

科技部 函

地址：臺北市和平東路二段106號
聯絡人：劉芳君 科技研發管理師
電話：02-2737-7022
傳真：
電子信箱：fcliu@most.gov.tw

受文者：國立臺北科技大學

發文日期：中華民國110年9月2日
發文字號：科部自字第1100055541號
速別：普通件
密等及解密條件或保密期限：

附件：如文（110M0P000291_110D2022582-01.pdf、110M0P000291_110D2022583-01.pdf、110M0P000291_110D2022585-01.pdf、110M0P000291_110D2022584-01.odt）

主旨：本部「量子科技專案研究計畫」，自即日起受理申請，請於110年10月28日（星期四）前函送本部，逾期不予受理，請查照轉知。

本案校內申請至110.10.21(星期四)止，逾期恕不予受理。

說明：

- 一、旨揭計畫依本部補助專題研究計畫作業要點規定辦理，申請機構及計畫主持人務必先行詳閱本計畫徵求公告及相關附件各項規定說明。
- 二、本案徵求公告說明及申請規範請詳閱附件，或至本部網站（www.most.gov.tw）及自然司網頁（www.most.gov.tw/nat/ch）之公告區下載。
- 三、本計畫之執行期程擬自111年3月1日開始，本公告計畫經費係專款專用，未獲補助案件恕不受理申覆。
- 四、計畫徵求說明會暫訂於110年9月下旬舉辦，欲參加之人員請於9月15日前於下列網址報名：<https://bit.ly/110Qinfo>。



五、相關計畫內容疑問，請洽本部自然司，電話：(02)2737-7022。有關係統操作問題，請洽本部資訊處服務專線，電話：0800-212-058，(02)2737-7590、7591、7592。

正本：專題研究計畫受補助單位（共302單位）

副本：本部綜合規劃司、自然司、工程司、資訊處



部長吳政忠

裝

訂



線



科技部「量子科技專案計畫」徵求公告

一、計畫背景與目標：

量子電腦與量子通訊是當代量子科技中兩個最重要的應用領域，其概念是以量子力學中量子疊加(superposition)與量子糾纏(entanglement)等特性來進行邏輯運算或訊息傳遞。量子電腦被預期具有強大的運算能力，而量子通訊則具有高度保密性，因此已成為當今各國競相發展的科技，尤其未來在資安與國防、金融系統、新藥研發、新材料設計、新型人工智慧等重要科技領域將具無可取代的重要性，亦將帶來革命性的改變，故量子科技是我國必須投入的重要戰略科技。

近年隨著世界各國以及許多大型國際企業相繼積極投入量子科技的研發，使量子科技於近期有了突破性的發展。本部規劃透過本「量子科技專案計畫」，整合我國量子技術科研人才與資源，針對目前量子科技硬體與軟體之技術瓶頸，建立跨領域國家級研究團隊，開發具突破性的量子科技軟硬體關鍵技術，打造適合臺灣發展的路線，並為在地產業帶來典範性轉移。

本「量子科技專案計畫」為目標導向型專案計畫，擬公開徵求國內研究團隊針對量子科技硬體與軟體之核心技術瓶頸，提出具突破性的解決方案。在量子電腦與量子通訊之硬體技術方面，核心技術涵蓋量子位元、低溫電子電路系統、量子材料、量子光源與單光子偵測器以及量子通訊晶片等。在量子運算與量子密碼之軟體技術方面，則包括量子演算法、量子程式設計以及量子密碼與量子通訊協定等。

二、申請機構(及執行機構)及計畫主持人資格：

- (一)申請機構：符合本部補助專題研究計畫作業要點第二點規定者。
- (二)計畫主持人資格：符合本部補助專題研究計畫作業要點第三點規定者，但不含第二款之人員。

三、計畫徵求重點與研發方向說明：

本計畫研發重點分為三大研究面向(各面向詳細說明請見附件)：

- (一)通用量子電腦硬體技術：包含量子位元及建構以量子位元為基礎之量子電腦相關硬體技術。研究議題包含(但不限於)下列相關研究項目：「材料技術」、「量子位元設計與製作技術」與「量子

位元周邊控制電路與系統整合」。其中量子位元相關技術包括半導體與超導體等固態量子位元技術，及非固態系統但該技術必須具有可積體化、晶片化並具有可擴充性之量子位元技術。

(二)光量子技術：包含以光為基礎之量子運算與量子通訊等相關之硬體與軟體技術開發。研究議題將包含(但不限於)下列相關研究項目：「光量子運算」與「量子通訊」。

(三)量子科技軟體技術：包含量子電腦會使用到的軟體技術。研究議題將包含(但不限於)下列相關研究項目：「量子演算法」、「量子程式語言設計」、「密碼學與後量子密碼學」與「量子啟發應用計算」。

四、計畫構想書撰寫說明：

本計畫構想書除摘要及少數格式含中文外，均以英文撰寫，俾便進行國外審查作業。

(一)計畫摘要

請於中英文摘要中具體說明要解決的問題和技術突破點，以及與本專案計畫所推動之戰略研發目標的關聯性。

(二)計畫內容(頁數以 5 頁為原則)

此計畫為目標導向型計畫，是故總計畫內容須明確陳述整體總目標。計畫內容必須陳述各年研發目標、計畫規劃藍圖(roadmap)、國內外現況分析、欲達成之質化與量化技術指標、以及達成該指標之執行策略等要項。

(四)資源與專長整合：鼓勵籌組跨產學研、跨專長的研究團隊，高挑戰性的目標需要更全面的資源與專長整合方能達成，相關規劃須於計畫書中具體敘明。

四、申請注意事項：

(一)申請方式：

自即日起接受申請，計畫構想書格式請見附檔，請以英文撰寫後上載至專題計畫書表格 CM03。申請機構須完成線上申請作業，並檢附相關申請文件於 110 年 10 月 28 日(星期四)前函送本部(以發函日期為準)，逾期不予受理。

(二)計畫執行期限程：

自 111 年 3 月 1 日起，至多五年。

(三)研究計畫類型：

本計畫得申請多年期研究計畫。除通用量子電腦硬體技術之「量子位元設計與製作技術」及「量子位元周邊控制電路與系統整合」項目以單一整合型研究計畫為限外，其他符合前述三大研究面向之計畫得為個別型或單一整合型。單一整合型之總計畫及所有子計畫全部書寫於一份計畫書，且應詳實註明總計畫與子計畫之研究主題，各計畫亦需具備高整合性、明確的執行藍圖與計畫目標。子計畫數目以不超過六個為限，並由總計畫主持人之服務機關提出申請。未依規定申請者，恕不予受理審查。

(四)計畫經費：

個別型計畫每年度申請總額以不超過 1,000 萬元為原則。

單一整合型計畫每年度申請總額以不超過 3,000 萬元為原則。

以上計畫若有超過一千萬之大型設備，另案考量。

(五)線上系統：

計畫主持人請至科技部網站 (<http://www.most.gov.tw>) 「學術研發服務網」，申請「專題類-隨到隨審計畫」，計畫類別「一般導向專案研究計畫」製作計畫書。計畫歸屬點選「自然」；學門代碼點選「M5112-量子科技」，子學門代碼依計畫所屬研究領域面向點選其中之一「M511201-通用量子電腦硬體技術、M511202-光量子技術、M511203-量子科技軟體技術」。

五、審查作業：

(一)採「構想書」及「完整計畫書」兩階段辦理。需要時，得邀請計畫主持人（團隊）進行簡報。構想書審查，將依本部專題研究計畫審查方式辦理。經審查程序後，構想書階段審查獲推薦者，本部將正式行文通知申請機構於期限內提送完整計畫書。

(二)審查重點：

- (1) 計畫提案之企圖心與本計畫欲突破技術規格項目之切合度。
- (2) 技術可行性：需提出具體分年技術藍圖(roadmap)規劃。
- (3) 新穎性與學術研究卓越。
- (4) 計畫主持人之執行力。
- (5) 團隊成員之互補性與跨領域、跨單位資源整合能力。

六、計畫核定：

- (一)為培育高階人才，得於研究計畫內提出計畫所需之博士級研究人員之員額申請。
- (二)為鼓勵計畫主持人能專注投入執行，本部得核給本專案研究計畫研究主持費最高每月新台幣 30,000(個別型計畫主持人)與 50,000(單一整合型計畫之總主持人)元。單一整合型計畫之子計畫主持人，本部得視計畫審查之結果，核給研究主持費最高每月新台幣 30,000 或 15,000 元。
- (三)總計畫及子計畫主持人於計畫執行期間僅得支領 1 份研究主持費，同一執行期限若同時執行 2 件以上，以最高額度計算，並得於不同計畫內採差額方式核給。
- (四)獲核定補助者列入本部研究案計畫件數計算，未獲補助者不得申覆。
- (五)獲補助之計畫如為多年期計畫，採多年期分年核定。

七、計畫執行、報告與考評：

- (一)為強化計畫效益與成果，本部將對執行計畫定期進行檢視，執行計畫主持人及其團隊必須配合提供計畫執行進度與成果報告，並出席定期工作會議或各項審查會議。
- (二)由本部籌組專家委員會，進行每年期中考核及全程期末考核，並依據期中考核結果作為調整次年度經費之參據。
- (三)如未依規定繳交報告，或執行成效未如預期且計畫主持人未盡力改善時，科技部得調減次年度經費或終止執行該計畫。
- (四)各年度所需經費如未獲立法院審議通過或經部分刪減，科技部得依審議情形調整補助經費。

八、其他注意事項

- (一)總計畫主持人限申請本專案計畫一件，並不得擔任本專案其他申請案之子計畫主持人。
- (二)計畫主持人與共同主持人有義務參加本「量子科技專案計畫」之相關學術應用推動活動以及成果發表會。成果發表時，除註明本部補助外，亦請註明本計畫名稱或計畫編號，且主持人須通知計畫推動辦公室，以利成果詳實紀錄備查。
- (三)本計畫之計畫主持人與團隊須配合量子科技科普教育平台網絡之整體推動規劃，包含參訪與網頁資訊提供等。

(四)本計畫之簽約、撥款、延期與變更、經費結報及報告繳交等應依本部補助專題研究計畫作業要點、本部補助專題研究計畫經費處理原則、專題研究計畫補助合約書與執行同意書及其他有關規定辦理。

(五)補助計畫經費當年度如有結餘，應如數繳回本部。

(六)本公告未盡事宜，應依本部補助專題研究計畫作業要點、本部補助專題研究計畫經費處理原則及其他相關法令規定辦理。

九、連絡窗口：

召集人：國立陽明交通大學電子物理系 張文豪教授

E-mail: whchang@mail.nctu.edu.tw

連絡人：劉芳君 科技研發管理師，Tel: 02-2737-7022，E-mail: fcliu@most.gov.tw

林雅雯 小姐，Tel: 02-2737-8012，E-mail: SOA170@most.gov.tw

附件：英文計畫構想書、研究領域說明

科技部 111 年度「量子科技專案計畫」說明附件(草案)

研究面向一：通用量子電腦硬體技術

壹、計畫背景及目的

量子電腦是透過量子位元的邏輯閘運作來達成通用型的運算。雖然量子電腦還在發展的前期，但因可廣泛且高速地解決傳統電腦難以有效運算的各式複雜及龐大的問題，也因此更受大家矚目。隨著量子位元數量及邏輯閘結構維度的大幅提高，量子位元的保真度(fidelity)及彼此的連結性(connectivity)都變得相當關鍵。考慮我國在半導體晶片製程、IC 設計與封裝技術具備良好基礎和大量專業人才，固態量子技術將是我國優先投入的選項。研究面向一——通用量子電腦硬體技術，其範圍涵蓋固態量子技術(以半導體、超導體或其他固態材料為基礎所建構量子位元為主體之相關技術)，亦包含可積體化、晶片化並具有可擴充性之非固態系統之量子位元技術，並區分為「材料技術」、「量子位元」、「控制/量測電路與系統整合」三大方向。本計畫目標發展此三大方向的關鍵技術，以利建構具運算能力之量子電腦。

貳、研究議題範疇

計畫研究議題將包含(但不限於)下列相關研究項目：

一. 材料技術：

具有長同調時間(coherent time)以及高保真度的量子位元是量子電腦運作的基石，而同調時間與保真度卻與量子位元的材料及其介面品質息息相關。以固態量子位元而言，材料技術涵蓋：超導材料製程技術、高純度矽-28 之合成技術與前驅物開發、低雜質絕緣層製程技術、以及其他可提升量子位元同調時間與保真度之材料與元件技術。具有開發成為新型態量子位元潛力之材料與技術亦包含於本研究項目。

二. 量子位元設計與製作技術：

量子位元除了具有長同調時間與高保真度，具有高連結性的多量子位元系統以及具有可積體化、晶片化以及擴充性亦是實現量子電腦運作的關鍵。本研究議題涵蓋：高保真度與長同調時間之量子位元設計與元件製作，以及多位元量子位元系統設計與製作。量子位

元之材料系統包含超導體與半導體等固態系統，亦包含非固態系統(如離子井等)但具備可積體化、晶片化以及擴充性之量子位元系統。

三. 量子位元周邊控制電路與系統整合：

量子電腦的運作是建立在可靠的多量子位元之寫入、控制與讀取的操作。然而，隨著量子位元數目的增加，其周邊控制的次系統電路之積體化設計，尤其是具備低溫環境操作以及各式量子位元與次系統之間的系統整合亦成為重要環節。本研究議題涵蓋：低溫互補式金氧半(cryo-CMOS)元件與電路設計(多通道 ADC、DAC、FPGA 及 GPU 等)、各式量子位元介面電路、次系統與各式量子位元間的整合介面及可行性架構研究、多位元/多通道之量子次系統連結架構之設計與製作、以及關鍵元件(如濾波、放大器等)與分析系統(微波源、網路分析儀及頻譜分析儀等)之開發。

研究面向二：光量子技術

壹、計畫背景及目的

光量子科技包含光量子運算與量子通訊。此二者具有許多共同之關鍵硬體技術（如光源、光學元件與偵測器等）。光量子運算具有室溫操作、不易受干擾(低噪)、不需真空環境、可直接與光纖網路連結等優點。但光量子位元難以限制保存在一固定位置，且光子並不會直接進行交互作用，是早期主要障礙。目前世界上光量子運算的技術進展相當快速，新創公司甚至宣示要推出高達百萬個光量子位元，以及以光量子位元為基礎的雲端運算平台。

量子通訊可以透過傳遞量子資訊以及量子密鑰分發(Quantum Key Distribution, QKD)協定來提升訊息傳遞的安全性，也可以利用量子技術(如利用量子糾纏特性)來提升資料傳輸效率。光子傳播的介質可以是光纖網路，也可以在自由空間或甚至衛星量子通訊。量子密鑰分發於 50 年前在美國貝爾實驗室得到概念性驗證後，至今世界先進國家已開始整合開發商轉的分發協定。雖然目前世界上量子密鑰分發網路的發展已有一定的成熟度，但分發協定這類與安全性相關的技術仍待國內自主開發與設計。另一方面，光在介質中傳遞難以避免受到衰減及雜訊干擾，實際量子網路常需要設置量子中繼器來增加量子資訊傳遞的距離以達成遠距糾纏，而技術上亦可使用量子錯誤更正或量子糾纏純化法來維持量子特性。

為強化我國之光量子技術及其涵蓋之關鍵技術，研究面向二——光量子技術涵蓋光量子運算以及量子通訊之硬體與軟體技術，藉此建立我國自主開發之光量子運算平台與量子通訊技術，以及與光量子相關之關鍵元件製作能力。

貳、研究議題範疇

計畫研究議題包含(但不限於)下列相關研究項目：

一. 光量子運算

光量子運算主要是由量子光源、光子線路(photonic circuit)以及單光子偵測器所構成。本研究議題涵蓋：量子光源，包含單光子源、糾纏光子源、光量子態產生源(壓縮態、連續變數態)等；光子線路則是根據不同的演算法設計，需可積體化為光量子晶片，以及可重置(reconfigurable)之光學元件；單光子偵測器則必須具有高效率、低雜訊以及高響應速度。

二. 量子通訊

量子通訊硬體技術亦包含光源與偵測器，依據長距離或短距離的應用，其光源與偵測器的要求規格亦不同；量子通訊軟體技術則是包含量子密鑰分發以及量子錯誤更正等技術。本研究議題包含量子通訊之硬體與軟體技術，涵蓋：量子光子源、高純度/高效率糾纏光子光源、光量子態產生器、具高探測效率/低暗計數之單光子偵測模組、具高儲存效率與長儲存時間之量子記憶體、晶片化密鑰位元收發模組、量子密鑰分發、量子糾纏純化等。

研究面向三：量子科技軟體技術

壹、計畫背景及目的

量子電腦被預期可執行一些比傳統演算法更有效率的演算法，如量子因數分解演算法、量子搜尋演算法等。此外，量子退火、量子絕熱和量子概算最佳化等利用量子力學的效應(如量子疊加態、量子穿隧效應)的演算法，隨著系統演化，將可得到傳統演算法無法作到的效果。應用這些量子演算法來處理實務上的問題，將會帶來新的計算科學革命。

然而，量子狀態容易因環境的干擾而散失同調性，且量子邏輯閘操作難以完美，將衍生更多雜訊。量子電腦如要實現一種有意義的量子計算(例如因數分解演算法)，每個邏輯閘的錯誤率勢必要遠低於 10^{-10} 。此等級的錯誤率僅靠物理方法實現仍極具挑戰性，因此需要利用量子錯誤更正碼的技術來保護量子態，藉此使量子運算能得到近似於理想的容錯量子計算(fault-tolerant quantum computation)。

而當量子位元數量規模逐漸增大後，以量子電路來描述要進行的量子運算將變得太複雜而不可行，將需進一步發展較高階的量子程式語言。可預期未來如量子計算機結構與量子作業系統等領域也將慢慢成形。因此本計畫也擬投入量子程式語言開發，藉此吸引更多研究者投入。

除此之外，目前普遍預期量子電腦會挑戰現今密碼系統的安全性。後量子密碼學即是開發能夠抵抗量子電腦攻擊的傳統演算法。後量子密碼學經過約二十年的研究已相對成熟，發展出許多具安全性的密碼系統(包含加密、簽章等)，並具備實務應用。然而隨著未來軟硬體技術的演進，仍有進一步研發的必要性。

目前量子電腦硬體發展雖尚未能實現預期的強大運算能力，然而應用量子科技軟體技術的發展卻刻不容緩。研究面向三—量子科技軟體技術將涵蓋演算法、軟體介面、程式語言、量子密碼學與後量子密碼學、以及量子模擬器與量子計算應用，藉此培育我國未來量子科技軟體技術高階人才，待量子電腦硬體技術更加成熟後，將可迅速接軌我國量子科技之全面發展。

貳、研究議題範疇

計畫研究議題包含(但不限於)下列相關研究項目：

一. 量子演算法

包含量子概算最佳化演算法、適用於雜訊中等規模量子電腦之量子演算法、Shor 演算法的高效實施、量子糾錯碼與容錯量子計算、高效能的古典數據量子化編碼和量子可觀察量讀取、及其他量子演算法基礎研究。

二. 量子電腦程式語言設計與使用者介面開發

包含量子程式語言的設計、量子程式的驗證與測試、及有效率的量子程式編譯器。使用者介面設計，主要涵蓋使用者與量子電腦、軟體或應用等互動的介面設計。

三. 量子密碼學與後量子密碼學

包含密碼學的後量子安全性、實用後量子密碼學、設備無關量子密碼學、量子多方安全計算與委任量子計算、及其他量子密碼基元與任務的基礎理論研究。

四. 量子啟發應用計算

包含量子電路的最佳化、量子化學能階結構分析、量子金融、量子機器學習、量子新藥與材料模擬、量子運輸管理、量子可逆電路合成演算法、量子退火、及其他量子啟發應用計算。

Research Proposal

Quantum Technology Program

量子科技專案研究計畫

Title of Proposal (Chinese) :

Title of Proposal (English) :

Project Period: March 1st, 2022 ~

Principal Investigator (Chinese) :

Principal Investigator (English) :

Participating Institutes:

Project Discipline _____

Table of Contents

Cover Page (Form CC00)

I.	General Information (Form CC01).....	1
II.	Multi-year Project Budget Request (Form CC02).....	2
III.	Project and Sub-project List (Form CC03).....	3
IV.	Abstract and Keywords (Form CC04).....	4
V.	Description of Proposed Research (Form CC05).....	5
VI.	Complementary Measures from the Involved Institutes (Form CC06)	6
VII.	Curriculum Vitae (Form CC07).....	7

Research Proposal

Quantum Technology Program

I . General Information

Application Number:

--

Title of Proposal	Chinese			
	English			
Name of Principle Investigator (PI)	Chinese		Position	
	English			
Institute/Department				
Project Period		February 1st, 2022 ~		
Project Discipline				
The First-year Budget Request			USD	
The Total Budget Request			USD	
Corresponding Person	Name: _____ (Chinese) _____ (English)			
	Mailing Address (Chinese): _____			
	Telephone: (Office) _____ (Home) _____ (Mobile) _____			
	Fax: _____ E-mail: _____			

Principal Investigators' Affidavit:

The research proposed in this grant application has not been financially supported by any funding agency. I am aware that any withholding, falsification, or misrepresentation of information could result in administrative actions such as the dismissal of an application or the suspension and/or termination of an award, as well as other possible punitive actions.

Signatures -- Principal Investigators: _____ Date: _____

Principal Investigators of the Sub-projects: _____

II . 1st-year and Total Project Budget Request:

unit: 1,000NTD

Project Year Category/Item	1 st Year (2022/03— 2023/02)	Sub-total	
General Expenses			
Personnel			
Consumables			
Travel expenses for invited international collaborator to this project (Taiwan inbound)			
Equipment			
International Travel Expenses (Taiwan outbound)			
Overhead			
Total (1USD=30NTD)	NTD____ (USD____)	NTD____ (USD____)	
Postdoctoral Research Fellows	____ person(s)	____ person(s)	
Other Financial Supports: Please indicate any other supports from participating institutes, industrial sectors, or other funding agencies. Leave the space below blank if not applicable.			
Name of funding Source	Category/Item of the funding	Amount Committed	Funding Period
Administrator Signature of funding source: _____ (please provide proof document(s) if the signature is not available)			

III. Project and Sub-project List

Categories	Name of PI	Institutute/ Department	Position	Project Title	Percentage of Time*
Main Project					
Sub-project 1					
Sub-project 2					
Sub-project 3					
Sub-project 4					
• • •					
• •					

**Percentage of time is defined here as the ratio of the hours devoted to this project to the total working hours per week for the PI.*

IV. Abstract and Keywords

(Formatting: font type: Times New Roman; size: 12 points; spacing: single-space; page limit: **1**)

Abstract

Keywords:

V. Description of Proposed Research

Please elaborate the overall proposal and also reason that why this research proposal is worth of being funded.

The contents should include, but not limit to, the background of the proposed studies, the Scientific/technological significance, the specific aims and the research approaches of the proposed project. Please also state the research capacities in terms of the involved research personnel and Institutes.

(Formatting: font type: Times New Roman; size:12 points; spacing: single-space; page limit: 5, including tables, figures and references)

VI. Complementary Measures from the Involved Institutes

Please describe any complementary measures from the involved Institutes.

The support for the project can be in the form of funds, space, and/or research manpower, etc.

(Formatting: font type: Times New Roman; size:12 points; spacing: single-space; page limit: **1**)

VII. Curriculum Vitae (CV)

(Required for all **PIs and co-PIs** of the main and sub-projects; **2-page** limit for each CV)

Each CV should include the following information:

1. General information (e.g. name, contact information, etc.)
2. Education.
3. Current position and relevant experience.
4. Fields of academic specialty.
5. Major awards and honors.
6. Publications, which are related to this proposal, in the past five years. They may include technical reports, patents, periodical articles, or books
7. Research projects executed in the past five years.