

2005 年總統科學獎

應用科學組 李羅權院士

個人簡介：

李羅權教授於 1947 年 4 月 20 日出生於台灣彰化，國立台灣大學物理系畢業後，1970 年赴美國加州理工學院，專攻天文及太空物理。獲得博士學位之後，分別在美國太空總署、馬里蘭大學、阿拉斯加大學等地，從事研究及教學工作。1995 年回台灣服務，於國立成功大學物理系任教，並擔任理學院院長。1997 年起兼任國家太空計畫室首席科學家，開始帶領國內太空團隊，為推動世界級的台灣太空科學研究而努力，2001 年接掌國家太空計畫室主任後，成功推動建立世界級的台灣科學衛星體系。2002 年並當選為中央研究院數理組院士，2003 年出任國家實驗研究院院長，2006 年出任國立中央大學校長，2008 年任行政院國家科學委員會主任委員。

李羅權教授曾獲國內外許多榮譽獎項，包括：Toray Science Foundation Fellow、Terris Moore Award in Space Physics、Outstanding Faculty Performance Award、傅爾布萊特傑出學者、Emil Usibelli Distinguished Research Award、財團法人傑出人才發展基金會傑出人才講座、中華民國物理學會會士、教育部學術獎、中央研究院院士、倫敦 WTN (World Technology Network) 院士、發展中世界科學院(TWAS) 院士及國際宇航科學院(IAA) 院士等，學術成就卓著。

李羅權教授在太空物理研究上有許多創新貢獻，在國際學術刊物上發表論文 200 篇以上，並有 3 本學術著作。李教授經常提出新的理論，成功地解釋了許多太空中觀測到的重要現象：(1) 提出銀河系星際空間湍流能譜理論，(2) 提出電子迴旋輻射理論，解釋了自然界中發出強烈無線電波的現象，(3) 提出多重 X 線磁場重聯理論，解釋磁層頂觀測到的磁通量傳輸事件，(4) 模擬並解釋日珥的形成，解開日珥形成之謎，(5) 提出日冕加熱機制，解釋 SOHO 衛星的最新觀測結果，(6) 全球首次觀測到大氣對流層頂部向電離層直接放電的「巨大噴流」。

李羅權教授除了在太空科學上有卓著的學術成就，返國服務後，並帶領國內太空團隊，成功建立世界級的台灣科學衛星體系，提昇國內太空科學研究水準，此次獲得總統科學獎，實至名歸。

具體成就:

在理論天文學和太空物理的研究領域中，經常有一些還無法解釋的觀測現象，以及一些尚未解決的重大問題。在李羅權教授的研究生涯中，常去挑戰這些重大問題。他的重要研究成果包括：自然界強烈無線電波的發射理論、磁場重聯理論、日珥的形成理論、太陽大氣(日冕)加熱理論、以及發現「巨大噴流」。日冕加熱理論及巨大噴流的發現是 1995 年返國服務後的重要研究成果。李羅權教授從 1997 年即加入國家太空計畫室，帶領國內太空團隊，成功建立世界級的台灣科學衛星體系。

(A)對太空物理的創新貢獻

(A1) 銀河系星際空間湍流能譜及無線電波的強閃爍理論(Interstellar turbulence spectrum and strong scintillation theory):

李羅權與 Jokipii 教授(現為美國國家科學院院士)於 1976 年提出，波長從 10^9m 到 10^{19}m 間的銀河系星際空間的電漿密度湍流能譜，有著類似中性流體中的 Kolmogorov 能譜關係($q^{-11/3}$, q 為波數)，這是研究星際空間湍流的一篇先驅文章。過去 30 年來用各種不同天文觀測方式，得到不同波數的能譜，證實這種能譜在銀河系星際空間的存在。他們並提出一系列的文章，解決無線電波的強閃爍理論問題。

(A2)地球極光千米波輻射(Auroral kilometric radiation)理論

在自然界中，包括太陽、木星、土星、天玑星及地球，經常發生強烈的無線電波，其產生的機制一直是太空及天文界之謎。1979 年，李羅權教授提出電子迴旋輻射理論，解釋強烈無線電波的產生，包括地球千米波輻射、木星十米波輻射以及土星、天王星的電波輻射，這個理論得到許多實驗和理論學者的認同。

(A3)多重 X 線磁場重聯(Multiple X-line reconnection)理論

在太空電漿體和實驗電漿中存在著許多爆發現象，如太陽耀斑(solar flares)，在很短時間內釋出大量的能量，引起電漿的急劇變化。導致這些爆發現象的能源主要來自於磁場，磁場重聯提供了一種將磁能迅速轉化為電漿動能和熱能的有效機制。李羅權教授領導了一個磁場重聯研究群，對二維及三維磁場的重聯、隨時間變化的重聯過程、及無碰撞電漿重聯中的有效電阻等做了有系統的研究。在 1978 年，ISEE 人造衛星於地球磁層頂(magnetopause)觀測到磁通量傳輸事件(flux

transfer events)，這個觀測對磁場重聯的研究有非常關鍵性的影響。1985年李羅權教授提出了多重 X 線重聯理論，成功地解釋了磁通量傳輸事件的發生原因及各種觀測到的特性。

(A4)太陽日珥(Solar prominences)形成的理論

日珥是懸在太陽大氣中，密度高而溫度低的物質，日蝕時可以看到很鮮豔的紅色物質。日珥具有長條形而薄的結構，懸在熱而稀薄的太陽大氣中。日珥能懸在大氣中，主要是靠磁場的張力來托住它的重量，以前的日珥理論只限於靜態的平衡解。然而這些冷而重的物質(日珥)的形成，百年來一直是讓人迷惑的課題。在 1992 年，李羅權教授與他的研究生成功地模擬日珥的動態形成過程，並解釋日珥的形成原因，由此解開日珥形成之謎。

(A5)日冕(太陽大氣)的加熱理論

太陽表面溫度為 6000K，但日冕(太陽大氣)的溫度約為 300 萬度。由於太陽的重力不能把高溫的日冕吸引住，導致高速太陽風的形成。日冕的加熱機制是個 40 多年來尚未解決的問題。1998-1999 年間，SOHO 衛星觀測到氫離子溫度為 300 萬度，但氧離子的溫度更高達 2 億度。在 2000 年李羅權教授提出一個日冕加熱理論，由快磁聲震波來加速質子及其他的少數離子，快磁聲震波可由磁場重聯產生。這個機制可以同時解釋 SOHO 衛星的新觀測結果。

(A6)發現「巨大噴流」

由李羅權教授推動組成的成功大學高空大氣閃電研究團隊，全球首次觀測到「巨大噴流」，這是一種新型的從雲層頂直通電離層的放電現象，為地球的大域電流迴路提供一個新的環節。這個研究成果刊登在 2003 年 6 月 26 日的 Nature 期刊上，該刊同時也以 News and Review 的方式，另外登出一篇文章，從大氣放電的研究歷史觀點來說明這個成果的重要性。

(B)成功建立世界級的台灣科學衛星體系

李羅權教授於 1997 年 7 月接受國科會聘請，擔任國家太空計畫室首席科學家，負責推動福爾摩沙一號科學任務相關研究工作，並規劃福爾摩沙二號及三號計畫的科學任務，復於 2001 年 1 月受聘為國家太空計畫室主任，負責推動我國的衛星計畫。在太空計畫室服務期間，圓滿完成福爾摩沙一號的科學研究任務；同時執行福爾摩沙二號及三號衛星研製，克服國際局勢所加於我國的嚴酷環境和考驗，順利完成

福爾摩沙二號研製並成功發射送入預定軌道，獲得對地解析力達 2 公尺的高精度遙測影像，開始執行地球觀測任務及大氣向上閃電觀測科學實驗；完成福爾摩沙三號飛行體的研製及組裝，於 2006 年 4 月發射。李教授更擔任國家實驗研究院(由太空計畫室、奈米元件實驗室、地震工程中心等 9 個國家實驗室組成)首任院長，努力為國家打造出世界級的國家實驗室。

(B1)福爾摩沙衛星二號

福爾摩沙二號衛星為低軌道太陽同步衛星，軌道高度 891 公里。衛星上裝設對地解析力為 2 公尺、刈副為 24 公里之「光電遙測酬載」，可對台灣陸地進行近即時之大氣、海洋及陸地遙測作業。另外，也裝置 1 組「高空大氣閃電影像儀」，是全球首次從衛星上對大氣層高空向上閃電(紅色精靈和巨大噴流)現象進行科學觀測，可對高空閃電的研究作出重要貢獻。

(B2)福爾摩沙衛星三號

福爾摩沙衛星三號計畫於 2006 年 4 月，成功發射一組由 6 枚微衛星組成的星系，來收集即時天氣預報的大氣資料，並進行氣候、電離層及地球重力分佈的研究。福爾摩沙衛星三號星系，每日可提供均勻分佈於全球陸地及海面上約 2500 組大氣觀測資料，有別於目前僅能提供集中於陸地上約 900 組大氣資料之全球地面觀測網，可增進全球及地區性天氣預報作業之精確度。運用這些即時大氣參數資料，中央氣象局將可以更加精確的預測如颱風路徑、豪大雨地區、累積降雨量等特殊天氣。

代表著作：

1. Lee, L. C., and J. R. Jokipii, The irregularity spectrum in interstellar space, *Astrophys. J.*, 206, 735, 1976
2. Wu, C. S. and L. C. Lee, A theory of terrestrial kilometric radiation, *Astrophys. J.*, 230, 621, 1979.
3. Lee, L. C. and C. S. Wu, Amplification of radiation near cyclotron frequency due to electron population inversion, *Phys. Fluids*, 23, 1348, 1980.
4. Lee, L. C. and Z. F. Fu, A theory of magnetic flux transfer at the Earth's magnetopause, *Geophys. Res. Lett.*, 12, 105, 1985.
5. Lin, Y., and L.C. Lee, Structure of reconnection layers in the magnetosphere, *Space Sci. Rev.*, 65, 59-179, 1994.
6. Cai, H. J., and L. C. Lee, The generalized Ohm's law in collisionless magnetic reconnection, *Phys. Plasmas*, 4, 509, 1997.
7. Choe, G. S. and L. C. Lee, Formation of solar prominences by photospheric shearing motions, *Solar Physics*, 138, 291, 1992.
8. Choe, G. S. and L. C. Lee, Evolution of solar magnetic arcades. II. Effect of resistivity and solar eruptive processes, *Astrophysical Journal*, 372, 472, 1996.
9. Lee, L. C., and B. H. Wu, Heating and acceleration of protons and minor ions by fast shocks in solar coronal holes, *Astrophysical Journal*, 535, 1014, 2000.
10. H. T. Su, R. R. Hsu, A. B. Chen, Y. C. Wang, W. S. Hsiao, W. C. Lai, L. C. Lee, M. Sato and H. Fukunishi, Gigantic jets between a thundercloud and the ionosphere, *Nature*, 423, 974, 2003.