



行星式球磨機也能上太空？

-簡述FRITSCH對NASA太空用奈米材料的貢獻

Summarized by: Utek International CO. LTD.

實驗背景：

FRITSCH位於NASA馬歇爾太空飛行中心的實驗室中，針對太空探險計劃與國際太空站所需的尖端材料，進行了一系列的研究，這些材料必須在能源儲存、發電特性與其他先進應用的領域上等，符合NASA相當嚴苛的要求，才得以應用在太空領域上。

實驗目的：

針對這樣的苛刻需求，尺寸均一的奈米材料是最重要的特性之一。然而，來料時的陶瓷粉末材料的尺寸不僅偏大且粒徑分布範圍過大，大大影響了最終的元件特性。

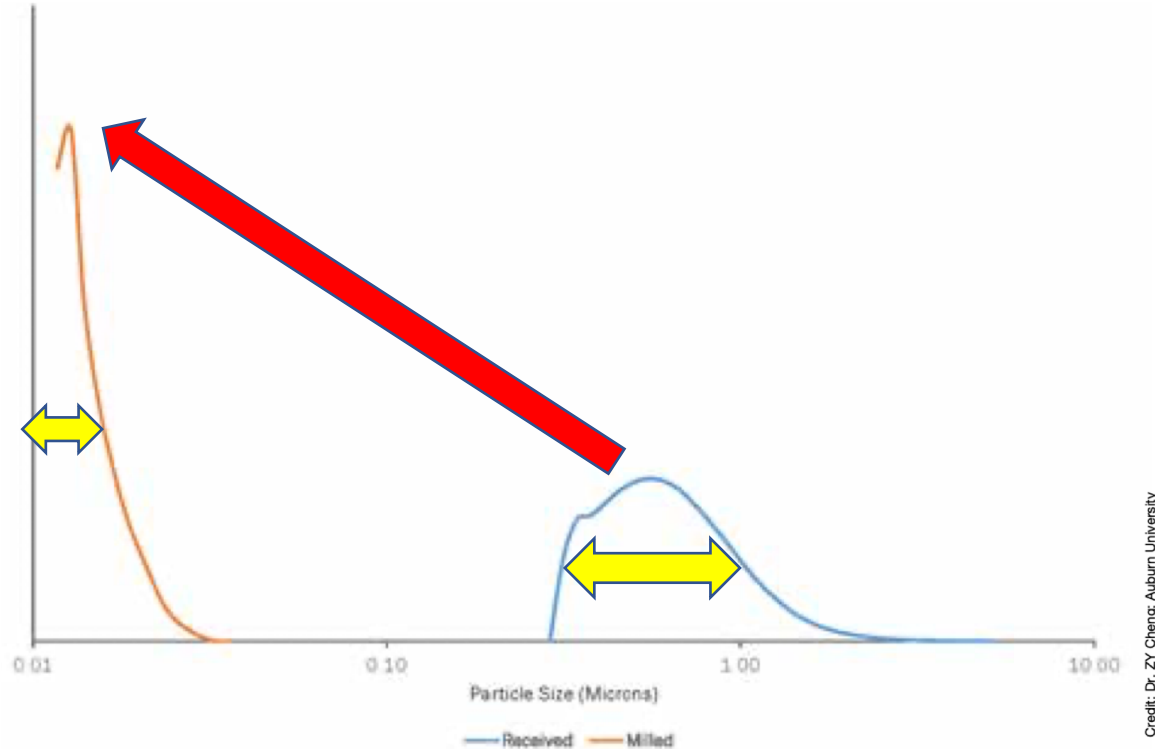
而行星式球磨機能否協助NASA達成這樣的要求呢？

實驗設備：

FRITSCH, PULVERISETTE 7 Premium Line (P7P)
此機型為雙罐式行星式球磨機，擁有業界最高
1,100rpm且創造出超高的95G力，能提供給樣品
最高的研磨細化能量。



實驗結果-粒徑分佈：



Credit: Dr. ZY Cheng, Auburn University

Figure 2. Particle size distribution curve of as-received and milled barium titanate nanopowders.

經過P7P研磨之後，由粒徑結果的比較中得知，不僅尺寸大幅度縮小，分布也呈現非常集中的現象，是非常令人滿意的結果。

實驗結果-超電容(ultracapacitor)研究：

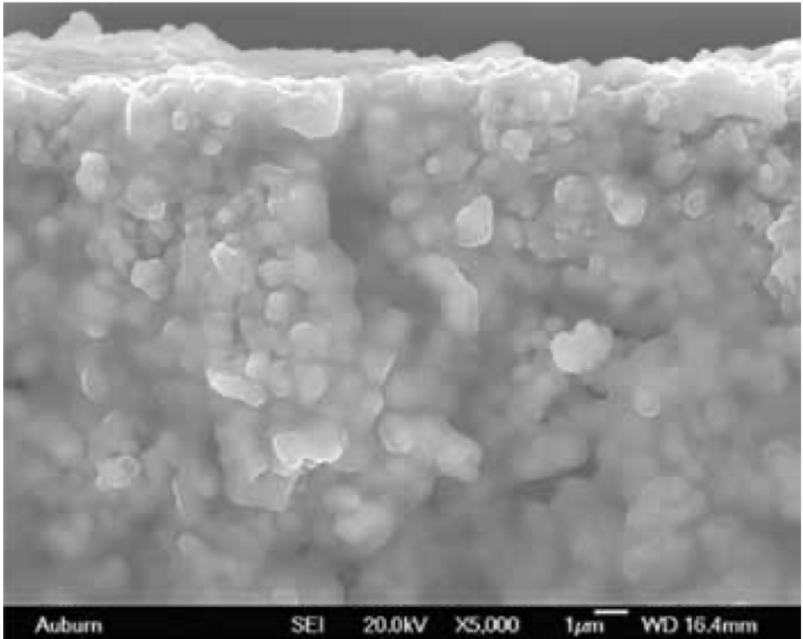
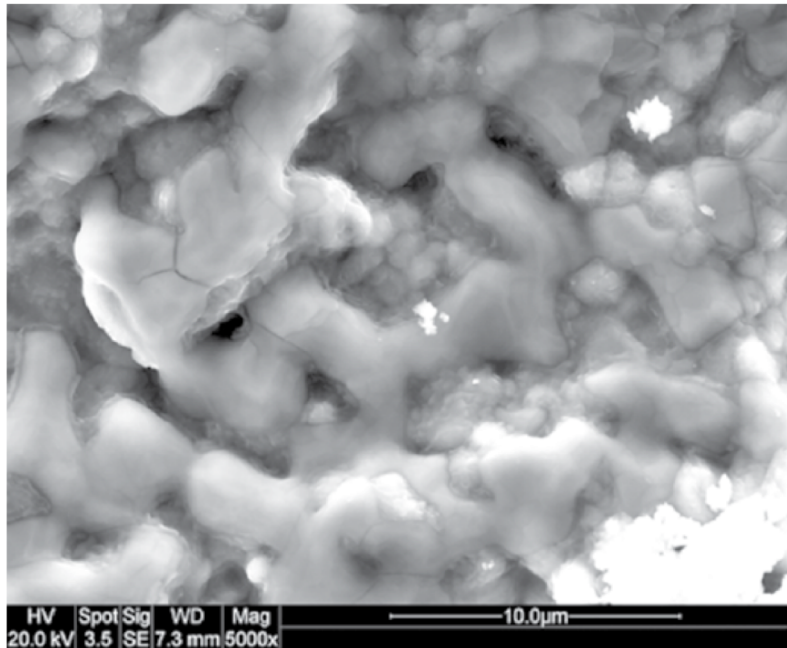


Figure 3. Scanning electron micrograph of a sintered ultracapacitor device, showing good sintered density resulting from uniform particle size.

以鈣鈦礦(Perovskite)為主要研究成份，希望能提高材料的晶粒邊界(grain boundary)以及燒結密度(sintered density)。

由左圖的SEM圖像來看，研磨後均一的奈米顆粒可以達成理想的燒結密度，並順利的製作為超電容元件。

實驗結果-熱電(thermoelectric)研究：



作為長途太空飛行的發電系統，電熱材料需要加入不同的摻雜物(dopant)以增加電導度並降低熱導度。

左圖的SEM圖像中，是以摻雜ZnO作為電熱元件，可以看到晶粒邊界的明顯增加，可藉此均一奈米材料做後續最佳化的調整。

實驗作者與期刊發表：

實驗發表於：**American Ceramic Society Bulletin,
Vol. 97, No. 2**

作者：Curtis W. Hill時任職於NASA馬歇爾太空飛行中心之資深材料工程師，聯絡方式為：curtis.w.hill@nasa.gov.

作者：Lee Allen時任職於NASA馬歇爾太空飛行中心之材料工程師，聯絡方式為：lee.r.allen@nasa.gov.