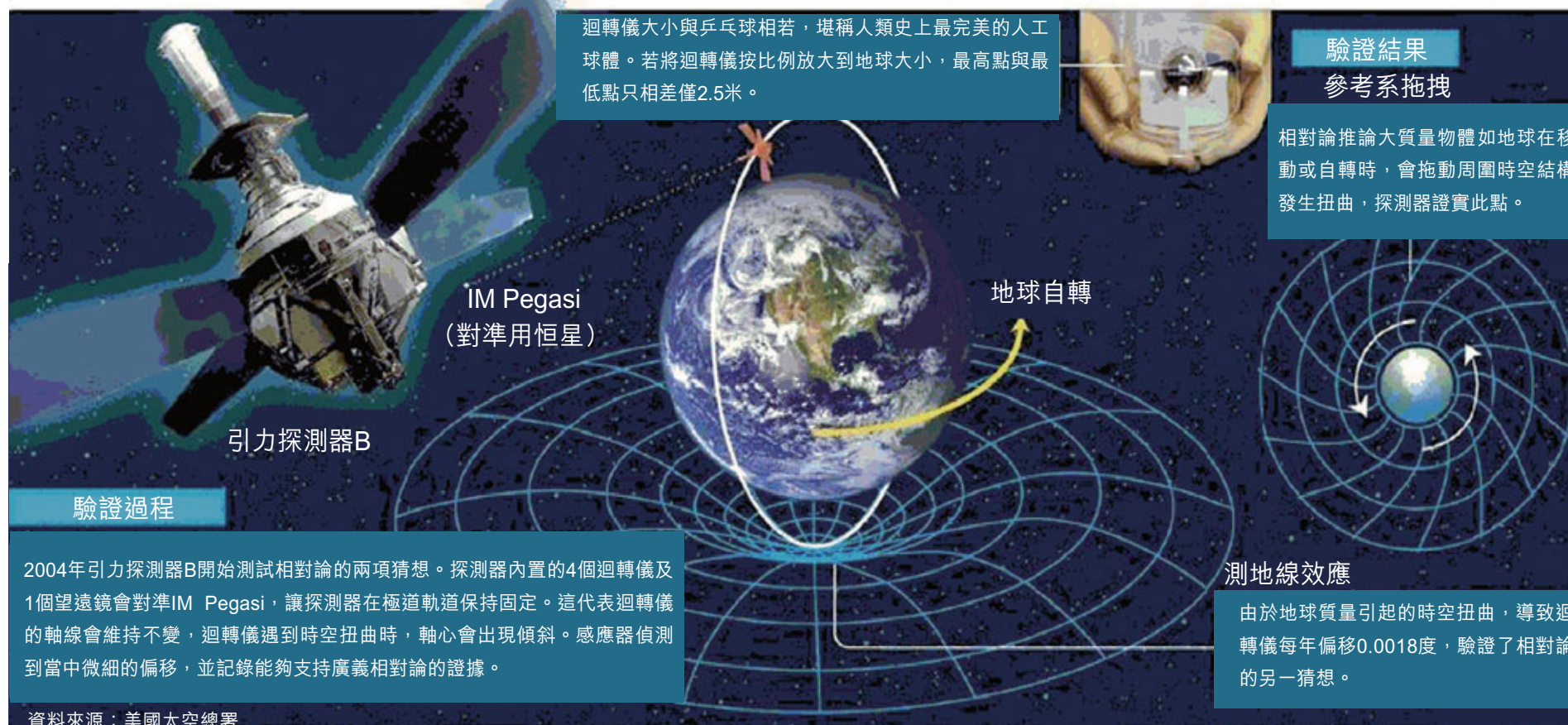


驗證愛因斯坦的兩大猜想



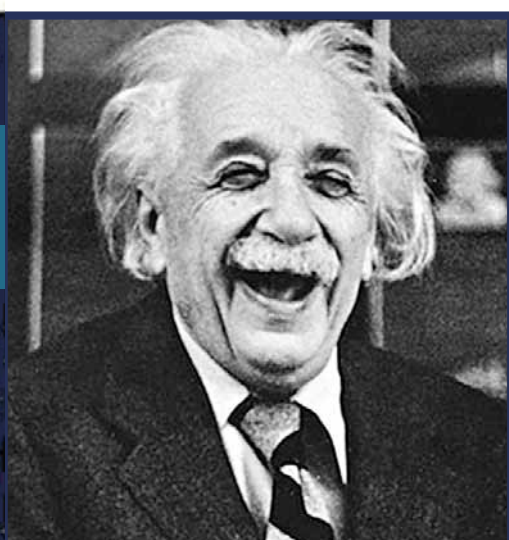
迴轉儀大小與乒乓球相若，堪稱人類史上最完美的人工球體。若將迴轉儀按比例放大到地球大小，最高點與最低點只相差僅2.5米。

驗證結果 參考系拖拽
相對論推論大質量物體如地球在移動或自轉時，會拖動周圍時空結構發生扭曲，探測器證實此點。

測地線效應
由於地球質量引起的時空扭曲，導致迴轉儀每年偏移0.0018度，驗證了相對論的另一猜想。

驗證過程
2004年引力探測器B開始測試相對論的兩項猜想。探測器內置的4個迴轉儀及1個望遠鏡會對準IM Pegasi，讓探測器在極道軌道保持固定。這代表迴轉儀的軸線會維持不變，迴轉儀遇到時空扭曲時，軸心會出現傾斜。感應器偵測到當中微細的偏移，並記錄能夠支持廣義相對論的證據。

資料來源：美國太空總署



愛因斯坦(見圖)廣義相對論的偉大，再次得到驗證。美國太空總署(NASA)經過半世紀研究，花費7.5億美元(約58.2億港元)，終於證實了愛因斯坦於近一個世紀前提出的廣義相對論兩大猜想，包括證明時空會因為巨大質量物體而出現扭曲。科學家認為是次驗證是物理學史上的「壯舉」。

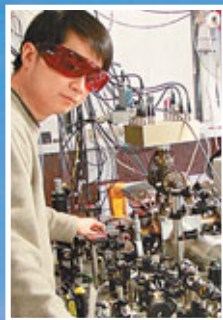
半世紀實驗成功 物理學史上壯舉

愛因斯坦猜想驗證

住得愈高老得愈快 華裔曾證相對論

愛因斯坦的廣義相對論博大精深，雖然1916年發表之後3年已獲科學界證實，但科學家仍不斷通過大大小小實驗，具體驗證愛因斯坦的構想。美國國家標準與技術研究所(NIST)華裔科學家鄒景文(見圖)去年和同僚運用超準確的原子鐘，記錄不同高度的時間流動，證實相對論一個概念：距離地心越遠，時間過得越快。

鄒景文生於台灣，後在加州理工學院獲得博士學位。他在研究中使用的原子鐘準確度極高，能在37億年間將時間誤差保持在1秒之內。他們將兩個時鐘放在不同高度的地方，兩者相距1呎，發現較高的時鐘運行快了。雖然差異並不明顯，平均79年內只相差1億分之9秒，但如果兩個鐘距離10呎，差異就會變成1億分之90秒。以此推算，如果一生居住在102層的紐約帝國大廈頂樓，便會失去約100萬分之104秒壽命。 ■《每日電訊報》



重物扭曲時空

愛因斯坦於1916年發表廣義相對論，他在當中提出，蘋果所以從樹上掉到地面，不是因為它感受到地球的引力，而是因為它回應到地球表面附近的時空彎曲，這些彎曲是由地球龐大的質量所造成。同樣原理，地球所以圍繞太陽公轉，也是由於太陽導致空間扭曲。

2大猜想：測地線效應 參考系拖拽

和廣義相對論息息相關的，正是愛因斯坦的兩大猜想。第1個猜想名為「測地線效應」(Geodetic Effect)，指出時間和空間會因為地球等大質量物體的存在而彎曲。如果把時空結構想像為一張平坦的彈床，把地球等大質量的物體看作為一個保齡球的話，當保齡球被放在彈床上，床單就會凹陷。

第2個猜想名為「參考系拖拽」(Frame-dragging)，指出大質量物體的旋轉會拖動周圍時空結構發生扭曲。如果把地球想像為一個橡皮球，把圍繞地球的時空結構看作為一碗黏稠的蜂蜜，橡皮球在碗中轉動時，碗中的蜂蜜便會跟隨橡皮球一起扭曲。

04年探測器送上極地軌

雖然愛因斯坦的相對論早已得到證實，但科學家一直未有從實驗證明這兩大猜想。1959年，史丹福大學科學家



■「引力探測器B」的運載火箭於2004年升空，驗證愛因斯坦猜想。

提出製造「引力探測器B」(Gravity Probe-B)，以驗證兩大猜想。NASA從1963年起為項目籌措資金，期間多次遭遇技術樽頸、經費不足等問題，並需幾經辛苦以克服氣動阻力(aerodynamic drag)、磁場和溫度差異等干擾因素。直到41年後的2004年，NASA才能將探測器送到640公里的極地軌道上。

引力探測器B使用了4個超精度的迴轉儀，來測量地球本身質量和自轉給迴轉儀所處時空造成的彎曲和扭曲效應。迴轉儀的精確度相當於能從100英里外量度1張紙的厚度，被列入健力士世界紀錄大全。

在探測開始時，4個迴轉儀自轉軸和探測器上的一台望遠鏡的方向同時對準一顆名為「IM Pegasi」的遙遠恆星。按照愛因斯坦的假設，隨著時間推移，迴轉儀自轉軸會因地球的測地線效應和參考系拖拽而分別發生偏移。但如果4個迴轉儀在軌道上永遠指向同一個位置，便將否定愛因斯坦的預測。

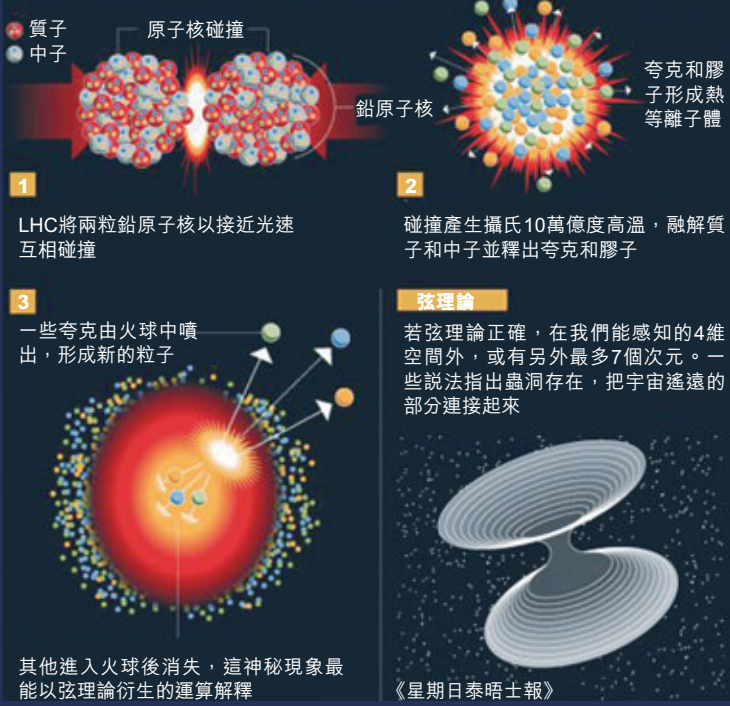
「經典實驗」永留教科書

結果發現，迴轉儀指向的位置出現了極為微小、但仍可測量得到的偏差，驗證了愛因斯坦的理論。研究人員探測到6.600角秒(arcsecond，量度角度單位，等如1/3,600度)的測地線效應，精確度為正負0.017角秒；參考系拖拽帶來的偏差則為0.039角秒，精確度為正負0.007角秒。有關發現現於《物理評論快報》發表。

科學家形容是次測驗結果為「壯舉」。聖路易華盛頓大學的相對論專家威爾認為，「引力探測器B」驗證了愛因斯坦理論的相對論，將會記載在教科書上，成為物理學史上的「經典實驗」。 ■《國家地理雜誌》/《衛報》

隱藏新次元

大型強子對撞機(LHC)粒子碰撞所產生的亞原子火球，或能為探索弦理論提供首批實驗數據



1 LHC將兩粒鉛原子核以接近光速互相碰撞

2 碰撞產生攝氏10萬億度高溫，融解質子和中子並釋出夸克和膠子

3 一些夸克由火球中噴出，形成新的粒子

其他進入火球後消失，這神秘現象最能以弦理論衍生的運算解釋

弦理論
若弦理論正確，在我們能感知的4維空間外，或有另外最多7個次元。一些說法指出蟲洞存在，把宇宙遙遠的部分連接起來

■《星期日泰晤士報》

廣義相對論啟蒙自牛頓



愛因斯坦完成了狹義相對論後，發現牛頓(見圖)萬有引力與新的時空觀念不能結合。「牛頓水桶」問題亦帶出「相對性」不只否定「絕對速度」，更應否定「絕對加速度」。

愛因斯坦從牛頓第二定律與萬有引力公式找到線索。質量有雙重身份，故「加速度」與「重力場」也應該是「等效」，與他的「等效原理」吻合。

將原理構造成自圓其說的理論，遇上不少困難。愛因斯坦要「改造」牛頓萬有引力定律及歐氏幾何。幾經努力，他終於在1915年完成「廣義相對論」。理論核心「愛因斯坦方程式」看似簡單的公式($G_{\mu\nu} = \kappa T_{\mu\nu}$)，但要深入理解此式的數學與物理，不是短時間可以做到。

1919年，英國天文學家埃丁頓發現，恆星發出的光線經過太陽附近時會轉移方向，證實了廣義相對論。當時曾經有人問愛因斯坦，如果埃丁頓的發現證明他的理論是錯的話，他會怎麼辦？結果他答道：「我為埃丁頓感到難過，相對論是正確的。」 ■本報資料室/《衛報》

結合相對論量子力學 弦理論驗證開鑰

愛因斯坦的廣義相對論認為在4維空間裡，巨大質量物體會帶來時空扭曲。於1960年代興起、力圖將廣義相對論和量子力學融合的「弦理論」(String theory)更進一步，認為4維之外尚有7個未被發現的維度(次元，dimension)。歐洲科學家最近通過鉛原子核撞擊測試，首次驗證弦理論，學界認為意義極重大。

4維時空外 尋另外未知7維

弦理論被認為是解釋重力和其他大自然力量如何互相作用的劃時代理論，指出除了4維(3維及時間)外，尚有7個我們不能感知的維度。弦理論透過夸克(quark，被指是構成質子、中子等的細小粒子)、膠子(gluon，用以說明夸克間相互作用假說的無質量粒子)、蟲洞(wormhole，宇宙中可能存

在的狹窄隧道，連接兩個不同時空)等概念解釋物理現象。但弦理論一直停留在理論層面，欠缺實驗印證，雖面世40多年，科學家仍然對它解讀不一。現今至少5個學派解釋弦理論，箇中的差異難以實驗論證。

鉛離子對撞測試 夸克運動不尋常

為了證實弦理論，歐洲核子研究組織(CERN)運用大型強子對撞器(LHC)進行了4次測試，其中一個名為「愛麗斯」的測試最近得出結果。測試於去年11月進行，在加速器17英里長管道中，科學家以接近光速發射鉛離子，它們互相撞擊後產生攝氏10萬億度的火球。

科學家觀察火球中「夸克」的運動模式，發現

不尋常之處。有些夸克從火球中向外飛出，產生新的粒子，一如科學家預期；但有些夸克卻回到火球之中，然後消失。科學家認為，這個特別現象最適合以弦理論解釋。

科學家對是次實驗結果大感興奮。曾於CERN工作的英國曼徹斯特大學物理學教授考克斯認為，是次實驗是測試弦理論的「重要突破」。他指弦理論將成為解釋重力和其他大自然力量如何關聯的「最佳」理論，是次實驗使理論得以前進。

加拿大安大略「圓周理論物理研究院」教授圖羅克專研大爆炸理論，他指是次研究有助科學界了解黑洞，但認為如果要真正印證弦理論，所需的能量將是LHC的1,000萬億倍。由於只有大爆炸才能衍生如此巨大能量，科學家需要從宇宙學印證弦理論。 ■《星期日泰晤士報》

精液作用豈只生殖 研究稱可改善女性情緒



眾所周知，精液作用是保護精子(見圖)讓女方受孕，但一名美國科學家在今年情人節前，在學術期刊中撰文，引述研究指精液還有「改善女性情緒」的效用，並稱這是比朱古力更佳的情人節「禮物」。結果言論犯眾怒，這名科學家最終被迫辭職。

美國外科醫師學院(ACS)的院長候任人格

林菲爾德，早前以情人節為題發表社論，指精液有助改善女性情緒，更總結稱：「所以男女之間有着更密切的聯繫，我們現在得知在情人節，有比朱古力更好的禮物。」

格林菲爾德的大膽言論冒犯了不少ACS成員，指他性別歧視。格林菲爾德道歉，但「精液門」事件仍未平息，他不得已辭退職

務。他說：「我沒料到言論會被誤解，實在太短視了。我還以為這些與精液有關的新發現很有趣，才會漫不經心地評論。」

非提倡不使用安全套

格林菲爾德引述的研究早在2002年發表。該研究發現，沒有使用安全套作性行為的女

性較少出現抑鬱；在頻繁使用安全套的女性身上，更易發現抑鬱徵兆和自殺傾向。研究人員認為精液中的雌激素及前列腺素，與較少出現抑鬱有關；精液中的催產素亦能促進社交聯繫。

負責研究的科學家蓋洛普當時表明，研究並非提倡不使用安全套，因為若不必要受孕或染上性病便沒意義。於對格林菲爾德的文章引起軒然大波，蓋洛普指這明顯是反應過敏。 ■《觀察家報》