

科技部 函

機關地址：臺北市和平東路二段106號
聯絡人：黃士育 副研究員
電話：02-2737-7374
傳真：02-2737-7673
電子信箱：syuhuang@most.gov.tw

受文者：國立臺灣科技大學

發文日期：中華民國110年11月9日

發文字號：科部工字第1100067793號

速別：普通件

密等及解密條件或保密期限：

附件：如文(附件1 A095M0000Q0000000_110E0P000217_110D2027767-01.pdf、附件2 A095M0000Q0000000_110E0P000217_110D2027768-01.pdf、附件3 A095M0000Q0000000_110E0P000217_110D2027769-01.pdf、附件4 A095M0000Q0000000_110E0P000217_110D2027770-01.odt、附件5 A095M0000Q0000000_110E0P000217_110D2027771-01.odt)

主旨：本部工程司推動之「111年度工程司學門主題式計畫」，即日起受理申請，請於111年1月7日（星期五）前函送本部，逾期不予受理，請查照轉知。

說明：

- 一、依本部補助專題研究計畫作業要點規定辦理，申請機構及計畫申請人務必先行詳閱本計畫徵求公告及相關附件之各項規定。
- 二、本計畫全面實施線上申請，各類書表請務必至本部網站（<https://www.most.gov.tw>）進入「學術研發服務網」製作，申請機構及計畫主持人應依本部專題計畫申請期限提出申請。
- 三、本計畫未獲補助案件恕不受理申覆。
- 四、本計畫之徵求重點及相關申請須知等注意事項，請詳閱本部工程司網站(<https://www.most.gov.tw/eng/ch>)-最新消息。

正本：專題研究計畫受補助單位（共303單位）

副本：本部綜合規劃司、工程司(均含附件)



部長吳政忠

裝

訂



科技部工程司 111 年度學門主題式計畫徵求公告

壹、背景說明

工程司為鼓勵學門主動發掘前瞻技術之研究，特以重點出題方式研提學門主題式計畫題目，111 年度工程司經審查遴選出「精緻多元水資源利用策略之技術發展」及「有機無機奈米混成材料之界面工程與前瞻應用」作為本年度的學門主題式計畫之題目，希望透過多年期計畫來鼓勵學門學者勇於挑戰具前瞻性的研究，以深耕領域先進技術及培養該領域傑出研究團隊，並營造學門學者研發前瞻性技術之風氣。

貳、推動議題

工程司針對國內外產業現況之技術缺口、領域前瞻重點目標以及學界的優勢研發能量，推動之重點議題分項如下：

- 一、精緻多元水資源利用策略之技術發展 (詳參附件 1)
- 二、有機無機奈米混成材料之界面工程與前瞻應用 (詳參附件 2)

申請人研提之計畫內容必須符合上述主題所列之研發項目，研究團隊應著重於技術之創新以及國際上或產業上之影響力，並訂定明確指標規格，各研發項目、挑戰目標及各項審查、考評規範請參閱附件 1 及附件 2。

參、計畫申請、審查及核定

- 一、申請資格：符合科技部補助專題研究計畫作業要點之申請機構及計畫主持人資格者。
- 二、計畫類型：
 1. 本計畫研究型別僅接受三年期之單一整合型計畫之申請案(由總計畫主持人將所有子計畫彙整成一本計畫書，且至少需有 3 件子計畫(含總計畫主持人執行之子計畫)參與)為限。計畫經核定補助後，僅由總計畫主持人列入科技部專題研究計畫件數計算。
 2. 每位總計畫主持人以申請一件本學門主題式計畫為限，
 - (1) 申請「精緻多元水資源利用策略之技術發展」者，每群單一整合型計畫之申請經費以每年 900 萬元為上限。
 - (2) 申請「有機無機奈米混成材料之界面工程與前瞻應用」者，每群單一整合型計畫之申請經費以每年 600 萬元為上限。

三、計畫撰寫及申請程序：

1. 為鼓勵跨領域合作，強化整合之必要性，發揮整合型計畫之效益：
 - (1) 申請「精緻多元水資源利用策略之技術發展」者，將以補助跨學門(土木水利、環工、海洋與造船)之整合型計畫為優先考量。
 - (2) 申請「有機無機奈米混成材料之界面工程與前瞻應用」者，計畫團隊成員以高分子與纖維學門為主，並鼓勵跨領域(如結合材料學門或化工學門之學者)共同組成研究團隊。
 - (3) 請於表 CM04「四、整合型研究計畫項目及重點說明」中說明總主持人及各子計畫主持人之所屬學門、專長領域與分工合作規劃，以便審查委員瞭解是否符合上述要求。
2. 計畫類別請勾選「一般型研究計畫」，研究型別請勾選「整合型計畫」，計畫歸屬請勾選「工程司」，學門代碼請依計畫所屬領域點選：
 - (1) 申請「精緻多元水資源利用策略之技術發展」者，請依照計畫內容之主要研究主題以及計畫主持人之專長領域，擇一勾選「土木水利工程學門(E09)」、「環境工程學門(E11)」、或「海洋及造船工程學門(E80)」項下之學門代碼。
 - (2) 申請「有機無機奈米混成材料之界面工程與前瞻應用」者，請依照計畫內容之主要研究主題，勾選「高分子與纖維學門(E20)」項下或跨域之學門的學門代碼。
3. 申請時若有合作企業須一併檢附合作企業簽署之合作意願書(附件 1-1 或附件 2-1)，承諾要投入之經費、設備、研發人力、測試及應用驗證場域等。
4. 本學門主題式計畫為科技部工程司推動之重點工作，申請人應將本學門主題式計畫申請案列為第一優先執行。
5. 請於計畫名稱開頭加註「學門主題式計畫-」，以利識別此計畫為申請學門主題式計畫。
6. 計畫執行期間：申請時請以三年期計畫進行規劃與撰寫計畫內容；經審查通過之計畫，計畫執行期間最長為 111 年 8 月 1 日起至 114 年 7 月 31 日止；若核給多年期計畫者，將採分年核定方式，經逐年考評通過後，方核給下一年度計畫。
7. 計畫申請作業，自即日起接受申請，請申請人依科技部補助專題研究計畫作業要點相關規定，研提計畫申請書(採線上申請)。申請人之任職機構應於 111 年 1 月 7 日前函送科技部提出申請(請彙整造冊後專案函送)，逾期恕不受理。

四、審查、執行與考評規範

1. 審查方式包括書面初審及複審，複審若有必要時，將請計畫申請人進行簡報審查，並依審查結果及工程司該年度預算額度內擇優補助。
2. 計畫書內容中需明確掌握國內外標竿技術，並訂定技術里程碑、查核點、評量指標，以作為評審委員查核之依據。
3. 本計畫以每半年進行成果追蹤、查核及考評為原則，計畫主持人應配合工程司通知，接受相關管考所需填具資料或提供、發表、展示相關成果與報告，並每年參與研究成果發表，供工程司檢視執行情形。必要時將擇案進行實地訪視。各執行團隊須能實體展示計畫所開發之技術、系統或成果。
4. 計畫主持人於計畫執行期限截止後三個月內至科技部網站線上繳交完整版成果報告。

肆、其他注意事項：

- 一、欲申請本學門主題式計畫者，請先選洽該主題所屬學門召集人，藉以了解該主題之精神、審查重點及目標。

1. 精緻多元水資源利用策略之技術發展：

土木水利工程學門召集人

卿建業教授(國立臺灣大學土木工程學系暨研究所)

Tel：(02)33664328

E-mail： jyching@ntu.edu.tw

環境工程學門召集人

董瑞安教授(國立清華大學分析與環境科學研究所)

Tel：(03)5715131 分機 35569

E-mail： radoong@mx.nthu.edu.tw

海洋與造船工程學門召集人

蕭士俊教授(國立成功大學水利及海洋工程學系)

Tel：(06)2757575 分機 63262

E-mail： schsiao@mail.ncku.edu.tw

2. 有機無機奈米混成材料之界面工程與前瞻應用：

高分子與纖維學門召集人

何榮銘教授(國立清華大學化學工程學系(所))



Tel : (03)5738349

E-mail : rmho@mx.nthu.edu.tw

- 二、本計畫屬任務導向型專案計畫，若經審查後未獲推薦之計畫申請案，不得轉入學門大批專題研究計畫中審查。審查未獲通過之申請案，恕不接受申覆。
- 三、計畫成果發表除須註明科技部補助外，亦請註明本計畫名稱或計畫編號。
- 四、本計畫之簽約、撥款、延期與變更、經費報銷及報告繳交等應依科技部補助專題研究計畫作業要點、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、其餘未盡事宜，請依科技部頒定之補助專題研究計畫作業要點及其他相關規定辦理。
- 六、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。
- 七、對本公告內容若有任何疑問，請逕洽計畫承辦人員。

1. 精緻多元水資源利用策略之技術發展：

工程司土木水利工程、環境工程學門承辦人：李均 助理研究員

Tel : (02) 2737-7049

E-mail : pdl@most.gov.tw

工程司海洋及造船工程學門承辦人：簡志洪 助理研究員

Tel : (02) 2737-7276

E-mail : ch2chien@most.gov.tw

2. 有機無機奈米混成材料之界面工程與前瞻應用：

工程司高分子學門承辦人：程弘 副研究員

Tel : (02) 2737-7776

E-mail : hcheng@most.gov.tw

八、資訊系統操作問題，請逕洽科技部資訊系統客服人員，電話：

(02)27377590、27377591、27377592，電子郵件信箱：

misservice@most.gov.tw。

科技部工程司學門主題式計畫 「精緻多元水資源利用策略之技術發展」計畫徵求公告

一、計畫背景

在氣候變遷的影響下，水文條件特性改變、極端事件日益頻繁，近年來全世界洪旱的發生均有加劇的情勢。臺灣雖然年雨量高於世界平均、然降雨量因時空分布相當不平均，臺灣降雨約 78% 集中於每年 5 月至 10 月間之豐水期，11 月至翌年 4 月之枯水期僅佔 22%，另受島嶼地形特性支配，河川坡陡流急，約 60% 之降雨量直流入海，且水庫之庫容受限於狹窄河谷，蓄存不易，使得臺灣地區之水資源調配困難，每人每年可分配之用水量，甚至低於沙烏地阿拉伯等沙漠氣候國家，名列世界排名第 18 位的缺水地區。

2020 年臺灣梅雨季節短促雨情不佳，汛期也沒有颱風接近或登陸，水庫僅靠夏季陣雨補充，以致於水庫整體蓄水量不足，於十月中旬政府就啟動乾旱應變作為。根據水利署的資料，過去 20 年每年 6 月到隔年 2 月降雨量平均為 1778 公釐，前 10 年有 4 次低於平均值、後 10 年有 5 次，2021 年降雨量僅有 752 公釐，較平均雨量少了 1000 公釐，旱象比以往都更為險峻。2021 年春雨又為史上最低紀錄，梅雨水情也遠不如預期，以致目前旱象仍持續未解，全各地區進入不同程度的減壓供水、限水、停耕等情況，就水情狀況而言，2021 年可為自 1947 年以來最嚴重之乾旱事件。

由於臺灣特殊水文地文環境，過去水資源管理一向都面臨相當的挑戰。氣候變遷導致水文條件改變，容易造成地區性或季節性的乾旱，且隨著經濟產業的繁榮發展，臺灣地區的產業用水呈現逐年成長趨勢，再加上水庫老化及水資源開發不易等諸多因素的衝擊，水庫因淤積導致供水前能降低等因素，致引發乾旱缺水的風險升高，整體水資源供需情勢會更加嚴峻。由水資源開發管理的觀點，提供足夠的水源供給，不僅是人類賴以生存根本，也是影響各國經濟開發、能源發展與糧食安全的重要因素。

乾旱雖然屬自然災害，但主要因為降水量或水資源不足以滿足人類活動的需求，其影響範圍與時間都相對廣泛，因此在不同的水文災害中，乾旱相當容易造成最大的損失。乾旱簡而言之是長時間降雨量過少，導致水資源的短缺以致於造成社會及環境的衝擊。過去相關研究大致將乾旱定義分成四類：氣象 (meteorological) 乾旱、水文 (hydrological) 乾旱、農業 (agricultural) 乾旱及社會經濟



(socioeconomic)乾旱，但彼此間相互影響。由於其成因為資源缺乏，能採取的減災因應作為也相當受限，主要也為開源、節流、調度、備援及緊急應變等措施。

2021 年的抗旱因狀況緊急而未能基於相當科學基礎進行操作，各區水資源局於操作上均只能較為被動，只顧眼前問題，有無法通盤考慮之缺憾。在強化區域調度上的操作也多依據主觀判斷，水源或調度設施的運用操作多僅依照各水庫於規劃興建時之標的及功能運轉利用，未能基於科研分析即時調整。雖然 2021 年的抗旱因應作為難以苛責，但未來整體上應思考如何透過科技發展提供更多的協助。

本專案擬分別就水管理、水量、水質三個面向，聚焦「智慧水管理」、「創新水資源」、「廢水再利用」三個關鍵議題，發展精緻多元水資源利用管理技術，根本地降低氣候變遷下台灣水資源短缺的問題。

主題一：智慧水管理

基礎資料不足為水資源統計之一大考驗。長期以來我國重開發、輕管理的水資源政策，在隨著可開發水源日益減少、及產業用水需求越來越高的情況下，思維由開發逐漸轉向管理，但目前管理制度鬆散與關鍵數據殘缺不全或錯誤，欲依此欲進行精緻管理之目標，會有所困難，如何發展重要資料的觀測分析技術或分析方法，以健全國家水資源帳作為決策依據，是個重要思考面向。過去，台灣乾旱應變多以超越機率 90%或 95%的入流條件 Q90 或 Q95 進行分析，然今年的乾旱條件已經遠超過此一標準，因此多元水資源的即時監測、調控、及操作，成為重要的課題。根據即時監測資料更新各式供水與用水的統計值，以基於更新的統計值，進一步進行情境與策略最佳化的探討，提供決策支援，可協助以達到即時、精緻調控多元水資源的目標，也能對於未來抗旱有所幫助。氣象或水文資訊在於水資源設施操作上之角色益形重要，透過預知未來之入流條件，瞭解豐枯條件，以進行操作。由於水庫供水操作之主要原則為高流量時蓄水、低流量時存水，如已知未來條件水量豐沛，現有水庫則可增加供應，而反之則需量入為出，降低供水條件。以石門水庫為例，一年平均運轉 4.7 次，假設有足夠完整資訊，則可以增加有效供水量、減少水庫滿庫溢洪的機會。簡而言之，資訊在水資源調配與水庫操作的價值，並非實質增加水量，而是提供未來條件，避免過於保守或樂觀之操作而造成水資源浪費，以增加供水穩定性。

在氣候變遷衝擊下，不同風險下的水管理因應作為更為重要，應以類似今年極度缺水情境進行探討，建立一套能模擬極度缺水時較為完整的多元水資源的模型，模擬極度缺水之情境，以檢討我國現行的水資源政策及區域水資源調配策略，

並探討高科技及其他產業在極度缺水時所面臨的衝擊，作為規劃所用。相關分析需提出不同風險程度下的供水策略，雖然近年來已加入許多跨域調配設施，如板新二期及桃園新竹備援管線等，在抗旱策略上均扮演重要角色，然其操作規則、或是造成的風險分擔條件，卻未能依據水情進行探討。供水設施之單獨或聯合運用，區域水資源整體運用檢討，係結合同流域或不同流域之水源設施、以及規劃中新增水利設施聯合運用，除掌握各設施之供水潛能或其運用現況並確定聯合運用原則，除一般水源運用分析必備之相關基本資料，尚需考量各設施下游之輸水管路及彼此間之聯絡管線，以及用水節點之相關需水資料，方能達成聯合運用功能。又因其系統相當複雜，應慎選適用之模式，該模式必須具有可隨機架構新增水利設施之特性及水源運用計算功能，且模式可執行以旬或日為基礎之水文演算，以實際反映流域及區域內各河川及水利設施之流量分配問題。

主題二：創新水資源(海岸水庫)

在過去，以水源多元化規劃理念開發新興水資源，如海水淡化、水再生利用、雨水收集貯留、地下水補注回用、農業回歸水等，政府相關報告研究已經多有著墨。而未來，針對部份新興水源開發技術面的發展與支援，值得更多元的思考，「海岸水庫」即為一例，近年來已相繼在各國推廣。海岸水庫(或稱河口人工湖、海岸人工湖)的概念，乃於河口施作蓄水湖，將河川豐水期期間之逕流量蓄存於濱海區域，為自然水資源利用方式之一，可提供相當可觀的水資源。基本上，海岸水庫為淡水水庫，可靠近河口處取得持續川流之水資源，經由儲存設施將流入海洋的逕流或洪水儲存為一般的公共用水，其水質類似陸地水庫儲水，且較不受地形限制、庫址難尋、開發成本高、及環境保護等因素的影響，若其用地及水源取得可行，海岸水庫之水資源開發方式，不失為良好之新興儲水設施。

目前荷蘭、香港、中國、南韓、新加坡等地區均有興建及開發海岸水庫作為水資源蓄水運用之案例。世界首座海岸水庫為荷蘭 1993 年於須德海興建的阿夫魯戴克大堤，其將海劃分為二區塊，形成鹹水的瓦登海與淡水的艾瑟爾湖(Afsluitdijk)。第一座以飲用為目的的海岸水庫為香港於 1968 年興建完成的船灣淡水湖(Plover Cove)，其蓄水量約 2.3 億噸，大於臺灣石門水庫約 2.0 億噸的庫容。由各國相關案例可知，海岸水庫主要是將海灣、瀉湖予以封閉，或於海岸圍堤蓄水，與水庫及平原湖泊之興建方式相當類似，不同之處在於開發區位濱海，高程較接近海平面，所須面對之區域環境與河川上游水庫有相當差異。多數海岸水庫案例主要設置於靠近河口處，可直接收集原本將直接流入海域的水流或洪水，又或透過引流方式收集不同河川水流，藉以儲存淡水供民生用水、灌溉或工業所須；其築堤材料可為混凝土，泥土或具機動性之軟壩等。

主題三：廢水再利用

隨著台灣高科技產業的迅速發展，其用水需求也逐日攀升。除了水資源不足之問題外，因產業製程廢水成分複雜，廢水中存在許多無法被有效回收與再利用的重金屬（如 Cd、Pb、Hg 等），以及具有高度利用價值的稀有金屬（如 Co、Ru、In 等）。因此，藉由水資源的有效處理與回收技術的開發，達到多元的水資源利用，同時透過智慧平台，將廢水轉變為再生水，並將水中稀有金屬有效回收再利用，不僅能舒緩台灣產業用水逐漸缺乏之問題，更能進一步達到資源永續性之循環經濟。

我國近年來積極推動以都市污水、工業廢水之回收再利用作為新興水資源，並訂定「民國 120 年時，再生水供應量達 132 萬噸/日」，此顯示再生水處理及研究，為我國水研究重要議題。以現有污水處理廠而言，包含 57 座都市污水處理廠，日處理量達 395 萬噸都市廢水；42 座工業區污水處理廠，日處理量達 360 萬噸工業廢水，以及 11 座科學園區污水處理廠，日處理量達 37 萬噸工業廢水。惟目前已經規劃之 6 座都市污水再生廠總再生水量僅約 28 萬噸/日，距離「民國 120 年時，再生水供應量達 132 萬噸/日」仍有相當大的努力空間。

除了水資源利用，隨著綠色及循環經濟之發展，水處理及回收過程中的能資源消耗及回收議題日益受到重視。傳統水及廢水處理系統所需的能源耗量極大，以美國為例，水及廢水處理設施所需的能源用量約佔全國能源總使用量的 3-4%，因此有效的降低其能源使用量，是非常重要的研究議題；而廢污水中有許多可再資源化及資源化的有價物質，如有機物、氮、磷、及有價金屬等，均具回收利用或產生能源之潛力，美國國家科學委員會（NSF）及環保署（EPA）也持續關注水-能資源-循環經濟鏈結之議題，因此為達水與能資源回收再利用的目標，無論是以都市污水或工業廢污水為水源，皆須有創新與整體考量的思維，以達水與能資源回收再利用、節能、創能與再資源化之最終願景。

二、計畫目標與範圍

本專案為跨學門整合的計畫，研究議題如下：

1. 智慧水管理

針對這次乾旱，台灣目前的做法、是前述的多元手段(抗旱備援水井、伏流水開發、下游臨時取水等)，由各自為政且缺乏至整體思考的問題，缺乏系統性規劃整備。因此本計畫預期發展利用精緻與多元的水資源的調控的相關技術，主要推動之研究議題包含以下項目：

A. 智慧化國家水資源帳

長久以來，我國水資源的各式供水(水庫、河水、地下水)與用水(生活、工業、農業)的統計值(水資源帳)存在著諸多疑慮，肇因之一是我國水資源數據仍有許多改善空間。計畫預期提出改善目前水資源帳的相關作法，藉由過往資料與先進監測技術建立大數據，進一步結合機械學習，估算多元水資源供水與用水的統計值，更需考慮將高科技產業用水納入、成為一重要參考。

B. 多元水資源監測與調控

過去乾旱應變多以 Q90/Q95 進行分析，但這項作法今年有不合所需情形，以致於缺乏完整政策基準。因此計畫預計探討規劃上如何訂定水文條件，操作上如何根據即時監測資料更新各式供水與用水的統計值，以更新資料，進一步進行情境與策略最佳化的探討，以達到即時、精緻調控多元水資源的目標，此外水源之間彼此也有競合關係，在大量取用伏流水下，對於下游水量或地下水補助的影響為何，都需整體考量，以完整進行調控，本項調控可由國家整體經濟效益的基礎出發，特別考慮國家重點產業需求，以減少對於國家發展的衝擊。

C. 氣候變遷極端缺水風險模擬

類似這次的乾旱條件、或是更嚴重的情境下如何操作，需根據過往乾旱資料、以及考慮氣候變遷的降雨情境，建立一套較為完整的多元水資源的模型進行能模擬極度缺水相關策略模擬，用來檢討我國現行的水資源政策及區域水資源調配策略，並運用探討高科技及其他產業在極度缺水時所面臨的衝擊。

2. 創新水資源(海岸水庫)

海岸水庫建置概念和陸上水庫相似，惟設置高程接近海平面，因此所面臨之工程問題與上游水庫有所差異，且目前國內對海岸水庫工法與概念較不普及，推動上所遇阻力應較多。若要實際推行必須要適當推廣海岸水庫概念，並以嚴謹研究與完善評估成果為依據予以支援。彙整建置海岸水庫所須面臨之課題如下：

A. 海岸水庫水資源分析

探討確保模型架構準確以降低後續人員維護成本；並透過機器學習針對不易模擬的製程區端來模擬製程技術，擴大模型預測分析之應用範圍

B. 海岸水庫儲水品質分析

擬訂合適工法，堤防設計需考量「海水入侵」、「海水滲入」及「海水腐蝕」等問題、進行水庫「鹽度控制」之方式考量(引流位置或鹽度擴散評估)。另由於瀕臨海域，勢必面臨海水滲透之影響(海水越堤或底泥鹽分釋放)，致使所蓄積河水，逐漸增加其含鹽比例，甚至達到不堪使用之程度，因而控制水庫內之鹽分濃度於要求範圍內亦為關鍵課題。

C. 海岸水庫安全評估

配合海岸水庫庫址位置，進行「海域環境評估」，俾利作為海岸水庫規劃設計之參酌，此包含海象條件評估(波浪、潮流、風飛沙等)、海域底泥鹽度釋放量評估及極端海象條件影響評估等。藉此進行水庫型式評估(建置於岸邊河口、海岸或離岸型式考量)，建立完備的海岸水庫評估方法與流程，並建立作業化預警系統。

3. 廢水再利用

為達到廢水回收再利用的目標並滿足科技產業的需求，本研究計畫擬以脫鹽處理技術的精進，來發展多元水資源的廢水處理技術，同時開發具人工智慧之廢水處理技術平台，建構新世代循環型智慧多元水資源利用技術。主要推動之研究議題包含以下項目：

A. 智慧廢水水務管理技術

藉由物聯網蒐集廢水處理與回收系統中的大數據資料庫，結合機器學習、建立系統中的各項模型(如：材料模型、微生物模型)，並配合監控與回饋系統，與時俱進地改良各模型的精準度。基於這些與時俱進的模型，進一步針對不同廢水來源、進行水源與水質的最佳化，以提高系統的能資源效率。

B. 先進節能廢污水處理與回收技術

先進的廢水處理技術必須要能在低能耗的情況下，快速處理廢水中的難分解污染物或回收有價物質。如有可能，同時達到處理技術或產品的能資源化與水再生利用。並且針對不同廢水來源，開發最適化的廢水處理與回收技術，以因應不同環境及產業端需求。

C. 智慧節能之水-能資-循環廢水處理系統

透過廢水處理技術與光電催化系統，搭配智慧化通訊、感測、機器學習技術，提昇廢水處理廠的水-能資-循環系統的效能，並分析相關效能指標，評估該系統之可行性及穩定性，期望可有效將科技產業廢水轉換為再生水資源，並從中回收有價物質，朝向淨零排放的目標邁進。

三、計畫書撰寫說明

1. 本項學門主題式計畫申請時請以三年期計畫進行規劃，並以單一整合型計畫之方式提案。需說明總計畫與各子計畫間整合之邏輯與必要性，說明逐年執行內容與預計達成之目標與預期效益，並說明逐年查核點。
2. 計畫內容必須具備完整性、可行性與應用性，且需陳述國內外現狀、所欲達成之技術指標以及與世界技術水準同步（或超前）之情形。
3. 單一整合型計畫之申請經費以每年 900 萬元為上限。
4. 計畫書中需說明團隊成員組成、以及過去在循環型智慧水處理技術發展之技術項目，並說明團隊成員分工合作方式與其互補性。
5. 申請團隊之研究如需與業界銜接，當提出計畫書時，請於計畫內容簡述申請團隊與業界預計之合作方式。
6. 申請團隊之研究如需進行國際合作研發，必須填寫國際合作研究計畫資料表（申請書表 IM01-IM03），說明所洽談合作計畫內容與共同研發之進行方式、智財歸屬情形。
7. 若在計畫整合上需要協助，請聯繫學門召集人（土木水利：卿建業；環工：董瑞安；海洋與造船：蕭士俊）。

四、計畫內容審查與考核

（一）計畫審查重點

1. 計畫之研究主題必須具有關鍵性、創新性、可行性、及應用性。技術自主與國際領先程度為主要考量。
2. 總計畫與各子計畫間整合之邏輯性與必要性。
3. 為鼓勵跨領域合作，將以補助跨學門(土木水利、環工、海洋與造船)的整合型計畫為優先考量。
4. 團隊成員在循環型智慧水處理技術方面之資格與互補性。團隊成員應包含 45 歲以下之年輕學者擔任子計畫主持人或總計畫主持人。同時，鼓勵計畫團隊成員包括科技大學或私立大學年輕學者。

(二) 考評機制

1. 計畫主持人需以每 3 個月為期訂立詳細之技術里程碑、查核點、評量指標，以為評審委員查核之依據。此查核點須依審查委員意見從事修正。
2. 計畫預期的執行方向與進度。
3. 計畫產出及成果效益。
4. 所規劃技術突破之達成度及應用價值。
5. 培育年輕研究學者的成果。



科技部工程司學門主題式計畫 「有機無機奈米混成材料之界面工程與前瞻應用」計畫徵 求公告

一、計畫背景

材料化學為工業發展之核心關鍵，無論是光電能源、綠色化學、生醫科技、奈微機電製造等皆以材料化學為基礎。掌握上游關鍵材料及核心化學技術，乃是產業自主與創新科技及增值應用之源頭，如何達到上游材料化學之創新開發及高附加價值，為科技產業發展的重要一環。高分子材料的合成與加工技術的開發，毋庸置疑乃是二十世紀人類材料開發的里程碑，改變了世界的樣貌。邁入二十一世紀，高分子材料的新應用如高分子發光二極體、有機太陽能電池、液晶顯示材料、高分子光學超穎材料、高分子光阻、低介電高分子材料、高分子壓電與儲能材料、奈米中孔洞材料、生物醫用及 5G 高分子材料等皆有重大突破。其應用之關鍵往往在於如何有效結合高分子有機材料與金屬、陶瓷、半導體等無機材料的特性，達到加成放大功能性的效果與創新應用機能性元件的開發。

國內外之學界與業界皆投注相當大的資本，研發專屬的自主關鍵之有機與無機材料及建構有機無機混成材料製備之核心技術，以期能深耕領域先進技術之研發基礎，培養該領域傑出研究團隊，進而築起生產技術之高牆，研發前瞻性技術，創新應用於具挑戰的研究與前瞻性產業的開發。而有機無機混成材料製備核心技術之研發，其關鍵即在於有機無機奈米混成材料之界面工程的平台技術之建立，其成果的展現則在於如何實踐應用情境達到前瞻應用之創新性。

全球產官學致力於界面工程之研發已行之有年，如美國國家科學基金會 (NSF National Science Foundation) 即針對界面工程之研發具有特別之研發預算；美國明尼蘇達大學之 Center for Interfacial Engineering 聞名於世；美國華盛頓大學之 Center for Advanced Materials & Interfacial Engineering，其宗旨即在於如何利用界面工程開發新材料之前瞻應用；德國研究機構 Fraunhofer Institute for Interfacial Engineering 亦富盛名；產業界則將所開發的界面工程之平台技術視為公司研發的利器，如 3M 與 杜邦 研發中心即是依此平台技術為商業機密；日本之材料化學公司如三井與日立等大廠，則不遺餘力的將材料化學的界面工程與顯示、能源及半導體產業結合，以推廣其所產之商品的前瞻應用，上述之例子



不勝枚舉。我國為全球半導體生產與研發之重鎮，但卻尚無以界面工程開發新材料與前瞻應用之專門機構與研發中心，對此，我國更應積極思考如何深根此研發範疇，保持全球領導翹楚地位。

國內之產業以生產與製造見長，無論在光電顯示、綠色能源、生醫科技、奈微機電製造等，皆為國際的生產重鎮，精密製造之技術聞名遐邇，但歷來生產之獲利，則相對地受到材料化學的原創開發能力與原物料成本而受限，再者，對於以材料化學為研發核心的高科技高端應用之產業，由於產業本身的基礎研究能力薄弱或對基礎研究較不重視，關鍵材料供應受制於美日之材料化學生產大廠，特別是自主關鍵的原創有機、無機材料及其混成材料之生產與開發，因而使高科技產業的上中下游無法串連，缺乏自主整合研發的能力；大宗的泛用材料化學品（特別是高分子塑橡膠產業），則以量產與降低成本為獲利主軸，較缺乏對於高附加價值產品的開發。如何針對高科技高端應用產業，所需之有機無機混成材料的原創開發及前瞻性製備技術的建立，乃是國內產業深根與升級的首要之務。我國半導體生產與研發，毋庸置疑為全球半導體生產之重鎮，其機密製造之技術獨步全球，已凌駕美國 Intel 與韓國三星，如何深耕研發能量，保有領導地位，乃是當前之一大重要課題。半導體製程技術與前瞻應用其實涵蓋有機與無機之材料整合，其不可或缺之聚醯亞胺與光阻劑，實際上即為高分子材料所伴隨之材料化學的應用，具備創新性與前瞻性，實施之關鍵在於有機與無機之材料整合的界面工程。值得關注的是，我國一直以來並未特別強調半導體研發人才的培養，我國的半導體大廠台積電 TSMC，雖然已開始重視此一問題，但仍需要產官學之共同努力。如何培養跨域人才，使產業間之應用合作更為多元，乃是需要產官學界集思廣益之課題。

國內學界之材料化學研發能量，因歷史沿革，材料端較強調以金屬、陶瓷、半導體等無機材料為主軸的研發；化學端則以有機材料，特別是高分子材料的開發為依歸。對於無機新材料開發與有機化學製程的創新，國內學界於此二研究領域的研發能力皆相當的卓越，無機材料的研發落實於紮實的材料科學與工程、物理及奈微機電相關科系之訓練及學者的優異研究能力，我國之半導體生產的專業人才，其尖兵皆畢業於國內學界台清交成之材料系、電機系與物理系或相關科系的高材生，這些系所於全球之各類排名大多名列前五十名，研發能量不可謂不足。有機材料的研發，則受惠於化學化工相關科系的歷史淵源及長期的投入，因

而具備相當高的研發量能，學界台清交成之化工系、化學系與相關科系之世界排名亦多為五十名以內。以我國之人口與大學規模，材料化學之相關科系可於全球排名前五十，應具備相當大之研發動能，但材料化學之研發能量，則因材料端與化學端的缺乏交集，導致研發動能與成果無法呈現加成之效果。若能有效整合國內材料化學研發能量，跨域整合有機無機材料之基礎研究人才，培養我國半導體生產之跨域專業人才，我國於半導體產業不僅是生產與研發，亦可主導半導體產業上中下游之應用開發，將是我國半導體產業產官學之共同努力的目標。

二、計畫目標與範圍

為加速臺灣產業轉型升級，政府提出智慧機械、亞洲矽谷、綠能科技、生醫產業、國防產業、新農業及循環經濟等 5+2 產業創新計畫，作為驅動台灣下世代產業成長的核心，期使臺灣在美中之貿易戰及嚴重特殊傳染性肺炎疫情導致的全球經濟劇烈變動與供應鏈加速重組中，掌握全球供應鏈重組先機，成為未來全球經濟的關鍵力量。因應「6 大核心戰略產業」，科技部 110 年的施政目標，以十年作為一個思考政策的期間提出創新、包容、永續作為願景。在這樣的願景之下，對於以材料化學為研發重點的高科技高端應用之產業，科技部推動「A 世代前瞻半導體專案計畫」，針對半導體產業在未來十年所需的前瞻元件與材料、先進製程檢測等技術進行先期布局，並期望解決未來等效次奈米半導體量產技術之關鍵問題，維持台灣半導體產業持續領先的地位。而如何將半導體產業之上中下游整合，則為我國持續領導全球半導體產業的關鍵。其中「智慧機械」之智慧製造為半導體產業不可或缺的核心。

有機無機混成材料之原創開發及前瞻性製備技術的建立，乃是現今國內科技產業深根與升級不可或缺之要素，奈米化為有機無機混成材料與製程之開發成功與否的關鍵，如何於兩者之間產生預期之界面並於以優化，乃是達到奈米化效果及創新有機無機奈米混成材料應用的核心，而有機無機界面的建構與分析，則為材料混成結構設計與製備的基礎，所需之界面工程平台技術，乃是混成材料創新與應用開發的必要條件，因應補強關鍵技術缺口及呈現具體可行的應用情境與符合產業需求與具國際競爭力。

本計畫將以符合學門前瞻研究議題之有機無機奈米混成材料，其材料化學系統所需之界面工程為研究項目的聚焦，以平台技術的建立為目的，最終之目標

為跨領域整合之界面工程的創新與應用。配合政府超前部署推動 6 大核心戰略產業，把握後疫情時代全球經濟秩序重整的機會，以打造臺灣成為亞洲高階製造、高科技研發、半導體先進製程及綠能發展四大中心；特別是，聚焦於智慧製造所需要的材料化學製造平台，為半導體產業注入新血；讓我國產業成為國際供應鏈的可信賴夥伴，並替未來數十年的經濟發展打下穩固基礎。立足於國內材料化學研發能量之有效整合，積極培養我國半導體產業之跨域專業人才，透過半導體產業上中下游於應用上之創新研發與前瞻發展；展望未來本計畫擬以跨領域整合為依歸建立整合之模式，以期引領我國半導體產業之跨域合作之契機。合作模式之建立將以研究項目聚焦於(一)軟性電子元件之奈米混成材料的結構與型態設計及新穎材料組合的開發，(二)奈微機電製程之混成材料奈米多層結構的設計與新穎電漿化學於界面工程的開發。由基礎科研出發，以建立創新平台技術為目標，期許能開啟半導體產業之創新前瞻應用研發的大門。




(一) 軟性電子元件之奈米混成材料的結構與型態設計及新穎材料組合的開發

界面工程的創新與應用之焦點為軟質材料與有機無機電子材料之界面及奈米分散之無機有機複合材料之界面。研發重點為可撓曲性或可拉伸式有機電子元件之奈米混成材料的結構與型態設計與新穎有機無機材料組合的開發及超分子自組裝奈米混成材料之結構與型態的設計與新穎有機無機共聚合化學的開發。

(1) 智慧型自修復材料：軟性電子乃是次世代電子產業發展之方向，也是人機界面能有效結合的必須關鍵，透過其內部層與層間的界面工程的設計，使軟性電子如何在撓曲或拉伸形變下，仍能維持其內之混成材料與多層結構穩定性；軟質材料本身的機械特性、耐用性、耐熱性、尺寸安定性與耐化學藥品性等都需要有良好的設計來匹配所對應的軟性電子產業的需求，故日、韓、歐、美等先進的國家，無不積極投入研發能符合下一代軟性電子產品用之軟質材料。智慧型自修復材料具有的機械特性與修復特性即為其重要的研發焦點，可以透過結構設計的優化，調控自修復性能的動態交聯鍵，來提供自修復材料額外的機械特性與多功能應用性，而因為通過機械外力來破壞自修復材料內的動態鍵結是為一種能量耗散的機制，因此也能有效提高與其對應的軟質材料的破裂韌性和與其他層的界面韌性。即是讓所匹配的有機、無機材料形

成有效的複合界面，且能夠穩定此混合界面與具有受到外力後仍可修復的特性，有效提高重複撓曲、形變的可行性，是新穎有機無機材料的界面組合與軟性電子應用的關鍵橋樑，有鑑於此，智慧自修復材料之化學設計與研發，為發展軟性電子產業中不可或缺的關鍵材料。也是智慧製造之新穎檢測系統設計的基礎。

- 
- (2) **超分子化學與自組裝**：超分子化學為近年來之熱門研究課題，利用分子之間的非共價鍵結之作用力，達到自組裝結構與型態之操控；嵌段共聚合的概念，則提供自組裝形成奈米結構的有效途徑，同時也可扮演界面活性劑之功能，促進無機奈米粒子達到混成分散之效果。而軟性電子元件的應用結合了多層與不同構型的複合材料需求，乃是可撓曲與可拉伸有機電子元件的基石，不論是本質型或幾何型軟性電子，包括軟性電子研究中的可拉伸感測器、新穎電路設計、顯示器和能量擷取系統，主要皆是由獨特設計開發實現其前瞻應用。最重要的課題為有機無機混合的有效的分散，如何開發有機超分子和無機導電材料組合而成的複合材料，使其保有機械形變特性以及高導電性為其關鍵。透過幾何結構的設計，是現今可拉伸導電材料應用中最為廣泛的一種來實現有機與無機連結的方法。因此如何透過新穎超分子設計，經由新穎有機化學的方法，使有機材料以物理或化學的方式鍵結如奈米碳管、金屬奈米線、石墨烯等無機導電材料，形成預期之自組裝奈米混成材料的結構與型態，如奈米顆粒、線或網狀等微結構，來呈現所擬開發之材料的特性與應用功能，乃是多功能複合材料的研發與應用之核心，亦是軟性電子發展中不可或缺的一環。


(二) 奈微機電製程之混成材料奈米多層結構的設計與新穎電漿化學於界面工程的開發

界面工程的創新與應用之焦點為低介電高分子與半導體材料界面之界面工程的創新與應用。研發重點為混成材料奈米多層結構與型態的設計與新穎電漿化學的開發。

- (1) **混成材料之奈米多層結構與型態的設計**：混成材料之奈米多層結構與型態，乃是現今奈微機電製程與軟微影蝕刻的技術開發與創新的關鍵，展望下一世代，如何將有機與無機薄膜製程精緻與精密化，使元件達到短小輕薄的目標，將是領先科技發展的決勝點；低介電高分子與半導體材料之界面工程是

邁向目標的必要條件，目前以乾式製程為主要之選項，但隨著材料化學之創新發應用與開發，製程的智慧製造之新穎的觀念隨之衍生，如何將以無機半導體為核心之乾式製程的 top-down approaches 與以有機材料為核心之濕式製程的 bottom-up approaches 有效整合，將是奈微機電製程之多層結構的設計之新契機與前瞻創新的來源，亦即混成材料奈米低介電高分子與半導體材料界面之界面工程的創新與應用開發。如何整合奈微機電製程與軟微影蝕刻術運用於奈米多層結構與型態的製造，乃是晶圓代工產業的命脈。奈米圖案成型技術(nanopatterning)，即為有機無機界面工程平台技術，利用超分子自組裝結合微影蝕刻形成可精準控制之奈米薄膜，由於超分子如高分子材料，其自組裝所形成奈米微結構之多樣性，且結合高分子材料的易成膜與成形的加工優勢，使所建構之奈米圖案成型技術，具有多功能、簡易性、低成本與高效率等優點；結合有機無機界面工程之軟硬微影蝕刻；可研發具高深寬比之奈米多孔薄膜製備技術，建立高深寬比奈米柱陣列薄之製備技術，利用此拓撲形貌形成特殊的二維與三維圖案，引領相關研究領域之奈微機電製程之技術創新。此技術的建立乃為微機電智慧製造之前瞻創新的新契機之核心基礎。

- (2) 新穎電漿化學的開發：早期積體電路之製造，圖案轉移乃是由液態的化學品進行蝕刻去除材料，亦即所謂的濕式蝕刻法。然而，隨著半導體元件的微縮，晶片製造需要元件特徵尺寸之縮小以及深寬比之提高，使製程上的規格要求變得更加嚴苛。蝕刻製程中最重要的是各向異性，為確保轉移的圖形不被破壞，垂直方向蝕刻速率需要遠超過水平蝕刻速率。早期使用之濕式蝕刻為各向同性蝕刻，反觀乾式蝕刻(電漿蝕刻)，結合了帶電離子以及活性自由基因此可達到異向性；可透過電漿蝕刻，將曝光顯影之高分子(光阻劑)上的圖案轉移到基材上。例如：在互補式金屬氧化物半導體(CMOS)邏輯閘之製程，需要高深寬比的蝕刻輪廓、沒有蝕刻殘留物的閘極側壁以及對於保護層的最小蝕刻等製程技術。分時多工的電漿蝕刻配方(Bosch 法)，則透過在兩連續蝕刻步驟之間沉積一層聚合物來保護溝槽側壁，以達到 SF₆ 電漿對矽蝕刻的高深寬比。除此之外，透過多階段的圖形化所產生高解析度的圖形，可分為雙重曝光(double exposure)、雙重圖形化(double patterning)和自對準間隔物雙重圖形化，其中雙重圖形化又可稱作光刻-蝕刻-光刻-蝕刻(Litho-



Etch-Litho-Etch, LELE)工藝。過去十年，3D 的非平面電晶體，鳍式場效電晶體(finFET)，則成為了主流的邏輯閘結構設計。上述所有先進奈微機電(nano-MEMS)工藝；都包含了基於電漿的各向異性蝕刻製程，因此，調控乾式蝕刻反應器中的電漿特性，對於滿足元件嚴謹且具有挑戰性的規格要求來說至關重要。影響整體晶片性能的關鍵因素因此包括各向異性、均勻性、蝕刻與沉積之競合、線寬粗糙度(LWR)與邊緣粗糙度(LER)的控制以及電漿所致的損壞。電漿處理已經被證明對高分子表面改質成效顯著，例如表面微觀粗糙度處理、表面佈植化學官能基團、聚合反應、降解反應以及製備表面塗層等。以電漿聚合而言，透過產生共價鍵或是較短的化學鍵序列，可以使得兩分子鏈段以鏈延長作用或交聯作用相連，最後聚合成大分子量的高分子。在小分子量條件下，該物質的斷裂拉伸強度趨近於零，而隨著分子量的增加，拉伸強度會迅速提升並逐漸趨於平衡。由於分子的主要機械性質弱點通常位於缺乏共價鍵支持的鏈段末端，可以預測在分子量趨近於無限時，將達到該物質拉伸強度的漸進值。除了電漿處理造成物性的改變之外，電漿曝光於高分子表面的基本概念，為高分子鏈段被氣體電漿中的微粒子或分子碎片取代，從能量方面來看，電漿粒子(尤其是高能電子)以及電漿輻射的最大能量都比高分子鏈段間束縛能高一個數量級以上，所以在幾秒鐘的時間內即可在最外層高分子表面植入最大密度的官能基團。其關鍵技術之開發在於針對有機氣體有效運用反應離子蝕刻或是電漿蝕刻進行無機半導體基材之蝕刻或改質與有機高分子介電層的沉積之競合，達到最佳化之積體電路製造所需要的邏輯閘結構設計。

三、計畫書之撰寫與說明

原創性及前瞻性的製造平台技術之建立，深根與升級國內半導體產業之智慧製造。

(一) 軟性電子元件之奈米混成材料的結構與型態設計及新穎材料組合的開發

- (1) 智慧型自修復材料：智慧自修復材料與有機無機電子材料之界面工程平台技術的建立與驗證可撓曲性或可拉伸式有機電子元件的可靠度，提供原型驗證TRL4(原型組件及製程的設計、開發及實驗室等相關環境的測試或驗證。結果顯示可達到計畫或模型系統要求的性能指標)。開發智慧自修復材料並建立其原創性與前瞻性的製造平台技術，除了建構在原創有機、無機材料及其



混成材料之生產與開發，需達到與突破現今國際發展之指標，包含至少其極限抗拉強度 (ultimate tensile strength) 需達到 30 MPa 以上、材料斷裂伸長率 (elongation at break) 達到 1000% 以上、材料韌性 (toughness) 達 100 MJ m^{-3} 以上，而除了機械特性外，修復效率 (self-healing efficiency) 亦需達到 100% 以上，此外，其耐水、耐熱性、透明性，尺寸安定性與耐化學藥品性等特性，皆需根據所對應之軟性電子應用需求提出明確性能指標。而為了進一步驗證所發展之智慧自修復材料的泛用性，需要建立軟性電子原形驗證，須以自修復的軟質材料，來驗證其有機無機電子材料之間的界面穩定表現，針對但不限可包含在感測元件、電路設計、照明、顯示器或能量擷取系統等應用來作為驗證原型，但須達到該應用在現今國際上與文獻規格上的標準，此外需驗證原形在 1000 次以上重複撓曲或拉伸，仍能保有其元件效率之表現及其可靠度。綜合以上規格，來達到本計畫或模型系統要求的性能指標，補強關鍵技術缺口。

- (2) 超分子化學與自組裝：奈米分散之無機有機複合材料之界面工程平台技術的建立與驗證。新穎有機無機共聚合與超分子自組裝化學的開發，提供原型驗證 TRL4。建立與驗證奈米分散之無機有機複合材料之界面工程平台技術，其中必需結合有機無機、多層且不同構型的複合材料設計概念，透過幾何結構的設計與調控，運用新穎有機無機共聚合與超分子自組裝化學的開發是為重要關鍵技術，實現可拉伸導電材料有機與無機的連結。其規格需達到與突破現今國際發展之指標，包含至少其導電度 (conductivity) 達到 10000 S cm^{-1} 以上，片電阻 (sheet resistance) 達到 100 Ohm sq.^{-1} 以下，拉伸能力 (stretchability) 達到 200% 以上，以及楊氏模數 (Young's modulus) 達到 $\sim \text{Mpa}$ 等級。此外，為了進一步驗證所發展之有機無機共聚合與超分子自組裝化學的潛力，需要建立軟性電子原形驗證，來驗證其有機無機複合材料之奈米分散的情形，以及所形成的構型於可伸縮導電材料與其在可撓曲性或可拉伸式有機電子元件應用的可行性，針對但不限可包含在感測元件、電路設計、照明、顯示器或能量擷取系統等應用作為驗證原型，達到該應用在現今國際上與文獻規格上的標準。其可伸縮導電材料之驗證原型需達到大於 200% 的形變量測試下，仍能保有其原有的表現，綜合以上規格，來達到本計畫或模



型系統要求的性能指標，進而建立軟性電子產業鏈於智慧製造之關鍵技術平台。

(二) 奈微機電製程之混成材料奈米多層結構的設計與新穎電漿化學於界面工程的開發

(1) 混成材料之奈米多層結構與型態的設計：低介電高分子與半導體材料界面工程平台技術的建立與驗證，整合乾式製程與濕式製程，提供原型驗證 TRL4。開發低介電高分子與半導體材料界面的原創性與前瞻性的製造平台技術，除了建構在原創有機、無機材料及其混成奈米多層結構與型態的設計與生產，需達到與突破現今半導體製程所需具備的有機與無機薄膜製程精緻與精密化，使元件達到短小輕薄之指標，包含依據等效次奈米半導體量產技術所設定之相對尺寸與精準度之指標，根據所對應之奈微機電製程如十奈米、五奈米或甚至三奈米製程應用需求，提出以無機半導體為核心之乾式製程的 top-down approaches 與以有機材料為核心之濕式製程的 bottom-up approaches 有效整合之明確指標，如可研發之奈米薄膜有機無機層之厚度、其介面穩定性與強度、拓撲二維線寬之最小尺寸與三維圖案形貌深寬比，混成材料之奈米多層結構與型態的新穎設計，提供奈微機電製程之多層結構的設計之平台技術與創新前瞻的應用基礎，亦即混成材料奈米低介電高分子與半導體材料界面之界面工程的創新與應用開發。同時須進一步驗證所發展之平台技術的泛用性，建立原形驗證，進行實際場域應用，驗證乾式製程與濕式製程整合於邏輯開結構設計之優勢，來達到本計畫或模型系統要求的指標，開發新穎的關鍵核心技術。

(2) 新穎電漿化學的開發：對奈微機電製程之混成材料之奈米多層結構與型態建立其原創性與前瞻性的製造平台技術，運用新穎電漿化學的開發，並提供原型驗證 TRL4。根據所對應之奈微機電製程如十奈米、五奈米或甚至三奈米製程應用需求，著眼於整體晶片性能的關鍵，提出以乾式製程為核心之明確指標，如所使用之蝕刻劑 (etchants) 的特色與性價比與蝕刻與沉積之競合對於各向異性、均勻性、可製備之奈米薄膜有機無機層之成形厚度、線寬粗糙度(LWR)與邊緣粗糙度(LER)的控制以及電漿所致的損壞分析。進行之新穎電漿化學所提供奈微機電製程之介電層與半導體多層結構的設計之平台技術與創新前瞻應用的優勢，亦即混成材料奈米低介電高分子與半導體材料界

面之界面工程的創新與應用開發。同時須進一步驗證所發展之平台技術的泛用性，建立原形驗證，進行實際場域應用，驗證新穎電漿化學於乾式製程之邏輯開結構設計優勢，達到本計畫或模型系統要求的指標，開發新穎的關鍵核心技術。

四、計畫審查與考評

(一) 計畫審查重點

1. 本項學門主題式計畫以三年期計畫及單一整合型計畫之方式提案。每年 600 萬元為上限。整合型計畫之總計畫與子計畫的整體應用情境需加強說明，以強化整合之必要性。
2. 計畫核定採分年核定，每一年度之技術指標及目標需陳述進步性或應用連貫性。計畫經核定補助後，僅由總計畫主持人列入本部專題研究計畫件數計算。為鼓勵跨領域合作，單一整合型計畫之團隊成員以高分子與纖維學門為主，並鼓勵跨領域(如結合材料學門或化工學門之學者)共同組成研究團隊。
3. 計畫書應敘述國內外研究與技術發展現況、每年度預計達成之技術指標，並應以補強關鍵技術缺口、具有具體可行的應用情境、明確之產業需求為目的。研究主題須具有前瞻性、創新性及應用性，並結合學界研發能量及現有產業供應鏈。
4. 計畫書必須逐年陳述執行內容，以應用情境導引規劃多年期的技術平台發展藍圖，並具體說明階段性成果、研發成效、查核點與評量指標等。預期完成之工作項目與預期成果之妥適性，除一般性學術成果指標外，應提供具體平台技術指標，尤其是解決實務問題與產業應用之實務需求，為審查之重點。
5. 計畫主持人的研究績效產出、經驗、領導與協調能力；總計畫主持人須擔任子計畫主持人。計畫團隊之整體應用情境與整合性。預期完成之工作項目與預期成果之妥適性，尤其是解決實務問題的達成度。

(二) 考評機制規劃

1. 計畫執行團隊每年需配合本部進行成果追蹤、查核及考評，以確認年度經費補助額度，計畫執行期程屆滿時，將進行全程成果審查。必要時進行實地訪視，各執行團隊須能實體展示所開發之技術與系統成果，並出席年度成果審查會議。

2. 年度計畫執行績效未達預期目標，得動態調整或停止補助次年度計畫經費。計畫執行期間得視業務需要，請主持人提供研究成果或配合參與專案計畫推動之相關活動。
3. 期中年度考評：獲補助多年期計畫之計畫主持人應於每年計畫執行期滿前二個月至本部網站線上繳交執行(期中)報告；本部將對每一計畫之年度研究成果報告進行考評。
4. 全程計畫考評：計畫主持人於全程計畫執行期限截止後三個月內至科技部網站線上繳交研究成果報告；由學門邀請學者專家進行書面審查、現場訪視或召開成果評鑑會議。
5. 補助三年期之研究計畫，第三年需在應用場域進行實體展示，驗證開發之平台技術可導入產品應用。應著重預定開發之技術平台是否為業界所需，計畫是否為半導體產業之實際需求，若有業界參與將有助於計畫之通過。計畫執行於期中後應導入實際場域應用，可結合產業界共同開發。



附件、科技部工程司學門主題式計畫「精緻多元水資源利用策略之技術發展」

合作企業參與計畫意願書

本企業「公司名稱：_____」參與科技部工程司學門主題式計畫「精緻多元水資源利用策略之技術發展」（計畫名稱：_____，計畫總主持人：_____），同意並遵守下列合作事項：

- 一、…（投入經費…等等）
- 二、…（提供研究所需設備…等等）
- 三、…（投入研發人力，與計畫團隊共同進行研發…等等）
- 四、…（提供測試及應用驗證場域…等等）
- 五、…

本企業所提供之本計畫申請書內容及各項資料，皆與本企業現況及事實相符。如有不實情事，本企業願負一切責任。特此申明，以茲為憑。

此致

科技部

合作企業負責人：_____（簽章）

合作企業印鑑：

中華民國 年 月 日



附件、科技部工程司學門主題式計畫「有機無機奈米混成材料之界面工程與前瞻應用」

合作企業參與計畫意願書

企業「公司名稱：_____」參與科技部工程司學門主題式計畫「有機無機奈米混成材料之界面工程與前瞻應用」（計畫名稱：_____，計畫總主持人：_____），同意並遵守下列合作事項：

- 一、…（投入經費…等等）
- 二、…（提供研究所需設備…等等）
- 三、…（投入研發人力，與計畫團隊共同進行研發…等等）
- 四、…（提供測試及應用驗證場域…等等）
- 五、…

本企業所提供之本計畫申請書內容及各項資料，皆與本企業現況及事實相符。如有不實情事，本企業願負一切責任。特此申明，以茲為憑。

此致

科技部

合作企業負責人：_____（簽章）

合作企業印鑑：

中華民國 年 月 日

