

科技部工程司
「高熵合金原理及開發專案計畫」
計畫徵求公告

壹、前言

自古以來，人類所開發的合金以單一元素或化合物為主，並以此為應用。但高熵合金觀念則突破傳統限制，由至少五種主要元素來開發成具高混合熵(high mixing entropy)的高熵合金，因而形成無數高熵材料的研究空間。由於高熵合金非單一主要元素構成，若形成單相合金，即得無溶劑原子(solvent atoms)的全溶質原子基地(whole solute matrix)，若形成分相的合金，組成相通常也是此類基地。此類基地有別於傳統以一個元素為主的基地，具有嚴重晶格扭曲(severe lattice distortion)效應、緩慢擴散(slugish diffusion)效應以及雞尾酒(cocktail)效應，進而對微結構及性質產生深遠的影響。

適當的合金設計，可獲得獨特的性質或優越的綜合特性，例如超高強度、高耐蝕/耐磨性、抗高溫軟化、低溫強韌化、極高電阻、極低熱傳導、極低電阻溫度係數等。因此，高熵合金及其相關材料具有許多潛力的高階應用，涵蓋汽車、航太、光電、機械、刀模具、化工、核能、石油等工業之結構件及零組件。整體而言，傳統合金及材料在應用上性能不足而產生瓶頸時，即是高熵材料應用之所在。另外，重新檢視固態物理或物理冶金學的重要項目：如擴散、差排、晶界、疊差、再結晶、強化、疲勞、潛變、輻射損傷等，透過模擬分析、模型建立、理論推導及實驗驗證，對高熵合金產生創新的學術理論，進而引導更實用的開發，將深具價值。

近年來，高熵合金(high-entropy alloys, HEAs)及其相關材料(含高熵高分子、高熵陶瓷及複合材料)已成為新興材料領域，由於此領域在學術及應用方面充滿無限的機會，先進國家及開發中國家皆已投入其發展，由論文、會議、專刊及書籍的大幅增長可資佐證。

本專案計畫將聚焦於高熵合金原理探討及技術開發，尤其鼓勵具創新性、前瞻性及突破性之研究主題。

貳、計畫目標

一、開發學術與技術創新，深入學理探討，於本領域保持國際優勢與領航地位。

二、整合國內設備、人力與經費等資源，使有限之研發能量做有效之

運用與發揮。

三、加強研究團隊之建立，培養具整合與領導之研究人才，並藉由合作研究與交流，培養有興趣參與該研究領域之人才，以達到技術與精神之傳承。

四、對後續研發成果應用與推廣，進行瞭解與可行性評估。

參、計畫內容

一、計畫書內容應著重於創新性、前瞻性及突破性。計畫書中應具體說明國內外相關技術現況與比較分析、本計畫之優勢與研究之必要性，並詳細訂定里程碑、查核點、評量指標，以作為評審或查核之依據。

二、本專案計畫將對以下所列重點研究項目之已知的學理及不足之處進行深入研究，更對所探討主題的學術及應用影響效益有所評估，而後提出可行而有效益的方案，包括模擬計算、模型建立、理論推導及實驗驗證。

三、本專案計畫以高熵合金為主，重點研究項目包括：

(一)輕量型高熵合金之研發與性能評估：

透過各種合金設計的原理及策略，探討輕量型高熵合金，可涵跨Al、Mg、Ti、Li、Sc、B、Si等元素，探討其晶體結構、物性、室溫機性、與中高溫潛變特性。可藉由模擬研究，並配合熱力學之理論計算支持，互為應證。

(二)巨觀至奈米尺度的變形行為及機制研究：

透過各式尖端量測技術如高低溫臨場變形觀察，分析高熵合金巨觀、微觀、至奈米尺度之機械行為及變形機制。同時透過原子尺度模擬計算及模型建立，與實驗結果互為驗證，並釐清高熵合金結構特殊性與機械行為之關連。

(三)高性能多相高熵合金之開發：

許多高熵合金研究著重於簡單固溶合金(如FCC、BCC之結構)等基礎研究。但多相高熵合金非常有應用潛力。除FCC、BCC等基相外，可利用中間相或碳化物、氮化物的少量析出、散佈或大量交錯來增進性質。此研究可藉由相圖計算、模擬計算支持，互為應證。

(四)高性能高熵合金之環境誘導破壞與防治：

雖然許多高熵合金已經被報導具有優異的機械性能，若考慮其

服役環境，仍有諸多力學性能未被驗證與研究。透過分析高熵合金之腐蝕、應力腐蝕、與氫脆之破壞行為與機制，並以氫陷阱設計以及表面改質技術來提升高熵合金之抗環境誘導破壞能力，使其未來能夠直接導入實務應用。

(五)耐高溫環境的高熵合金：

以取代渦輪推動系統以及能源發電系統所需之葉輪片合金、轉盤合金、結構合金之超合金材料為目標。透過合金設計及發揮高熵材料四大核心效應，開發相對低成本低密度且具有高溫相穩定性、機械強度、耐潛變、耐疲勞和氧化腐蝕抵抗能力的高熵合金。可搭配微觀及巨觀力學模擬與實驗相互驗證，進而建立變形理論。

肆、計畫申請與審查

一、計畫申請注意事項

- (一)計畫之主持人與共同主持人資格必須符合本部補助專題研究計畫作業要點之規定。
- (二)計畫研提以整合型三年期計畫為限。
- (三)整合型計畫書須至少含三個分項計畫，總主持人至少須執行其中一個分項計畫，由總主持人彙整為一份計畫書，依本部專題計畫申請方式於線上提出，每件計畫每年申請金額以不超過800萬元為原則。
- (四)申請書採用本部一般專題研究計畫之計畫書格式。
- (五)全程執行期限自106年8月01日起至109年7月31日。
- (六)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」、學門代碼請勾選E9843(高熵合金原理及開發專案計畫)，以利作業。
- (七)計畫之總主持人列入本部專題研究計畫數計算。

二、計畫申請時程

計畫申請作業，自公告日起接受申請，申請人依本部補助專題研究計畫作業要點，研提計畫申請書(採線上申請)，申請人之任職機構須於106年3月15日(星期三)下午5時前函送本部(請彙整造冊後專案函送)，逾期不予受理。

三、計畫審查

審查作業包括初審及會議複審，如有必要將安排計畫主持人簡

報計畫內容。

四、其他

(一)本專案計畫無申覆機制。

(二)其他未盡事宜，依本部專題研究計畫作業要點及其他相關規定辦理。

伍、計畫考核

一、年度計畫結束前2個月，計畫總主持人應於本部系統中繳交期中成果報告。

二、研究進度及成果的審查結果，將列為下一年度是否繼續補助或調整經費的參考依據。

三、除計畫書中預期目標及查核項目外，研發成果包括高影響因子論文發表及應用潛力等，亦將列為查核之重點項目。

四、計畫全程(三年)結束時除應繳交結案報告外，並需展示研究成果，包括學術理論、關鍵性材料技術、專利或其他實體產品，視需要進行現場訪視或舉辦成果發表研討會。

陸、專案推動小組

專案召集人：

葉均蔚教授 清華大學材料科學工程學系

Tel：(03)571-9558

E-mail：jwyeh@mx.nthu.edu.tw

專案共同召集人：

高振宏教授 台灣大學材料科學與工程學系

Tel：(02)3366-3745

E-mail：crkao@ntu.edu.tw

材料學門承辦人：

劉春妙副研究員 科技部工程司

Tel：(02)2737-7526

E-mail：yvonne@most.gov.tw