集 data，繼續分析，這樣的循環讓我們的系統越來越聰明。

IoT 資安

但是如果在這樣的系統中，有一個環節被駭客入侵，整個系統就變成不安全且造成巨大損失，風險很大。這幾個系統裡面，若駭客要入侵，會選哪個系統入侵？當然是選擇防衛能力最弱的環節，我們知道在 IOT 發展中，因為 IOT 大家都希望他的成本很低，在 IOT 發展都希望是成本很低，所以他的 computing power 還有他的 IOT device 的 component 會越來越少。所以在這幾個系統裡面，IOT 是最容易入侵的環節。

根據經濟學人雜誌的調查，IOT 的發展中，阻礙 IOT 發展的主要因素中，security 的考量是第二位，因為大家認為你的 IOT 的 device 不夠 security，所以不敢放心大量使用，成為阻礙發展的重要因素。所以今天假如在未來世界中，IOT 的 device 在智慧產業中到處都無所不在，那 IOT 的 device 無所不在，只要有一個 IOT 的 device 不夠 security 掛在網路上，被駭客入侵，系統就會不安全。

資訊安全事件過去以來，持續都有，從早期系統軟體被入侵，造成汽車工廠、工廠的 shutdown、電表入侵造成電力公司損失，近期藉由 iPhone 進入 cloud，更近期藉由 IOT device 造成殭屍電腦，或是用終端 camera 入侵造成殭屍電腦，讓整個系統癱瘓。所以大家可以看到現在很多的駭客事件是來自於對終端 device 的入侵，利用殭屍電腦造成系統癱瘓，我相信未來 IOT 的運用越來越多，會有更多的系統被入侵，是因為有藉由 IOT 的 device 來入侵。

在這個裡面有一個，美國的監視器被入侵裡面，總共有 2.5 萬個監視器被入侵，根據 Security 公司做的調查，2.5 萬中有 24% 的 camera 來自台灣，一個好消息是台灣的硬體市占率是世界中最大的，24%，美國自己出產的 camera 是 12%；但是另外一個壞消息，看來我們的 camera security 不夠好，在 2.5 萬裡面的 camera 中有 24% 的 camera 由台灣製造。再來看台灣過去的資安事件，我只取 2015、2016 當例子，這兩年加起來我們的資安事件總共超過四萬件，所以我認為未來，當 IOT 蓬勃發展，IOT device 的 security 如果沒有處理好，相信大家不敢將整個 IOT 系統可以蓬勃發展。

基本上在 IOT device，在整個智慧產業中的架構，大致上是這樣。基本上我們有一個終端 IOT device，會經過網路連結到 gateway，gateway 再連接到 server，server 再連接到雲端，在這整個系統上面，其實到處都可能被駭客攻擊，終端可能由駭客控制終端 device，透過終端 device 取得 gateway，跟雲端取得聯絡甚至破壞雲端系統。或是說在 device 跟 gateway 中間可能被一些假的 device，insert 進來造成入侵。另外當然在 gateway 跟 server 中間也可能被駭客入侵，甚至於說在主要的 cloud 端也會被攻擊。

當然現在我相信目前，其實台灣在這一端，系統端還有 server 到 gateway 這邊有很多軟體的應用，對於資安部分其實都有花很大的 effort，但是在 device 端，目前的，我做一些研究發現台灣對硬體安全沒有花很多 effort。Hardware security 方面，歐洲跟美國已經有做很大的，像 NSP 等，他們都有做很大的 security 發展，但我發現台灣的，雖然說晶片輸出已經是世界第二，但我發現我們在晶片 security 做得很少。

所以，接著我就根據剛剛我說的，我認為晶片安全政府扮演重要的腳色，因為從商業上的角度看，今天假如要一個廠商增加成本的狀況下增加安全性，大部分廠商不太願意，所以如果說對於系統沒有強制的要求，那基本上我們廠商做晶片的時候，寧可不放晶片安全的功能。所以這部分必須要由有強制主導力的政府給我們一些規範，規範系統安全和 IOT device 安全，才可以讓製造商在製造這些 device 的時候，能夠把這些安全考量進去。我認為這方面政府可以主導、強制建設安全的物聯網基礎建設，另外對物聯網的產業鏈安全規範可以制定。另外當然羅處長也提到，未來方向之一就是獎勵晶片安全技術之發展，另外還有一個就是說，什麼安全？什麼不安全？安全的等級是怎樣？要有一個公允的認證單位，由政府主導最為恰當。

結論，我認為晶片安全在整個智慧產業發展關乎物聯網安全，物聯網安全關乎智慧城市安全，智慧城市安全關乎國家安全，若政府強制主導建設，制定安全規範、獎勵晶片安全發展以及設立安全的認證單位，這樣才可以讓我們的智慧產業做到聰明又安全，這是我今天的演講，謝謝。

微軟亞洲研究院 潘天佑副院長

謝謝部長。各位政府的主管、各位學界、業界的先進，大家早安。我來自微軟亞洲研究院，我叫作潘天佑，亞洲研究院雖然 **physically** 在北京，但是亞洲研究院兩百多位研究員來自全世界各地。亞洲研究院院長——洪小文，是台灣人，亞洲研究院有很多研究員也都是台灣人。所以，我想這是我第一點想要提的，創新是沒有國界的。我們把所有最聰明人湊在一起，就是最大的創新的能量。

今天早上我很鬱悶，我就跟余孝先說，我昨天聽了一天，我發現我準備的東西昨天就被講掉了。余孝先鼓勵我說「沒關係，沒有串供的前提下，一個東西一再被提出來，那些 **point** 就是真理。」所以，今天很高興在這個地方，先跟各位報告，我今天講的全部都是真理。

今天我有一個題目叫做「人工智慧需要開放的天空」。這是台北非常美麗的天空，如果我們把這一張照片交給微軟的一個 **chatbot** 聊天機器人，叫做微軟小冰，微軟小冰會為你做上一首詩，我們來看微軟小冰這個自動機器人，**Generated** 這首詩他寫了甚麼，我們看了這張圖也會覺得 **101** 太漂亮了，他就像是我們城市裡面的燈塔。可是這張有點夕陽餘暉，看起來有點 **blue**，所以小冰他作了這首詩，他說，「並搗毀了我的燈塔，多麼美麗的燈，那時候你才說你愛我，彼天之一角裡深蘊著人間的回憶」，這是完全小冰自動生成的，你可以上網查，我保證你一定找不到這首詩，我也保證你找不到裡面的任何一句子。

我想特別提這個例子，是因為這是微軟亞洲研究院做的小冰作詩，他是由我們一位研究員，帶了兩位台灣碩士實習生，到了亞洲研究院去實習，他帶了兩位台灣實習生做了幾個月的時間就做出來了，然後在中國大陸簡直是傳瘋了。很多人發現，如果我們用微軟的小冰作詩之後，一個詩人他可以背上小冰所做的詩再加上自己的看法，就可以跟小冰合作一首詩，所以這就是昨天說的，**HI** 加上 **AI**，作完這首詩，這首詩的產權到底歸誰？所以上禮拜微軟就公佈，我們放棄微軟小冰作詩的產權，也就是說你可以跟小冰放膽地去作詩，你們兩個聯手做一手好詩，然後那一個 **IP** 是歸「人」。我想兩個台灣的學生，到了一家美國的公司，**physically** 到了北京，幾個月的時間，用著微軟相對強大的 **AI infrastructure** 做出了這麼好的一個東西，再次強調創新 **AI** 沒有國界，越 **open** 整個 **AI** 的機會就越大。

為什麼在這個時間點 **AI** 會這麼紅？我想剛剛羅處長特別提到這三點，我完全同意。因為羅處長也提了，他一定會是真理。我想第一個，**big data**，很多人都把 **data** 比喻成工業時代的石油，我很同意，因為他是推動所有產業的推動力。同時他有一點非常像，就跟石油一樣，你的 **data** 不要以為很值錢，如果你沒辦法好好萃取他中間的 **intelligence**，那個 **data** 是沒有用的。但是 **data** 跟石油有些地方不太一樣。例如說石油，用掉一桶少一桶。**data** 沒有這個問題，**data** 你盡管用，你怎麼用它 **data** 都還在那個地方。另外一個，石油有一個公定的售價，你現在可以上網查，現在原油一桶 **44** 多美金，她有公定價格，**data** 沒有公定價。所以大家都想要 **data**，但是 **data** 要怎麼樣分享？其實是一個 **remains a challenge**。

第二個，人工智慧絕對躲不掉雲端，因為計算量太大了。我想真正的人工智慧絕對幾台伺服器就可以把事情做完的。第三個，**powerful algorithms**，在人工智慧推出這段時間內，大家都很願意把 **algorithms** 公開。所以，這些年人工智慧 **conference** 企業界也很熱情參與，連微軟過去一般來說不太贊成 **open source** 的，這幾年變成 **open source** 的非常大的一個 **contributor**。因為我們相信沒有一個人，甚至也沒有任何一家公司可以 **build** 所有 **AI** 所需要的 **algorithms**，這些東西必須要 **share**。當然調參數是各家的秘密，可是原則上要不斷的 **share**。

再來，大部分人在今天現在對於人工智慧的體會是手機跟智慧雲的連結，我想不只如此，這個是微軟對 **intelligent cloud** 跟 **intelligent edge** 的看法，也就是說這個 **intelligent edge** 對一個人來說，不應該是你的手機或是單一的 **device**，他應該是，這是你的手機、你客廳的電視機、你家裏面的機器人，然後你一出門後不管你家的車是否為全自動車，你車上的這些 **devices**，你辦公室裡的 **3D** 印表機、然後工廠裡

面的機器，這些所有的東西都應該是一個 intelligent edge、一個個的 device。所以 intelligent edge 上面必須要有一些 AI 的能力，所以他是一個 intelligent cloud 跟各式各樣的 intelligent devices 整個鋪陳一個完整的 AI 的 distribute ecosystem。所以各位可以看到，在這裡面如果你要把任何一個 devices 抽出來，他會變成 sidelong，他就變持一個獨立的東西，他不會是 AI 了。

再來，昨天杜奕瑾，我們的 PTT 特別提到微軟研究院在今年初的時候，在 speech condition 上面可以說打敗人類、超越人類可以說 human parity，讓 speech 跟你選的在一定 data 的情況下比人的聽力判決還要好。但對微軟來說我們做出來就把它放到雲端，可以看到這裡面 speech 部分通通 update 上去。例如說，我們 Microsoft translator 本身可以做九種語言，可以時時口語翻譯，有六十種語言可以文字對文字的翻譯，這些東西我們全部都放在雲上面。例如說我們昨天講的 computer vision，在人臉識別的項目上，微軟亞洲研究院在前年就已經打破人的視覺正確率，這些東西也都通通放在雲端上。所以，我想要強調的是人工智慧，你的 edge 很難跟你的 intelligent cloud 割開。一旦割開之後，intelligent edge 本身不具備這些 AI，這是為什麼我的主題說人工智慧需要開放的天空，everything is connected。

當然我們講到這裡，這裡就有一個 thought，第一個 thought，security，剛剛徐總特別提到的安全性。不過我想 security 我幾年前寫了一本資安教科書，現在很多教授還在使用，很感謝。在書裡面我也跟很多資安界前輩有共同看法，security 是一個 trade off，也就是他是一個取捨之間，如果你希望你們家非常安全，我告訴你，你應該把房子設計得沒有門、沒有窗，誰都進不去，我就保證你家很安全。可是問題是你也出不來啊，那你要這樣的家幹嘛？所以，家一定要有門，你有門，又怕人家偷跑進來，所以你要上一個鎖，鑰匙放進你的口袋裡。security 是看你怎麼去 manage 他，而不是一直限制他，當你限制太多，他就無法 disconnect 了。這是我想提的第一點。

第二個，為什麼要 open? innovation，所有的 innovation 通通是 open 的環境。我們常說 AI 需要人才，我們真正的人才很不喜歡打卡，所有的人才都希望一個 open 的環境。第三有關 data，昨天很多人說 data 要 open、open、open，其實我非常贊成政府 data 要 open，在沒有安全和個資的問題下，因為政府的資料大部分來自於人民，他收集大部分來自人的稅收，open 是合理的。學校裡面拿政府的 research funding，他所做的 research，他的 data 也應該要 open，因為是類似的情況。但是廠商呢？廠商為什麼要 open 給你？我們要想今年微軟花了鉅資買下了 LinkedIn，大家都知道我們買 LinkedIn 到底是為了什麼，data 是有價值的。就像是我們剛剛說的，他沒有定價，但是 data 他是有價值的。所以我想，我們一方面我們鼓勵 Open data，另一方面要看到 data 這東西本身是你是要用成本去交易的，也許沒有固定價錢，但要有成本概念在裏頭。

最後我想提幾個 opportunities，我想 opportunity 太多了。第一個有關於政府的 public services，我一直覺得，政府如果能做一個，就一個就好，就一個讓人耳目一新的人工智慧服務，就一個，我覺得就夠轟動了。舉例來說，人民最希望政府提供什麼服務？對我來說，政府的法令我老是搞不清楚，如果今天有一個電話打進去，有一個類似微軟小冰這樣的東西，不一定要跟微軟合作，有一個 QA system，我打電話然後可以跟他對話，然後我去問他問題的時候，他回答得很 nice，不像有些人脾氣不好，然後還有，我可能凌晨三點想打進去，我這樣三點打進去一樣有 chatbot 在那個地方可以回答我問題，如果我們政府可以做一個這樣的 system，我覺得人民一定很有感。怎麼可以 focus 在一個上面，讓人民真的覺得政府已經 AI 了。

第二個就是在很多的 vertical 的這個 business 裡面，到今天為止好多好多的產業，我們都看到都要 AI，我相信坐在這裡的政府官員很 confused，到底哪個不需要 AI？最後的結論報告要怎麼寫？其實我的想法很簡單，不要太在意產業中看誰是重點，因為 the answer is very simple，每一個產業都要經過 AI 的洗禮，通通躲不掉。所以，生命會自己尋找出路，政府真的該做的我認為就是把 AI 這個命題把它炒熱，就像今天的活動，多辦，例如說院長或者甚至於總統在作報告的時候，多提提人工智慧，讓投資者願意把錢投進去，讓更多的年輕人願意在這個領域裡面繼續做研究，繼續走開發，我覺得這恐怕是政府更應該做的事情。

最後 intelligent 的 industry，我認為這裡面是台灣的強項，尤其在半導體的領域裡面，這裡有很多可以做，因為時間的關係我也不想多講，但裡面事實上有幾個 intelligent edge 的 segment，尤其在晶片上面，是有很大的潛力，我想我先報告到這邊。等一下如果 discussion 裡面有機會我再多講。

清華大學 吳誠文教授

呂部長、郭執秘、各位貴賓、還有許次長，各位貴賓，各位女士各位先生大家早安。

我今天只有十分鐘，開始講，根據文漢的講法開始講就有人要舉牌了，我只有十分鐘，所以我只講一個觀念。這兩天大家都在談 AI、IOT，這很重要所以我不必再 repeat，但是我要講 AI、IOT 會成功的話背後一定有很厲害的半導體，不然不可能，我要講為什麼，我只講這個觀念。

從這邊開始講，全世界的人口成長在大戰以後有一個嬰兒潮，慢慢開始下降，現在大概人口的成長率每年有 1.2%，希望在下個世紀能夠降到 0.1%，人口成長最多的地方我們大概都知道，在非洲、中南美洲、印度等等，其實是比較經濟有待開發的地方，人口成長最多的地方。購買力最強的地方是先進國家，購買力最強。所以其實資源的分配是很不平均。

我們過去五年的 GDP 成長，大概是 3%左右，未來五年預估，根據 WTO 的 prediction，差不多是 3%，也就是說全世界的經濟體，所有人的財富總和就是那樣子，不太可能增加，人口還有增加，但財富總和差不多就那樣子。Inflation rate，根據 IMF 統計，過去五年 inflation rate 差不多是 3%，未來幾年的 inflation rate 也不可能更低，也差不多 3%，這樣就知道，大家沒有更多的錢買你的 IOT 產品，你的 IOT prediction 沒有，就是要 booming 要等等，誰有錢買你的東西？所以這個 IOT 的 growth prediction，過去大家常常扣著 Cisco 這個 50 billions，都知道這個是不會發生，已經知道這不會發生，Cisco 去年已經把他調降了，只是面子掛不住沒有調降更低，昨天我們提到，也許到 20 billions 已經很了不起了，在 2020，也許還達不到 20 billions。

原因是我們這個世界資源是有限，你 device 要成長，要 two to three orders，那產生的 huge data，我們的 data center 耗電很兇，2014 年全世界的 data center 的耗電量占了全世界總量大概 1.62%，今天大概接近 2%，全世界 data center 用掉的電力很可怕，因為大家都在用 AI，那麼多的 data 要做 training、要做 influence，大家都在談 data，你知道那個要 data 處理要花多少電？我講的是 data center，你還有 edge 端的網路設備，還有你的這個 end point，所以的半導體全部都在耗電，然後以前的 data center 是不 efficient 的。

所以，老的 data center 有一半的電力是花在 cooling，這代表你的 IT 設備，包含 computing、storage、networking，這些 IT 設備是非常非常的不 energy 的 machine。還有你的 power conversion 的 loss，1X%的 energy loss，這些 loss 都是熱，你還要散熱，有一半的電力花在這個散熱。所以我的問題就是，你沒有 dramatic increasing expanding，或者是 energy supply，怎麼去支撐 AI/IOT 的成長？不可能。所以 grand challenges 就是這個 cost energy 的 consumption containment。

好，我們看看 CNBC 今年的五月，Interviewed 了 David Patterson，你們知道 David Patterson 是很有名的柏克萊教授，跟 Hennessy 共同寫了兩本 Computer architecture 的教科書，我們過去二十年學校教 Computer architecture，大學部研究所都在念他的教科書，David Patterson 去年從柏克萊退休，現在 69 歲，其實還不算年紀很大但是他要退休了，因為 Google 給了他無法拒絕的 offer，為什麼他要拒絕 Google？四年前他接受 interview，他說四年前 google 就在擔心，四年前 natural language 的 translation

還沒有做得現在這麼好，你大概不會一天到晚對手機講話，現在會。如果說每個 android user，每天對手機講三分鐘的話，他要辨認、回答你，如果是這樣子的話，Google 就要 double 他的 data center 才有辦法應付。這代表什麼？代表處理、運算量是很龐大的。為何今天可以？因為今天有 efficient 的 semiconductor，才可以應付。

Alphabet，就是 Google 的母公司，每年要一百億的……，你們都知道 TPU，所以 data center 很花錢的。大家都知道某個 GPU 公司，dominate 這個 hardware 的市場，AI 的開放不只在 data center 裡面使用，連大學、中學都拼命買他的 AI 的 platform，現在他準備要推到 user 端，Google 也希望推到 user 端，它的 cloud TPU，它的 cloud machine learning 的 platform 希望大家都在用，那你有什麼本錢做？有一個全世界最大的半導體公司也在急起直追，本來 FPGA 軟體，因為 learning 常常 model 要調，但是現在也買了 Novana，要推出這個 accelerators。在自駕車的 AI 的 platform 上也很競爭激烈。大家不要忘了 Google，Google 非常威猛，Google 未來會做硬體嗎？最近很多做半導體、IC 的也準備做這事情。

Dozens of competing AI chip startups have emerged in the past two years，台灣，大家都不投半導體啦，在台灣大家這樣說，可是過去兩年新的半導體公司很多，很厲害的人，因為 AI、IOT 沒有半導體是不行的。目前為什麼不行？目前我們用 von Neumann architecture 去做 simulation，你的 AI 的 algorithm，在 von Neumann architecture 上做是非常非常沒有效的。

Neuromorphic architectures 是可以 improve 六個 order 以上，我講的不是 6%、60%，是 6 個 order，去年我在台大演講，我學生說 energy 是最大的問題，學生說我只要 improve 20% 的 power consumption，我就可以在 ISCC 發表啦，我說不是 20%，我說你們今天要做至少 2order，因為 TPU 已經 2order 了，你至少要 2order，可是未來可是你要改進 6order 以上，半導體怎麼做？不可能的事情，不是只有仰賴材料，要新的 architecture。

所以 IBM 他說，我們左腦就是做 von Neumann architecture，這個計算能力很強的，右腦是要做推論、決策的。要用我們真正的神經架構去做，他在講左腦、右腦。右腦很難做我們都知道，需要投入研發。現在我們都在做加速，只是在加速 AI 的模型運算，都在做加速，所以其實 TPU 做的是 maximize application，其實 Nvidia 新的 GPU 也加了很多新的 code 進去，也是在做 maximize application，都是做加速，但加速只是附屬於傳統的 von Neumann architecture，他 improve 2order 就不錯了，要 6order 就是要去 emulate 我們真正的神經，做出來的就是 Neuromorphic。

美國能源部兩年前 call 一個 round table，召集美國全國的專家討論一個問題，就是 Neuromorphic Computing，他說 Development of novel materials and devices incorporated into unique architectures will allow a revolutionary technological leap toward a fully "neuromorphic" computer，目的就是要 New neuromorphic architectures and novel devices needed to produce lower energy consumption and enhanced computation。兩年前美國政府的 vision，當然後來，去年有一個 workshop 就討論哪些重要項目，我要跳過去了。

去年七月的時候，美國白宮發布白皮書，future computing，四個重大項目，emerging、computing architecture platforms、neuromorphic，長期就是 quantum。為什麼？因為它是 Significantly enhancing performance while reducing energy consumption by over 6 orders。證據非常明確，device 的這個 evolution 已經做了很多次，證據很明確，若投入這個東西，將來有可能 improve 6 order，6 order 就是說，如果資料量一直成長，將來好幾個 order 的成長，不增加現在能源供給，還有可能去解決、提供新的 service，如果不做這個事情的話一點機會都沒有，用半導體技術一點機會都沒有。

data 大家都在講，machine intelligence AI 就是現在都在講，等等。去年十月白宮又公布了 national AI research developments plan，重點就是 make long term investment of AI research，long term，所以才起步而已，現在才起步而已，尾巴還很長，機會還很多。

非常多項目我沒有時間說，但我要報告，這個白皮書大家都可以下載，裡面 long term investment，在 AI research 是著墨最多的，其中重要的是 hardware 的部分，我們台灣有很多做 hardware 的公司都在

現場，一定要了解半導體現在不是只有代工服務他人而已，雖然 AI 是軟體公司、雲端公司帶著大家跑，因為在軟體的 simulation 的時候，證明他可行的。應用、prove learning 會 work 是軟體，是很重要的，他在開創新的應用、新的世界，可是真正要把它落實到人間的話，你還是要有硬體阿，那你硬體要做對方向，這些東西都很重要。其他的東西，有些是跟社會議題有關的。

所以我的結論：這是一個 a finite world, with limited capacity and resources. Industrial growth limited by economy and energy scales，你要了解這一點，你要做對方向。It's all about replacement，You replace others，you live，you are be replaced，you die。經濟體就是那麼大，所以你如果不是取代別人就是被取代，你要維持現狀並不可能，新的東西一直出來，一定要轉個彎做新的東西不然等著被取代。

AI 隨時都在，你要做 IOT，這兩天就是談這些。AI 特別談的就是深度學習。當中有三個 T，business opportunities 我們都在談 data、DNN models、Efficient semiconductor，這三東西同樣重要，缺一不可。

資料是不是一定要像 Google 一樣全世界去收集，不一定。我們要訓練一個黑道大哥，從小就把他丟到黑道環境很快就學會當黑道大哥，你要訓練她當黑道，放到讀書人社區不可能。training data 向是我們教學生，會寫教材，沒有人教，一輩子不見得學得專精，training data 很重要，有人說老師的職位可能被取代，你怎麼 training data 也許是一個 AI topic，像是微軟小冰可以寫詩，未來寫教科書、論文可能都是假的，不是真的。

這些 Model 原來都是 computer science，都是 software 的 model，這些 model 將來怎麼樣 efficient semiconductor 配合，變成是非常 Neuromorphic，才可以大量廣泛的應用，這是非常重要的，在台灣因為我們有很好的半導體產業，怎麼樣去 leverage AI、IOT，by semiconductor 這是我們的機會，那我鼓勵我們的業界、學界跟政府協助之下，下午這個呂政華局長也許會跟大家報告。

政府若有一個機制可以串聯我們的產業，不一定要 repeat 現在雲端公司的這些做法，而是在很多產業，我們昨天提到很多應用，不管是醫療、農業、養豬養牛，不管是商務上的應用，各種各樣的應用台灣有很好的公司，怎麼串聯，我們這些做半導體、做硬體、做軟體的公司能夠在這些特定的領域場合串聯起來，將 AI 應用上去提升產業價值，我們很多產品都是賣到全世界，它也可能變成世界級的、一流的 application，創造出有別於他人的新機會。

這個 moonshot 大家都在談，就是美國的登月計畫，當年蘇聯先上月球，美國那時候，我記得艾森豪總統決定要超越它，甘迺迪總統一步到位，把人送上月球並且還可以回來，這就是一步超越。台灣不一定可以創造像 Google、Amazon 這種公司，不是一定沒辦法，不知道年輕人將來的成就多高，但是在某些領域，別人都沒有做的台灣先去做，也許一步就超越，很多領域可以做的，謝謝大家。

工研院 關志克所長

謝謝李部長，各位長官各位先進大家早，今天要報告有關於 AI 系統的幾個研究方向，雖然我們都知道傳統 AI 有各式各樣領域，今天在講 AI 都是因為 DNN 這個技術的發明。所以我今天這個 talk 裡面在講的是以 DNN 為 base 的分析或合成能力的系統。那機器學習在這邊扮演重要的腳色，所謂機器學習說的就是我給你一些 input、output 的相互對應，第一個 input 對應第一個 output，第二個 input 對應第二個 output，等等。給你這樣的 pairs 就有自動的方法可以算出一個 mathematical model、然後找出他們之間的關係，這叫做機器學習。那機器學習，我認為是未來軟體開發的新形式，以前是一小部分的人

說我們對程式定義它的 spec，開發一些演算法，然後把 code 寫出來，這是開發軟體的方法。未來不是，未來是一些所謂有經驗的人會把這些 input、output pairs 可以幫你 label 出來，給我這些 input、output pairs 自然有一個方法算出一個 mathematical model，找出他們的關係，得到那個 model 就可以用在應用上，這也是一種軟體的形式。

那現在我們現在講 AI，所謂現代這一波 AI 的文藝復興，主要是因為有三個雲，大家都知道，一個就是機器學習演算法突破，真的是一個突破，我們可以有效運用多層次的 Neural Network，就是 Deep Neural Network。第二個是 training data，超級大量 training data 變成可以取得，最有名的就是影像辨識用的 ImageNet。再來高度運算能力的這個 process 的東西像 GPU。

一般來講我們有兩個方法可以運用這些 AI 技術，第一個是做所謂的產業 AI 化，把 AI 技術廣泛的運用在各種產業裡面，增加它們的價值，增加它們的效率，例如說醫學、製造、金融、商務等等的。第二個是 AI 產業化，把 AI 這種技術 package 成各種各樣的系統或服務，能夠讓 AI 技術更有效運用在更多的產業，包括你怎麼做更有效率的 DNN training、DNN 的 inference，或是把 DNN 的技術運用在各種各樣的自主系統中，等一下會講。

現在稍微提一下，剛剛講機器學習是重要的元素，機器學習裡面有兩個部分，一個是 supervised learning，一個是 Unsupervised learning。supervised learning 是給你 training data 要幫我標註，你要跟我講這個相片有貓、有狗、有豬，你要幫我標註我才知道，你要我學什麼，這叫做 supervised learning。Unsupervised learning 就是不需要，給我 training data 就好，跟我講大致要幹麼，我會根據 criteria 結構，根據 internal 等等，比如說幫你分群，我也找得到 underlying 的 factor 等等。

現在所謂的 AI，今天的 AI 講的就是 Neural Network，一種特定的 Neural Network，Deep Neural Network，為了要讓大家了解是什麼？很簡單，一個 Neural Network 就是一個網路，有一些節點，節點跟節點之間就有鏈結，鏈結就有 weights 這個概念，就像我這張圖。普通的 Neural Network 是一層一層的架構，左邊是一個 input layer，再來就有 hidden layer，再來又有 output layer，一種多層次的 Neural Network。這一波的 Neural Network 講的是 deep，deep 什麼意思？這個 hidden layer 的問題，以前大概做個一、兩層就很吃力，現在三層、五層、數百層都沒問題，就是 DNN 訓練演算法的突破，突破在那裡，你可以有很多很多層，可以讓你做這件事情。

我們講普通的 training 在講什麼意思呢？鏈結上都有 weights，我就給你一些 input、output，跟你說像這樣的 input 就有貓、像這樣的 input 就有狗，你幫我算鏈結上面的 weights 應該是什麼值，training 就在做這個，鏈結上的 weights 幫我算出來，幫我推算出來。這個過程是說我給你這些 sample 的 input 跟 output 以後，我就會把這個所謂的 error signal 從 output layer 往 input layer 傳遞，along the way 我就可以調整好 weights 值，做適當的修正。這樣 training 過程，是一種 backward propagation 從 output layer 到 input layer，一旦 weights 讓我算出來，我就有一個 DNN 的 model，我就可以拿去實際運用，你就給我一些 input 給我一張圖，我就說這有狗、這有狼，就可以把它算出來。這個過程叫做 Inference，Inference 就是 forward propagation 過程中，input 到 output。講一下 Neural Network 就是這一回事，沒什麼很大的學問。

有了這個，研發方向要做什麼？第一是開發這種高效能訓練技術。現在比就是說，你也會 train、我也會 train，基礎法則大家都有，我們做一個軟體大家就會搞，再來就是講為什麼你可以把這個問題 formulate 成一個 DNN 的 problem，然後你可以調大參數，訓練出我就是比你厲害，大家要爭的是爭這個。所以你要去說能不能可以開發出這種高效能 DNN training 技術，可以讓 DNN model quality 越來越好，或 DNN training 的時間可以越來越短。你要增進你 DNN model 的話有兩個方法，你就用開發這種新型的 DNN 架構，或去運用這些有效率的 DNN training 的技巧。

另外一個重要的重點，你有沒有能夠開發一些技術，能夠 cost effectively，取得一些大量而且高質的 training data。其實在很多競爭中就是你有 data 我沒有，或是你的 data 比我多，high quality 比我好，可不可以說，我取得這個資料，我就想出一個辦法，我認識，我爸爸在高公局我得到 training data，所

以我贏你。我就是因為我可以得到這個 data，你拿不到這個 data，所以我這個 application 我可以用、你不可以用，大家在講的是講這些東西。

所以就有人開發一些技術，我們在做 training 的時候需要標註，可不可以先開發一些可以做 semi automatic 的標的，或是說這些標示的資料集我甚至可以自動產生，或是我的 training 技術根本不需要 training data，那就是所謂的 Unsupervised 正在做的事情。

另外一個問題要增加的速度，我們普通一個 training 的 job 大概就有兩個層次，一個就是說它普通需要很多很多回合，很多 round，每個 round 都需要很多時間，所以你要降低 DNN training 速度，不外乎是你可不可以把把需要的回合數降低，不要那麼多回合，我只要十二回合，它要二十八回合，我比它快，需要做一個，為 DNN training 特別做的 integrated development environment，叫 IDE，我們現在寫軟體開發都有 IDE，DNN training 應該也有。第二個是每個 DNN training 每一回合所需要的時間越來越短，要有特別的硬體去做。第二個就是當你有了 DNN 模型可以來作 inference 用，就是叫 inference Engine。我們剛剛是用 specialize process，那這部分 DNN 的 inference 可以在雲端，就剛剛提到的 google

Speech 的 recognition，跟他的 standing 在雲端，為了那個特別做了 TPU，大部分的 inference，都在 edge 端，就在終端，現在在講所謂的 AI chip 講的是什麼？為了終端裝置作的 DNN inference processor，大家在爭的是這一塊，因為這一塊的量最大，它不是 training，是你 DNN model 已經好了，我要現在開始在日常生活去用它。這裡面有一個競爭重點，DNN inference 怎麼讓它 memory access 會非常 efficient。

在裡面，就一個 DNN inference processor、DNN compiler 很重要，什麼意思？我辛辛苦苦算出一個 DNN Model，把它 compiler 成真正在 project 上可以執行的 executable code，中間還要把 DNN model 壓縮一下、優化一下，都是這些軟體要做的。我個人認為 DNN inference engine 就是我們在 AI chips 講的最重要的 battle ground，競爭場域在哪裡？未來自駕車上的車載體，汽車的市場非常非常大，需要的運算能力非常非常強，就是繼 PC、手機下一個就是自駕車的車載體的平衡，看誰可以 own 那裡面的 processor，或 own 那個平台，這是一個大家競爭的重點。

第三個方向，DNN training 花了很多很多 effort，所以我們需要一個特別對 DNN training 做的雲端資料中心。裡面包含如何用 Heterogeneous 的 computing resource 去做 DNN training 的運算，像是 CPU、GPU、FPGA 或是用 smartphone SOC 來做這件事，我們虛擬化的技術也可以走，不要走那種比較 heavy weight 那種 hypervisor 的 base，可以跑到容器的 Container-based。現在儲存也是接近 DRAM 的 speed，現在 Hard Disk 都換成 Solid State Disk，甚至有 nonvolatile 的 D-ram。

因為我們在做大規模的 DNN training，普通都需要很多很多的 machine，除非用網路接起來，因為 CPU 跟 memory 速度非常快，所以網路通常會變成一個 bottleneck，所以 high performance 的網路又變成很重要，剛剛講到 fiber optic、interconnect 那些就變成重要的元素。

最後是所謂的 cold storage，我們這些 training data 量預期會越來越大，我們辛辛苦苦搜尋出來的 training data 大概隨便 delete 它，但是它被 access 的頻率非常低，所以它變成所謂的 cold data，這些 data 你不好意思把它丟掉，但是我也不是常常需要去 access 它，所以這些 cold data 即使擺在 hard disk 都很昂貴，所以你需要一個 code storage system 能夠 cost-effectively 來儲存跟管理這種 cold data。

第四個是資安問題，我們當然知道這些智慧系統、AI 系統一定會連網，一連網就知道會有 cyber attacks，這就是惡意軟體會進來，現在講白名單的方式就是說，對於未來的 AI 或智慧系統，我們希望能夠往白名單這條路去走。也就是說在這個系統上只有以下 21 個程式可以跑，剩下的程式我一概不認，就是你一進來我通通不讓你 run，這叫做白名單的方法。白名單聽起來沒什麼學問，技術很簡單，其實不然，要處理技術挑戰，binaries programs 怎麼處理？scripts programs 怎麼處理？或你程式有 input 或 configurations file 你要把它白名單一下，要怎麼做？

第二個方向就是說，我們用程式分析方法確保資訊系統安全，什麼意思？就是我們知道資安問題骨子裡就是軟體有 bug，就是這個意思，不是什麼羅曼蒂克的想像、不是 hacker 有多厲害，就是你寫的程

式有 bug，就是這個問題。所以用軟體分析就是你跟我講這個程式有一個 bug，比如說你跟我說 Microsoft 的 Power Point 裡面有一個 bug，你會跟我講這個 bug 在哪，這個 bug 是不是一個 vulnerability，是不是一個弱點？這個 bug 我要自動修復，要怎麼自動修復？這個 bug 假如我是 hacker 我要攻擊他，我要怎麼攻擊？這一連串的動作到目前為止，逐漸可以自動化，就是最近 DARPA 的 cyber grand challenge 在做的事情。這個過程變成說我們當今資訊安全研究的一個主軸，也是未來我們在網軍建置網軍所需要的攻防系統中的重要基礎。

最後一個就是說要把 DNN 埋入所謂的自主系統中，這邊比較具體的例子像是自駕車、自主飛行的無人機隊，或是說個人用的虛擬助理。以自駕車的例子來講，我們知道自駕車三個元素：環境感知、決策跟控制這三個元素。在環境感知裡面，我要知道在我這輛車之中方圓五十公尺裡面，跟我開車相關的所有物件它跟我的相對距離、相對速度跟未來軌跡我要完全知道，把各式各樣 sensor，什麼 camera、LiDAR、radar 把它蒐集起來，分析整合就需要 DNN 技術，這過程你就需要一個很 high quality 的 data，那我們現在就想要做一個有十萬公里的，特別針對台灣的路況跟天氣去做的行車影像 training 資料，就在做這個事情。

這就是我的最後一張，就是說我再強調一次，所謂的 AI 沒有那麼玄，講的就是 DNN 那一套，主要就是 DNN 演算法的突破讓我們講這些事情。到目前為止 DNN 用在各式各樣的應用裡面的成效，其實有目共睹，大家在學界也好，實際的應用也好，大家都相信，這技術看起來是真的，它真的可以 work。我們現在強調，我們可以想辦法做有 DNN base 的系統，裡面一個重點就是為了終端做的 DNN inference processor，就是 AI chips 在解決的事情。它的定位是什麼？公元 2000 年的時候其實有一波 GPU 的競爭，台灣其實沒有成功，我們沒有一家成功的公司，包括聯發科，沒有真的做得出來。現在等於說再一次機會，頂多你的 lag 國外公司兩年的時間吧，在一波 DNN inference processor 競賽開始。

這裡面我剛剛講，compiler 會扮演一個很重要的腳色，它不僅是架構設計的設計等等。最後特別對 DNN training 做的資料中心也是很重。最後一點，其實在整個 DNN 理論探討還有很多著墨的地方，因為現在知道很多 DNN training 的技巧感覺上都是 tricks，他其實很缺乏很 solid 的理論基礎，在 DNN 架構上還是有很多可以突破的地方。今天報告到這邊，謝謝。

綜合討論

主持人 李世光部長

現在開始請大家提問，我們會將意見記錄下來。

發言人一 聯發科 梁先生

大家好，我是聯發科技梁○○。

這邊感謝各位先進的發言，尤其是我呼應一下吳教授跟關所長講的 AI processor 的部分，我這邊有三個簡單想法：

第一 AI processor，台灣的確是具有優勢且可開發的領域，基本上可以看出目前 AI processor，世界上像是 Nvidia、Intel 甚至 Google 都在做這部分，為什麼我們說 AI processor 很多都是用 GPU 做，事實上不是因為他是 GPU，是因為他是平行運算處理器。事實上台灣在以前從矽導計畫到智慧電子國家型計畫，事實上從 CPU 到 GPU 開發，事實上已經累積相當多的能力，台灣是有能力做這一塊，這一塊是我們有優勢的。

第二個就是說，在 AI processor，事實上是 on device AI 一個關鍵技術元件，就剛剛潘副院長說到 AI 的部分雖然在雲端上很多可以應用，但很多使用必須要在 on device 使用。舉個例子，必須要離線使用或快速反應，camera 在 input 的時候要快速的 locality，不要上傳。還有更重要的是為了 security，為了你的隱私權需求，必須要 on device 使用。所以我呼應關所長說的，on device AI 上面的話，事實上台灣也許是消費性電子化很重要的一塊領域，這值得做。

第三個意見，AI processor 有很多不同類型，這些機會是台灣發展的機會。事實上我們說 AI processor 常常覺得 AI processor 只有一種 processor？事實上如果依照他的運算力的分別，可以用 Tera-bits 來做出一個分別，現在目前運算大概都在 1 Tera-bits 左右，1 Tera-bits 左右大概就是目前手機處理器的等級的這種 processor，10 Tera-bits 則是汽車用、雲端使用，高級電腦大概就是 100 Tera-bits，如果小於 1 Tera-bits 就是一些輔助的 sensor 來做這些 inference 的部分。

事實上，除了 AI processor 之外，台灣還有很多 segment 可以切入，來做不同用途。而且台灣最擅長的是我們有很好的 IC 設計人才，所以在 power efficient 上可以做非常好，所以剛才吳教授說得非常好，power efficient 到最後 AI 怎麼落實 semiconductor 一個重要的關鍵，efficient semiconductor 這絕對是台灣有優勢可以發展的地方。

這是一點小小意見，謝謝。

發言人二 ○○半導體 魏先生

不好意思，我是○○半導體，魏○○。有一個關於第二個議題的建議，可以考慮，剛剛沒有提到。

AI 系統如果強調國際接軌，我有一個小小的提案，可能有點突發奇想，政府能不能思考用 AI 技術把政府規模縮小，人少一點、更有效率，線上服務更強一點，大家稅收就不用繳這麼多稅，這是第一個建議。

第二建議，AI 的發展這邊，從一個角度來看，要考慮你要放在伺服器端還是終端？伺服器端的戰爭非常辛苦，我想只有 MTK 比較有能力打這個仗，台灣廠商要打伺服器端有一定的困難。伺服器端我只有一個小小建議，像吳誠文老師講的說，這裡面其實製程很重要，或是半導體技術很重要，但是我們能不能開放一下想一下，或許不是半導體技術，很可能是某一種 **in memory complication** 新材料，這個可能性如果存在、如果願意投資經費在這上面的話，業界是不可能做這個事情，賺不到錢，所以可以找出一個突破點真的發生的話，或許成功率比較高。

終端部分有個大困難，演算法現在還不確定，終端一定要做到非常有效率，非常有效率這件事情在演算法不確定的時候有很大的挑戰，我們也花很多力氣找各種方式加速，困難的是當你最後要實用化還是要有清楚的市場需求，我們也需要幫忙來思考。我這邊還有一點，要創新價值不可能從現在，看到的現實來找答案，我們一直在現實的條件裡面，找出一個衍生性的答案不可能，我們這邊鼓勵大家找出突破性的方式，不可能在你已經看到的現實去用邏輯推論出未來 **destructor** 的創新，怎麼做到這件事情？這個可能是台灣比較悶的原因，我們在這個上面，衍生性的東西業界都做很好，但是跳躍性的需要政府來幫忙，謝謝。

發言人三 精星科技 林○○

部長跟各位大家好，我是精興科技林○○，我有一個問題要請教微軟的潘總，我想在台灣這邊，確實是大家都覺得說我們在 **intelligent edge** 這邊有很大的機會，所以我在想，特別是我在處理的日常客戶要做 **SOC** 的情況底下，未來會不會有創新的營業模式，那是什麼呢？您剛剛談到的，調參數是各家的秘密，所以你可能調出了一些 **model**，調出來一些 **weights**，甚至 **parameter** 這些東西，或許在公司是機密，但是如果將來要做這種 **Hard device** 的時候，我認為台灣這種龐大的 **IC** 設計產業，非常有能量的部分是，他們可以把這些相關的 **IC** 做出來後，就缺這個東西，我在想這個我在想 **business model** 就是授權的模式，讓我們來構思一種怎麼透過營業、合法的方式，讓微軟或是我們到時候再去談別家，跟這些 **IC** 設計公司能夠配合，做出這個 **Hard device**，然後大家都有獲益空間，謝謝。

發言人四 台灣創意工廠 何○○

台灣創意工廠何○○，我還是提一下，我剛剛其實關所長跟吳教授提的我相當贊同，可是就是我們看國際應用跟在地是否一定是連結，我覺得其實在還沒確定那個 **algorithm** 的時候，事實上這邊才是創新的一塊，就是說他還是不確定的。所以有一塊是，現在其實在那個 **input** 到 **output** 的地方，其實如果 **input** 到 **output** 是固定的話，我想就是連結到國際。可是如果 **output** 是錯的，他是另外一個 **output**，其實反倒是我們追求的地方，就是那是一個新的 **algorithm** 出來，有可能去理解，所以它是另外一塊。

所以我覺得這一塊，事實上可以有一點點……如果在做一個新的現象或是創造新的 **community**，其實他的看法或是手法會不同，這請思考一下。這個會回到說剛剛吳教授有提一些做法，我覺得這是在

hardware 那一層，如果回到 software 跟 application 的話，事實上，是 cognitive 的，就是目前講的認知運算，其實是 HI 一直去突破認知的那一塊，因為有新的現象產生，所以我去 Push 他，變成一個 phenomenon、變成一個 scope，其實他的創造手法是這樣。所以那塊有時候出錯的部分反倒不一定是錯的，我覺得在一塊如果跟硬體搭配或許是比較好的。

另外如果在講 intelligence edge，我覺得建議是說資安這一塊，因為我還是很傳統的去資安這一塊，我想請說如果是 intelligent edge，有沒有機會把 trust machine 回到用戶的身上來 control？就是做回來給我們，我自己來 responsible 做這一塊。現在像 block trade 有一點這種味道，就是那種 Peer 上面來做這個事情，我不一定回到，今天太多資訊無法控制，我不知道多少資訊在上面，台灣要不要另一種方式回來解構，讓我們自己來 responsible，跟 machine 來合作，這才是真正的 intelligence edge，是我可以控制的，而不是今天要靠很多防毒軟體、很多的資安來做，我覺得這整體架構有可能也可以再思考一下，其實可以打開一些可能性，謝謝。

引言人 吳誠文教授

謝謝，幾位問題都發常好，我無法一一回答，我加兩個 comment 沒有時間講。第一個，emergent memory 非常重要，特別是 nonvolatile memory 對於 neuromorphic computing，未來是非常重要的。台灣正好有這樣的產業在，鼓勵大家要利用機會去發展。將來在 neuromorphic computing，我們的 memory，memory 其實在 reduce energy consumption，特別是 nonvolatile memory 也是個大機會。

至於說硬體跟應用軟體的結合，這個就是我們很痛的一個 culture 的問題。文漢說文化決定造化，如果我們不改變，造化就是這樣，機會在那就走不進去。我們有一些人有 data，就在等的時候，你能不能用我的 data 幫我做東西，讓我可以享受 AI？我們做硬體的廠商就是因為已經沉迷在過去規模經濟那種獲利的模式，沒有量我就沒有辦法幫你做，你要下單我要幾千萬顆才有辦法做，永遠講不通，永遠無法突破。

今天我們寄望，下午呂局長會提 IISC，有一個機制能夠把大家集合在一起，先不要談量，先把應用，我們的 vision 講清楚，不去談是否要 copy 他人模式，我們不去 copy 他人模式，可不可以 create 一個自己的一條路出來，一兩個應用，把 AI 帶進來，從 training data 的蒐集，generation model 的 training，有 model、有這個 algorithm 才可以得到好的 architecture，才能夠 come out with efficient 的 semiconductor，最好的 solution，能夠打敗全球其他人，也許這東西不是打敗，根本沒有人做過，台灣先做先進到市場，你才有辦法增加你的 growth margin，立了這個產業，各行各業都有可能，機會那麼多，不一定要去爭他人已經做的事情，我覺得這有可能，但因為我們的產業分工太清楚，沒有人有辦法放開心胸，所以這要靠政府。

引言人 徐清祥董事長：

根據剛剛那位來賓問的問題就是有關於 AI neuromorphic memory 的部分，現在目前 emerging memory 的發展對 AI 有很大的幫助，我想這個有一個滿好的消息就是 TSMC 明年會推出 MRAM，MRAM 是一種 emerging 的 nonvolatile memory 是速度快，density 又高但是 Power 又小。我相信，很多的大家

都想利用至少 MRAN 發想這個雛型想要用來取代 nonvolatile ，我想這剛剛關志克所長也提到 memory 這個電的發展對這 AI 有很大的幫助。

另外一個問題有關於剛剛提到資安是否可以在 Hard device 就處理掉，不要到系統端，這也是我們剛剛那個羅處長提到的，所謂的晶片指紋技術，也就是說每個系統若說可以有一個 unique ID 且不能被複製，以後系統跟系統、機器跟機器的認證由晶片指紋做到。就像人跟機器認證是用人的指紋，機器認證人的指紋之後才可以 approve 這個 access control。機器跟機器間的 communication，若機器本身有指紋就可以解決這樣的問題，不用到中心系統端去，所以我認為這是可以做到，而且從現在我們半導體科技看，晶片指紋是可以做到的技術，謝謝。

引言人 潘天佑副院長

我想回應一下剛剛精星科技的前輩提的問題。我來這邊我發誓我不為微軟打廣告，不過問題直接問微軟我要講一下。微軟公司很簡單，微軟永遠都是靠 partner，你想想看以前 PC 時代為什麼會有，微軟就是把很多東西 open 出來。

大家 partner 一起做、大家一起賺錢，微軟的 basic model 從來沒有改變過，所以微軟是迫不及待想要分享雲上的所有技術，想要分享雲上面所有的 Parameters，大家一起能夠可以把 AI 的 industry 弄好，微軟他橫豎不會是一個 IC 公司，它也不會是 design 它自己的 chip，所以微軟還是要繼續跟台灣產業有巨大聯合，大家一起合作賺錢。

您剛剛提到能不能授權，微軟求之不得，同時我覺得不只微軟如此，你去數數看今天所謂在雲端強大的幾家外商公司，Amazon、Google、微軟、IBM 都一樣，他們都迫不及待的想要找夥伴，台灣是巨大、強大的夥伴 potential。所以我覺得，台灣的機會裡面有很大的原因在於，這一些雲端的大咖都想要跟台灣合作，只是這兩天其實我從很多報告中，不太看到例如跟 Microsoft、Google、Amazon 怎麼合作的議題，我是微軟的人不好意思老是提這件事情，但我覺得這是重要的策略。

另外提到 AI 在 semiconductor 這個領域的機會，剛剛有提到例如 AI Processor，這個我完全同意，當然那比較是一個 B2B 的競爭，競爭非常激烈。另外在 edge 端，很多的 function chips 裡面是不是可以增加 AI engine，讓 edge 有更大的 AI 的主導力，不要讓所有東西都在 cloud 端，這是很合理的方向。但我想提出一點，其實 AI 還可以幫助 semiconductor 領域中的 process 與 design，例如 wafer 的 yield，wafer 上面怎麼去找 defect，他其實是一個 computer vision 的問題。所以科學園區也有廠商跟微軟亞洲研究院已經在合作這一塊，怎麼用 computer vision 提高每一個 wafer 上的 yield，我想這個機會是無窮。

引言人 關志克所長

所以，我覺得我們現在做 DNN chip 這件事情，我覺得我們要再多討論，不曉得大家有沒有聽出來？吳教授，現在這個普通的座談會要讓它 lively 就要讓它有 debate，吳教授的意思是要走比較 analog 的形式，就是說用 memory、system 去做，這個其實已經有人驗證過，獲得一定的成果，現在大部分的主流，包括吳教授講的，我們是用 digital 方式在模擬剛剛講 DNN 的 model。

DNN model 不難，為什麼什麼 algorithms 還沒有定死，這是錯誤的觀念，老早就定死了，出來就那個樣子，我剛剛講的 DNN model 就是一些乘法、加法就出來了。你要做一個 processor 可以乘法、加法計，跟 memory 的 access 可以做到有效率，你就是做了很好的 digital DNN inference processor，這個沒有什麼學問，我來看這比以前 GPU 簡單很多。GPU 那時候很困難是因為你要懂 3D graphics 又要懂 architecture 很少，這時候我已經把它跟 extraction 講好了，就是那個樣子，就是一堆乘法計跟加法計，你只要用一堆不同的 DNN model，最後 reduce 都是像那個樣子，無所謂什麼 algorithms 還沒有定死，出來的結果就是那樣子，現在是在比說你可不可以把 piercing 用到最高、memory 進來很快，主要在比這件事情，當然剛剛說的 low power 不在話下。

所以我覺得 digital 的 approach 可能競爭會非常激烈，大家的 idea 現在我看過來主要就那些 idea，現在看過來大概就那些 idea，主要難的就是 compiler，就是一個非常大規模的，數百層的 DNN model 你怎麼把那些運算安排在 DNN processor 上面然後很順，然後也不會有人空檔等等，這些功能。但是這是 digital 的 approach，那吳教授在推廣的是，幹嘛無緣無故把這些資料，像 neural network 上面的 weight 把它用 digital 的形式來表示，一來就要 32 個 bit、16 bits 好麻煩喔，可不可以用一個 analog 的值直接就用了，多省阿，我以前要做一個 32 bits 的 multiplier，它那個只要 register 一過去就叫做一個 multiplication，當然省了很多啊，6 order 的 magnitude，他剛剛有提到現在好像台灣有做 MRAN 的技術，可不可以這樣結合，是一個異軍突起，就是一個 analog 的方式來解決這個問題？

這就是看，這其實說要推給政府並不合理，這業者要出馬啦，業者說這太 risk 業者承擔，我覺得這不 fair，看到機會你要往前衝阿，你說不行你們先去試試看，我們再技轉給你，我覺得這不太合理，像這樣的技術我覺得也是有可行性的，的確是我們台灣人先來試一試，搞不好我們就試出來了，這個概念是存在的。所以簡單講做 DNN project 就這兩套，hardware、digital 跟 analog，這兩個去做。analog 不是我們是世界第一個，人家有 program 在做這件事情，有一定的成果，可以在製程上面去著墨，搞不好就讓我們突出來，傻傻往那條路去走就會有一個一定的結果。即使是像工研院這樣規劃出來還是有一點保守，我們還是採取這個 digital 的方式去做，就是把這個 information 跟大家 share 一下，天下大勢大概是長這樣子，你現在要在這邊競爭大概就這幾個方法可以做這樣子。

引言人 羅達生代處長

我再回應一下，因為問題很多，我總結說。有一位先進提到我們發展 AI，身為政府技術的政策參與、制定者，我們對 AI 看法，絕對不會從現有角度去看 AI 發展狀況，我們簡單說，這三天是注重的是晶片半導體的發展，以往從晶片發展到產品、服務甚至體驗，今天特別提出是未來 AI 的導入可能是反方向，要定義體驗，進而了解新的應用服務以及產品新的架構，回過頭來晶片設計是怎樣？之所以這樣講，在整個 AI 發展中讓我們了解到，我們不再是從既有角度、既有的立場看某一個產業發展，而是應該要更宏觀從不同的角度去看，這種思維其實了解到，我們的競爭不在同業裡面，而是在於異業結合對大家產生的威脅跟壓力，從這角度看，整個制定政策的方向跟今天探討的議題，可以宏觀的看，如何聚焦在共同所要解決的問題上發展不同的方式，因應並且擴大我們的優勢，這是我講的，就是我們怎麼做一個不同的政策角度調整，不只說看單一的 AI 或是說系統發展的問題。

另外其實剛剛也有業者提到，政府的規模，應該不是由我這角度看，但我是在座唯一的事務官，由我事務官的角度看，或許可以跟那位先進分享。從我的業務看，其實我們導入 AI 不為了替代多少業務人力，AI 的確對我們在做技術發展過程中，產生很大的影響，最大的影響就是技術發展過程中，我們會思考怎麼去做跨領域合作，這跨領域合作，基本上就對不同領域產生不同價值，這部份不僅把技術發展品質更好，同時產生的綜效也會更勝以往，這樣帶動產業的關聯效果也會比以往發展更為成熟穩健。

這樣的 AI 導人在相關過程中有別於以往不同的、面臨到的，所以可以產生不同的優勢。所以，不會說因為這樣的 AI 思考到業務縮編，而是如何利用 AI 讓既有業務做得更好，跟您簡單回應。

李世光部長：謝謝，我們大概還有一點點時間，大家還有問題要請教嗎？

發言人五

我想回應吳教授、關所長提的所謂的 Low energy，最近參加一個 Stanford seminar，聽他們在講，所以我想這邊跟大家分享，也許我了解有一點錯誤，剛剛關所長也談到，大家知道要把 computing 跟 memory 結合在一起變成同一個東西，可以對 AI 的運算是最快，因為 AI 我們發現最重要的問題是算起來很快，但是搬 memory 搬得很慢，就 HVM2，第二代把他跟那個 chip 放在一起的原因。我想這個是一個很好的想法，最近聽到更好的想法，就是剛剛關所長說的 analog，不要做 digital，做 analog，所以它有一個想法，就是一樣用 memory 的技術，但是不是用 MRAN 用 main system，我想很多人聽過 main system 這東西，他就是 memory 可以用 register 的形式來表示，所以就有辦法藉著控制電阻值來讓它變成類比東西，我覺得這部分是不是我們也應該要思考，除了 MRAN 之外，main system 是不是未來可以發展 memory 的思考方向，這是我的意見。

李世光部長：謝謝，還有沒有其他問題要請教或討論？看起來我們討論很充分，最後一分鐘，那沒有的話，喔還有，你還要討論要不要減少事務官嗎？

發言人六

政府還是小一點好。我想請 TSMC 這邊把 MRAN 相關的東西可能想辦法 copy 一下，讓大家有機會更了解，我 follow 這件事情，從 Qualcomm 合作時代就在 follow，我不曉得你們狀況怎麼樣，可以的話我認為這是很 promising 的路，我們也有興趣多一些參與，裡面當然對 AI 長期發展我認為有滿多可能性，包括 main system 也是有機會，我們也是這樣建議，謝謝。

李世光部長：那謝謝，現在十二點，先謝謝在座各位。