淡江時報 第 1138 期

王怡仁以振動獵能系統 入圍2021未來科技獎

淡江學術圈

航空太空工程學系教授王怡仁
學歷：美國喬治亞理工學院航太工程系博士、美國喬治亞理工學院航太工程系碩士、淡江大學航空系學士
專長領域：非線性振動、結構動力學、氣體彈性力學
研究方向：振動能源轉換系統、非線性結構動力學、旋翼機旋翼動力學
（文／淡江時報記者李沛育）

研究緣起

航空太空工程學系教授王怡仁日前以「風力及磁力驅動之壓電獵能系統研究」入圍「2021未來科技獎」，他以「振動」作為發電構想，設計一個透過風力驅動旋轉磁力裝置的彈性鋼片獵能系統，藉此收集氣流，例如直升機或多軸無人旋翼機飛行時的向下氣流，利用風力來驅動此獵能系統，未來能使之運用於日常生活之中。王怡仁說明，綠色能源技術的開發已是近年來時勢所趨，在眾多綠色能源中，全部都是希望能夠藉由大自然的循環來產生源源不絕的能源，而振動無處不在並時刻在生活中發生，因此利用振動來發電的振動能量收集器研究是十分熱門領域，若能控制及應用這些振動，將會是個取之不盡用之不竭的綠能科技。

研究歷程與特色

綠能科技中的振動能量收集系統或稱獵能系統（Vibration Energy Harvester，簡稱VEH），即是利用振動產生之能量轉換為電能之研究。「風力及磁力驅動之壓電獵能系統研究」是以風力驅動之旋轉磁力裝置，利用磁力的斥性，驅動一組側向的振動彈性鋼片，並以此機構的振動能為基礎，深入探討其電能轉換效益。王怡仁解釋，傳統的獵能系統是將壓電片放置於根部的單層彈性鋼片獵能系統（Single Elastic Steel Sheet VEH，簡稱SESS VEH），自己是從兒童發光鞋為發想，將傳統的獵能系統改良創新設計，除了利用風能驅動之搭載磁鐵的轉動機構，運用其斥力激擾另一黏著磁鐵及壓電片的傳統單一彈性鋼片獵能系統（SESS VEH），以達更大的受力及形變。他指出，本研究還嘗試利用此搭載磁鐵之轉動機構激擾一組兩片的彈性鋼片，其中一片搭載磁鐵，另一片則承載壓電片（Piezo-Patch，簡稱PZT），讓承載磁鐵的彈性鋼片去拍擊且激擾承載壓電片之發電主體的彈性鋼片，形成一組由兩片彈性鋼片所構成的雙

層彈性鋼片獵能系統（Double Elastic Steel Sheet VEH，簡稱DESS VEH），此裝置不但能獲取傳統獵能系統的電能，還能額外獲得鋼片受到拍擊力的電能，讓其發電效益能達到最大程度的利用與發揮。此設計可應用於直升機或多軸無人旋翼機之額外或是輔助發電，是綠能發電的最佳應用。（「風力及磁力驅動之壓電獵能系統研究」請見以下圖片和影片。）

王怡仁分享，自身的研究專長最早是直升機的尾流力學及氣體彈性力學，為能與業界應用接軌，就結合綠能趨勢，將研究方向改成與振動有關的主題，特別是非線性振動的現象分析，並在機器若能產生非線性振動的情況下，從事機械元件，機械儀器，機械設備的減振方面的研究；在偶然的機會下，發現近一、二十年來，利用振動以及壓電片的轉換機制，將振動能轉換為電能的研究成為顯學，因此結合自身專長、振動研究趨勢、綠能科技，以發展出「風力及磁力驅動之壓電獵能系統研究」。

他提及，振動現象在自然界其實是一直存在的，若能好好利用這些振動能源把它轉換成電能的話，那麼這對現在的綠能科技來說，其實是非常有幫助的，而這樣的系統稱為振動獵能系統，或振動能量擷取系統（Vibration Energy Harvester，簡稱VEH），但微小振動轉換電能效益不彰，因此希望系統能夠有比較大的振動，而比較大的振動意味著振幅就比較大，這方面的研究方向大多都能以非線性方式處理這樣的振動能量問題，「這些剛好跟我之前的非線性振動的研究可以連結起來，所以我就開始從事這方面的研究。我的主題，就是以裝置在直升機或是多軸旋翼無人機下方的振動能量擷取系統的研究，應能對綠能科技的發展提供貢獻，也是入圍2021科技部未來科技獎的原因。」

研究展望

目前王怡仁進行「無人直升機主旋翼振動頻率動態分析與驗證」產學合作，協助業界驗證無人機產品，協助通過國內民航規定。王怡仁說明，旋翼機具有垂直起降和滯空的能力，目前已經廣泛運用於軍事、醫療、治安、交通、運輸、休閒娛樂等各種用途，民航局於109年3月通過25公斤以上無人機生產的驗證規範，其目的就是要確保該款無人機的品質，因此透過這次的產學合作，以其驗證規範提供業界結構及動態分析，以學理為基礎，提供業界一套直升機結構分析的解決方案，以幫助業界發展具實用性商品，並提升品質及業者的競爭力。

王怡仁認為，產學合作是教師利用學術理論的基礎協助廠商解決一些實務上碰到的問題，可拉近教師的研究跟業界需求相互結合，並實現商品化的可能性，對學生而言，執行產學合作計畫可以讓同學們在畢業前能接觸業界的想法，也可以了解業界的生態，鼓勵同學可加入系上教師的產學合作計畫案，透過教師的研究團隊多認識業界發

展，還能發揮自身專業，是項一舉多得的事情。

對王怡仁來說，研究過程中最大的問題應該是跟廠商之間的溝通問題，他表示，曾遇過單位換算的誤解、遇到一個機械元件中內含材料多元複合元件，並要求出該元件的阻尼係數，因此與團隊成員思考突破方法，先以實驗方法量測出它的各項物理特性，再從數學公式反推，「解決方法看起來簡單，不過我們經過許多次的實驗，才得到滿意的結果。我個人覺得執行產學合作計畫除了具備學科的理論基礎外，還有初具規模的實驗室和經費支持，平常就要一點一滴的培養，才能完成產學合作案，感謝學校的支持、研發處的協助，讓研究能夠順利進行。」

未來方向

王怡仁除了產學合作外，也與航太系教師組成團隊申請國家太空中心（NSPO）之「小型科研探空火箭計畫」，他指出，太空一直是各國競逐的重要領域，發展太空科技是一條極其漫長的道路，臺灣學術和研究機構有一群專家默默地長期投入，如今已開花結果，因他們之前的投入讓臺灣在太空科技不至於落後先進國家太多，本校航太系於2016年成立太空科技實驗室進行太空科技研究，在固體燃料和火箭設計上缺乏系統性的設計及傳承，希望能透過該計畫幫助學生應用所學、建立本系在探空火箭研究的能量、建立國內學術界在科研探空火箭與實驗性酬載的研製團隊，並以飛行測試進行相關技術驗證，達成國內科研火箭工程、火箭關鍵元件和酬載科學儀器及實驗操作的研發能量，以培育我國新一代研發團隊進行科研探空火箭研發運作及建立系統工程能量。

風力及磁力驅動之壓電獵能系統的運作影片：https://youtu.be/CH6s14dE5XQ

研究聚焦

。近期研究計畫

1小型科研火箭研製(A) (2022/02/01~ 2023/01/31)

2.風力及磁電斥力驅動之壓電獵能系統理論及實驗研究 (2021/08/01~2022/07/31)

3.橫向振動之雙層彈性鋼片獵能系統效益分析 (2020/08/01~2021/07/31)

4.固體加力型混合式探空火箭之測試驗證平台火箭開發——固體加力型混合式探空火箭之測試驗證平台火箭開發(3/3) (2020/08/01~2021/07/31)

5.固體加力型混合式探空火箭之測試驗證平台火箭開發——固體加力型混合式探空火箭之測試驗證平台火箭開發(2/3) (2019/08/01~ 2020/07/31)

6.固體加力型混合式探空火箭之測試驗證平台火箭開發——固體加力型混合式探空火箭之測試驗證平台火箭開發(1/3) (2018/08/01~ 2019/07/31)

7.線性減振器與非線性能量槽於非線性樑之減振及穩定性研究
(2017/08/01~2018/07/31)

◦近期期刊論文

1.Flutter speed prediction by using deep learning, Advances in Mechanical Engineering 13(11), 2021/11/18
2.Analysis of double elastic steel wind driven magneto-electric vibration energy harvesting system, Sensors 21(21), 07364, 2021/11/05
3.Transverse vibration energy harvesting of double elastic steel, International Journal of Structural Stability and Dynamics 21(8), 2150113, 2021/04/16
4.Vibration reduction and stability analysis of damping rings on nonlinear free-free beam, Advances in Mechanical Engineering 12(12), 2020/12/01
5.Study of primary and internal resonance on 3D free-free double-section beam, Advances in Technology and Innovation 5(4), pp.270-291, 2020/09/01
6.Internal resonance analysis of a fluid-conveying tube resting on a nonlinear elastic foundation, The European Physical Journal Plus 135, 364, 2020/04/20
7.Analytical and experimental studies of double elastic steel sheet (DESS) vibration energy harvester system, Energies 13(7), 1793, 2020/04/08
8.Vibration Reduction of Damping Rings on 3D Nonlinear Multi-loaded Slender Beams, Journal of Chinese Society of Mechanical Engineers, Vol. 40, No.4, pp. 327-339 , 2019/08/01
9.Effects of nano-particle dampers on multi-walled carbon nanotubes with internal resonance, Journal of Applied Science and Engineering, Vol. 22, No.1, pp.103-117, 2019/03/01

◦近期產學合作計畫、展演

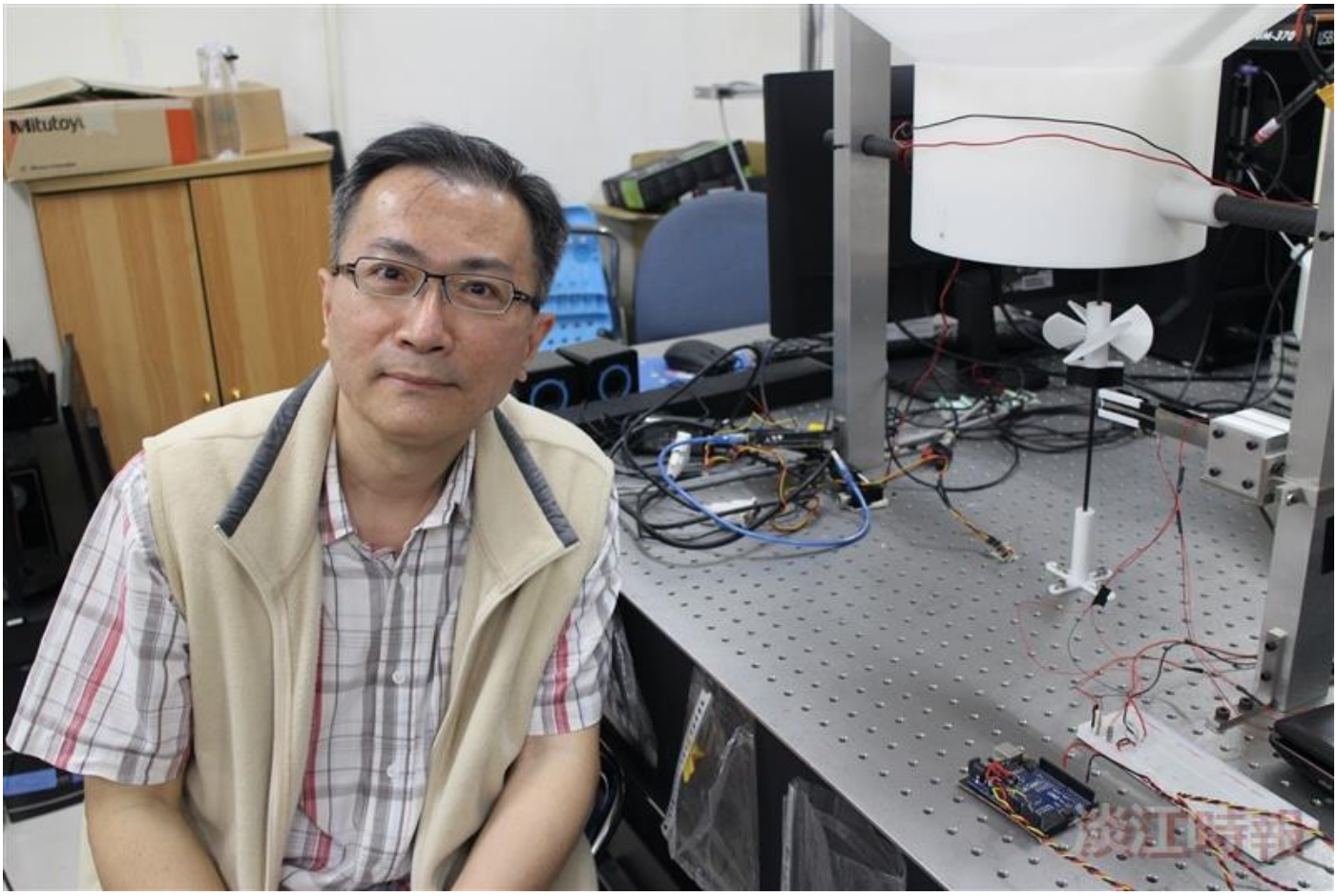
1.【2021未來科技獎入圍參展】風力及磁力驅動之壓電獵能系統研究 (2021/10/14~2021/10/24)
2.【產學合作】無人直升機主旋翼振動頻率動態分析與驗證
(2021/01/01~2021/12/31)
3.【產學合作】遙控直升機葉片設計準則公式與實作驗證

(2018/11/01~2019/10/31)

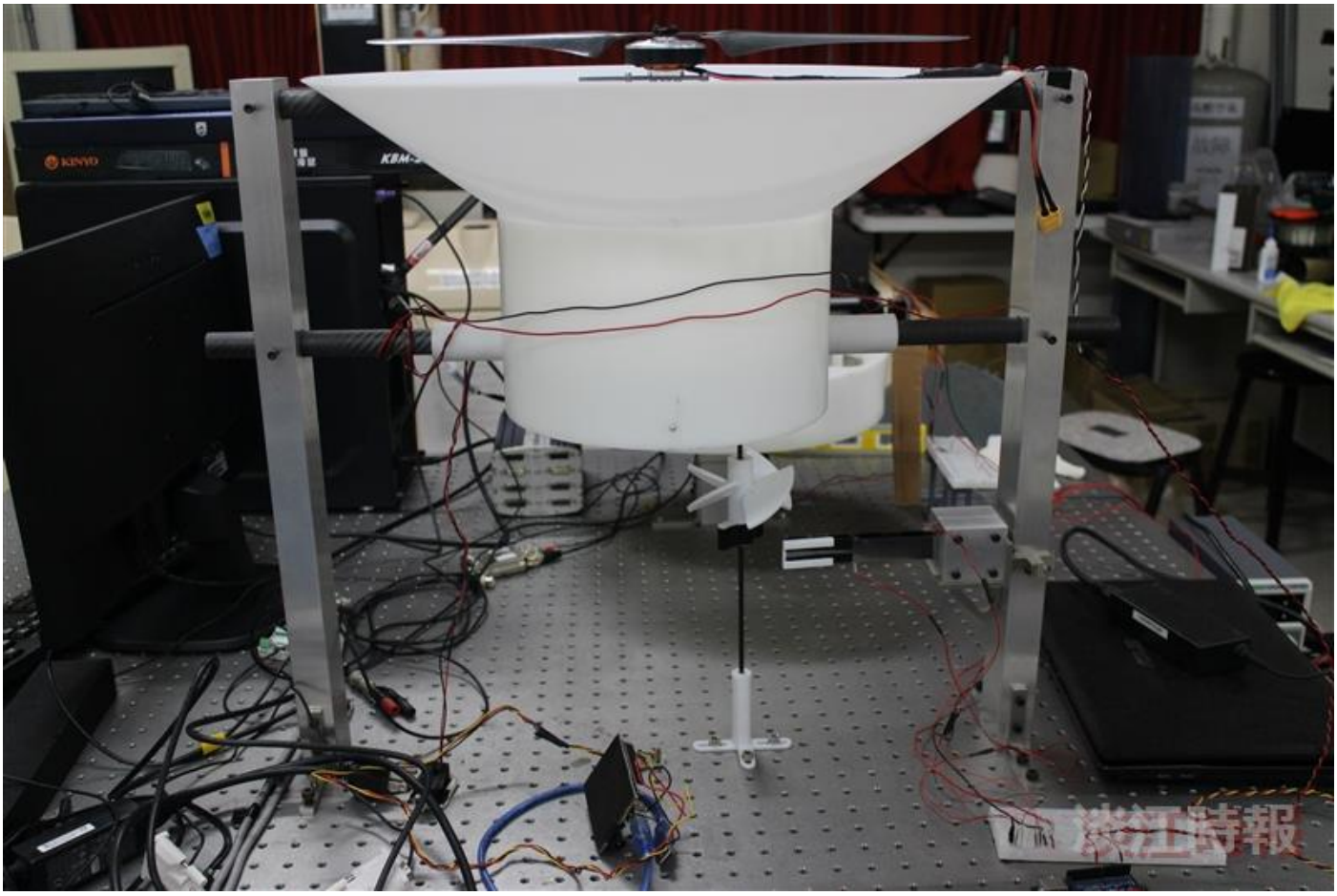
。近期獲獎榮譽

1. ICMAEE國際機電學會學術研討會 論文報告特優獎 (2021/10/23)
2. 入圍 2021 科技部未來科技展、應邀參展 (2021/08/30)
3. 科技部110年度補助大專校院研究獎勵 (2021/08/01)
4. 科技部109年度補助大專校院研究獎勵 (2020/08/01)
5. 科技部108年度補助大專校院研究獎勵 (2019/08/01)

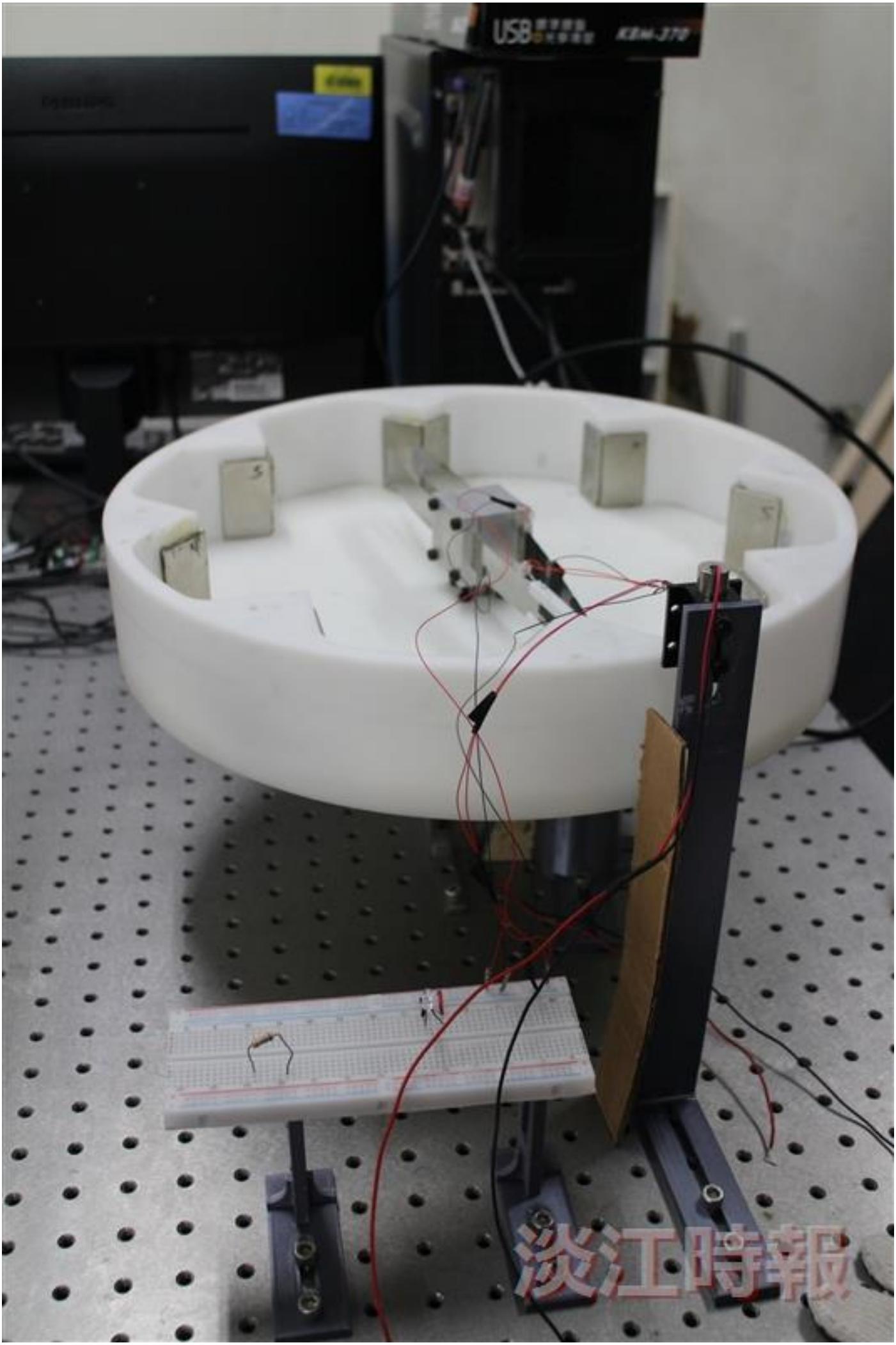
更多學術研究內容,請見王怡仁個人網頁（http://teacher.tku.edu.tw/PsnCat.aspx?t=psh_nati_sci_prj&u=t727487）查詢。

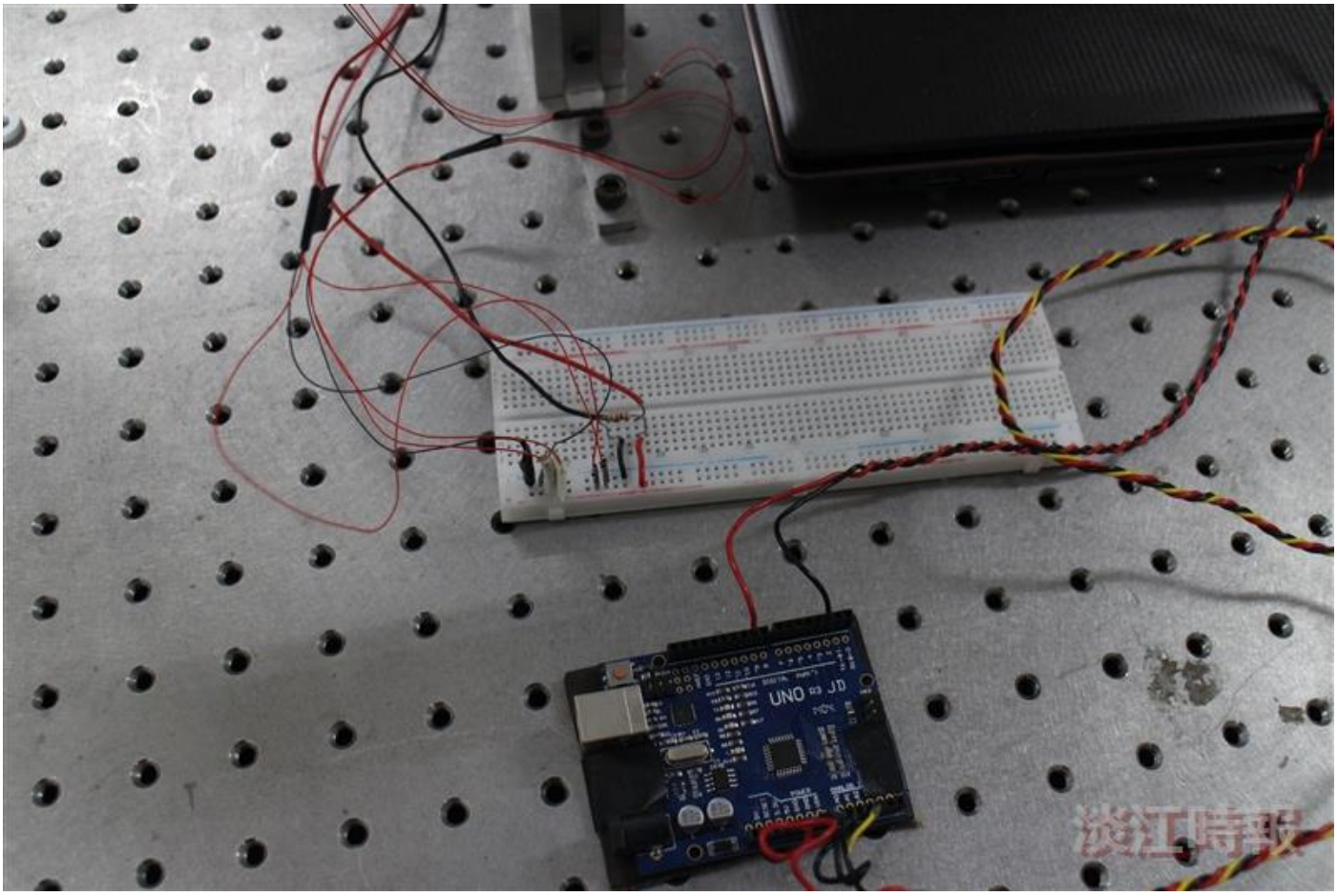

Mitutoyo
淡江時報

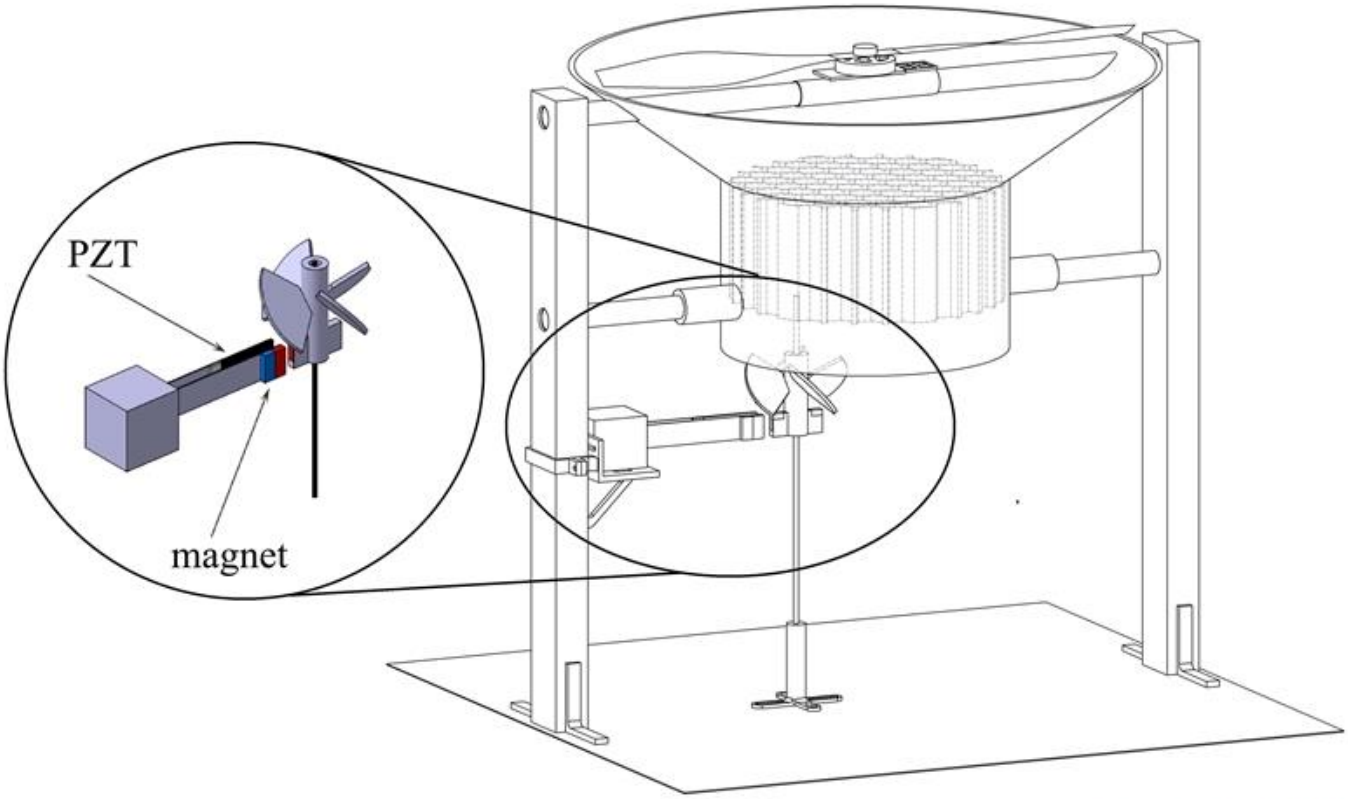
淡江時報


KENWOOD
湖江時報

淡江時報


USB
KBM-J70
淡江時報


UNO R3 JD
淡江時報



淡江時報