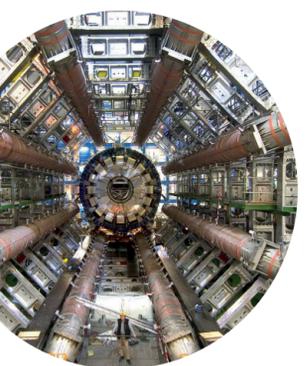
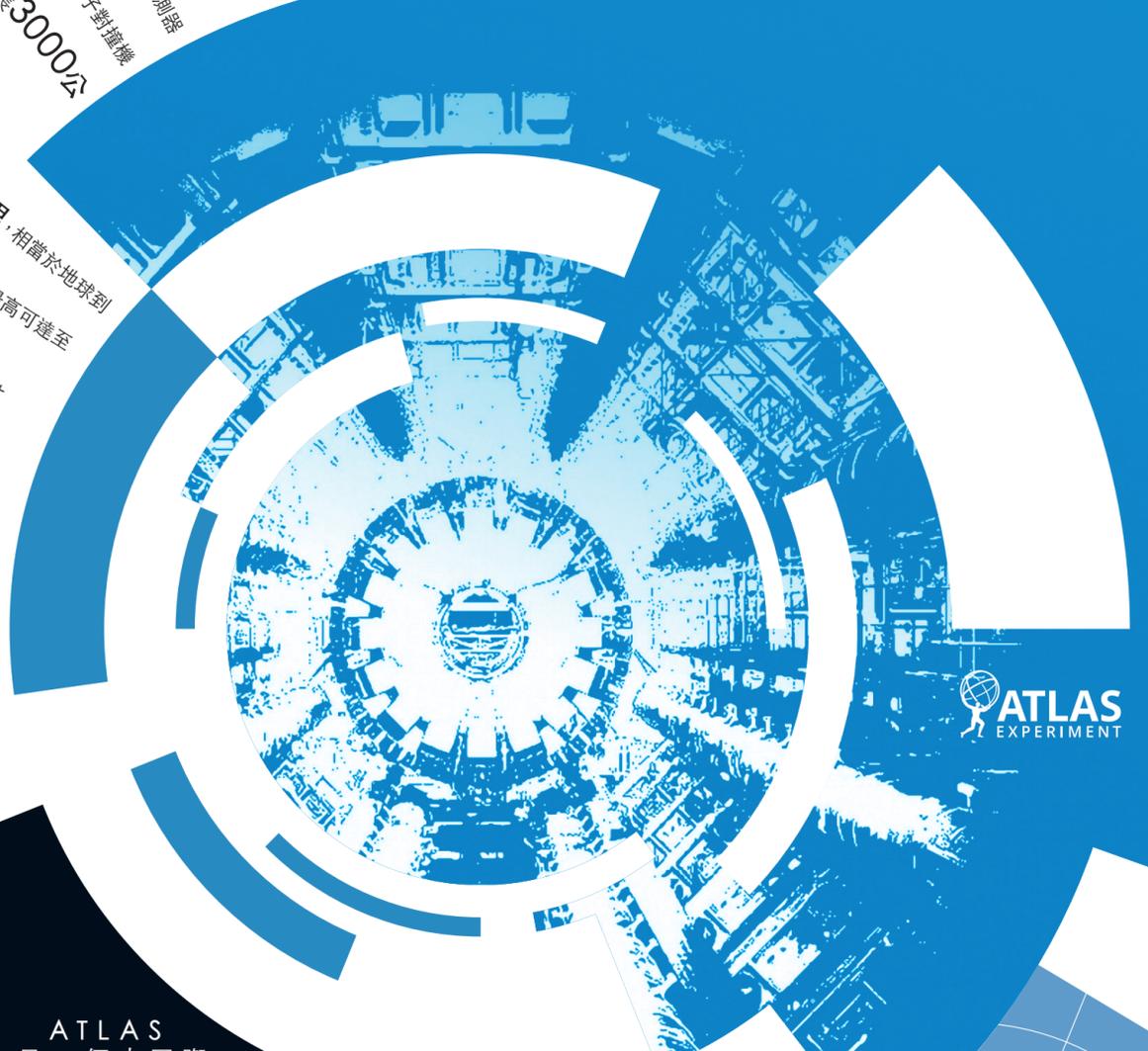


ATLAS 超環面儀器

描繪宇宙的奧秘

描述ATLAS實驗的數字

- 100米深的隧道
- 7000噸重的ATLAS探測器
- 圓周27公里長的大型強子對撞機
- ATLAS探測器內有總長3000公里的電線和光纖
- 每秒鐘10億次質子碰撞
- 一束LHC粒子束可運行100億公里，相當於地球到海王星來回一趟
- ATLAS探測器內質子與質子之間碰撞的能量最高可達至長46米，直徑25米 - ATLAS探測器的尺寸
- 每一次發射最多可有2808束質子
- 每束質子共有(質子)1200億粒
- 質子能每秒圍繞LHC行11245圈



ATLAS實驗

ATLAS 是一個由國際共同合作的粒子物理實驗計劃。它是歐洲核子研究組織 (CERN) 大型強子對撞機 (LHC) 中的四大主要實驗之一，與緊湊綫子線圈 (CMS) 實驗並駕齊驅，激發 LHC 的探索潛能，全面發掘各種可能的物理現象。

ATLAS 使用精確的測量來進行科學探索，透過解答一些基礎問題來拓展人類知識的界限，例如：構成物質的基本原素是甚麼？自然界的基本作用力包括什麼？宇宙中會否隱藏著更廣泛而基本的對稱性？

標準模型的預測總括了我們現今對物質的基本構成原素以及它們相互作用的認知。從事 ATLAS 計劃的物理學家則透過檢驗基本模型所預測的結果，來帶出前所未有的新發現，譬如希格斯玻色子 (Higgs boson)，或標準模型以外的物理現象，以至能更準確地描述宇宙的新理論學說。

未來一年將會是令人興奮的一年，因為 ATLAS 將會把實驗帶到一個從未開發過的領域，這或許可以讓我們發現更多未知的粒子和物理過程，足以改變我們對能量和物質的認知。

合作機構

ATLAS 合共有 3000 位科學家，分別來自 180 個學術機構，代表著分佈於全球六大洲的 38 個國家，並由參與此項目的各個國家，CERN 和參與大學提供財政上的資助。ATLAS 是史上最大型的科學合作計劃之一，有近乎 1200 名博士生參與了探測器的發展、數據收集及分析工作。計劃的成功實有賴無數工程師，技師和行政管理人員所投放的巨大努力。



這裡的領導人員由選舉產生，實行自我管理的合作模式，成員亦可直接參與決策過程。科學家通常以小組的形式工作，選擇他們最感興趣的範疇和數據專注研究。所有發表成果均需進行嚴格的審查，並為所有合作成員共享。科學家對物理學的承諾以及對新物理結論的熱愛，就是他們能成功合作的關鍵。

唯有透過國際間的合作，聚集人才和財政資源，才能成就這個極具挑戰的計劃。ATLAS 是由參與此項目的各個國家，CERN 和參與大學提供財政上的資助。

希格斯玻色子

三組物理學家於 1964 年分別發表了一套可以解釋傳遞弱作用力的規範玻色子 (W 和 Z 玻色子) 如何獲得質量的學說。他們提出的機制 (希格斯機制) 意味著一種粒子的存在，現被稱為希格斯玻色子。

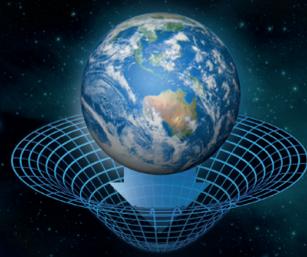
2012 年 7 月 4 日，歐洲核研究組織 (CERN) 的 ATLAS 和 CMS 宣布它們分別觀察到與希格斯玻色子性質一致的新粒子。因此，François Englert 和 Peter Higgs 於 2013 年一同獲頒發諾貝爾物理學獎。

後續的研究指出希格斯玻色子的確與玻色子及費米子有所互動，從而證實了標準模型的預測：所有基本粒子都需要通過希格斯場來獲得質量。希格斯玻色子現在被物理學家應用於探索 LHC 中高能對撞的新物理學說。



反物質去哪裡了？

我們通過尋找正物質和反物質產生過程中的不平衡之處，希望理解為什麼宇宙看來只是由正物質所組成。

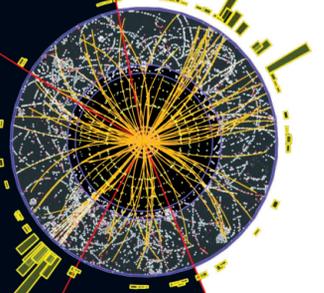


重力在基本相互作用力中如何定位？

重力遠比其他基本力弱。我們透過尋找各種奇異現象，如額外的維度，重力子和微型黑洞來解釋重力與其他力之間的差異。

還有什麼？

或許 ATLAS 這個計劃最令人興奮的是我們能夠探索超出理論所能推測的新現象，找尋更多的未知之數。

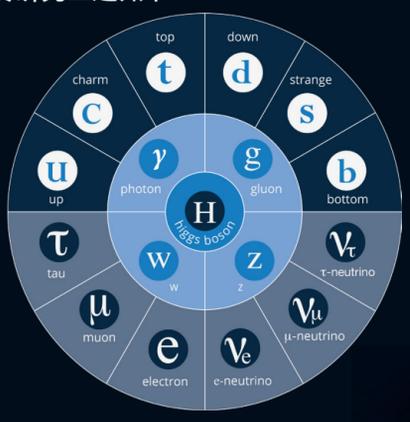


ATLAS 中的物理

ATLAS 探索一系列的物理課題，增加我們對物質構成的認識。ATLAS 的一些主要研究主題如下：

構成物質的基本是什麼？

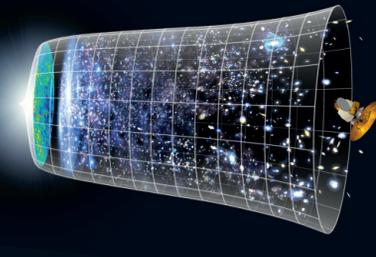
標準模型描述了宇宙中所有透過實驗觀察得到的基本次原子粒子。ATLAS 研究這些粒子並嘗試搜索新的基本粒子，以認清我們所知道的粒子是否真正的基本粒子，或它們實際上是由其他更基本的粒子所組成。



- 費米子 - 物質
- 玻色子 - 力載子
- 夸克
- 輕子
- 規範玻色子
- 希格斯玻色子

早期的宇宙是怎麼樣的？它會如何演化？

LHC 裡質子跟質子之間和重離子之間的碰撞重現了宇宙大爆炸後早期由高能粒子物理學，以至後期由一種最原始的夸克-膠子電漿 (quarks-gluon plasma) 所主宰的環境條件。這使得 ATLAS 能夠著手研究如希格斯場和暗物質等等的基礎問題。



「暗物質」究竟是什麼？

現今天文學的測量支持暗物質 (一種不能直接看見的物質) 的存在。ATLAS 可透過搜尋質子跟質子之間碰撞時較預期中缺少的能量和動量來觀察暗物質。



ATLAS 探測器



ATLAS是至今在粒子對撞機內的探測器中體積最大的一個。它長達46米，直徑25米，位於一個地底下100米的洞穴之中。

探測器由6個不同的系統組成，呈圓柱型的一層包著一層，並以對撞中心為軸。它們各自記錄粒子的軌道、動量及能量，以分辨並測量每粒粒子。此外有一大型磁鐵系統負責使荷電粒子偏轉，從而精確地測量它們的動量。

每束來自LHC的粒子會以最高7兆電子伏特（或光速的99.9999991%）在ATLAS中心對撞並製造出新的粒子，並向各方飛離對撞點。

在ATLAS探測器中，每秒就會發生超過10億次的粒子碰撞，當中產生的訊息量相當於全球每人同時進行著20個電話對話。

其中只有百萬分之一的對撞被識別為可能值得關注的事件並被記錄下來以作分析。

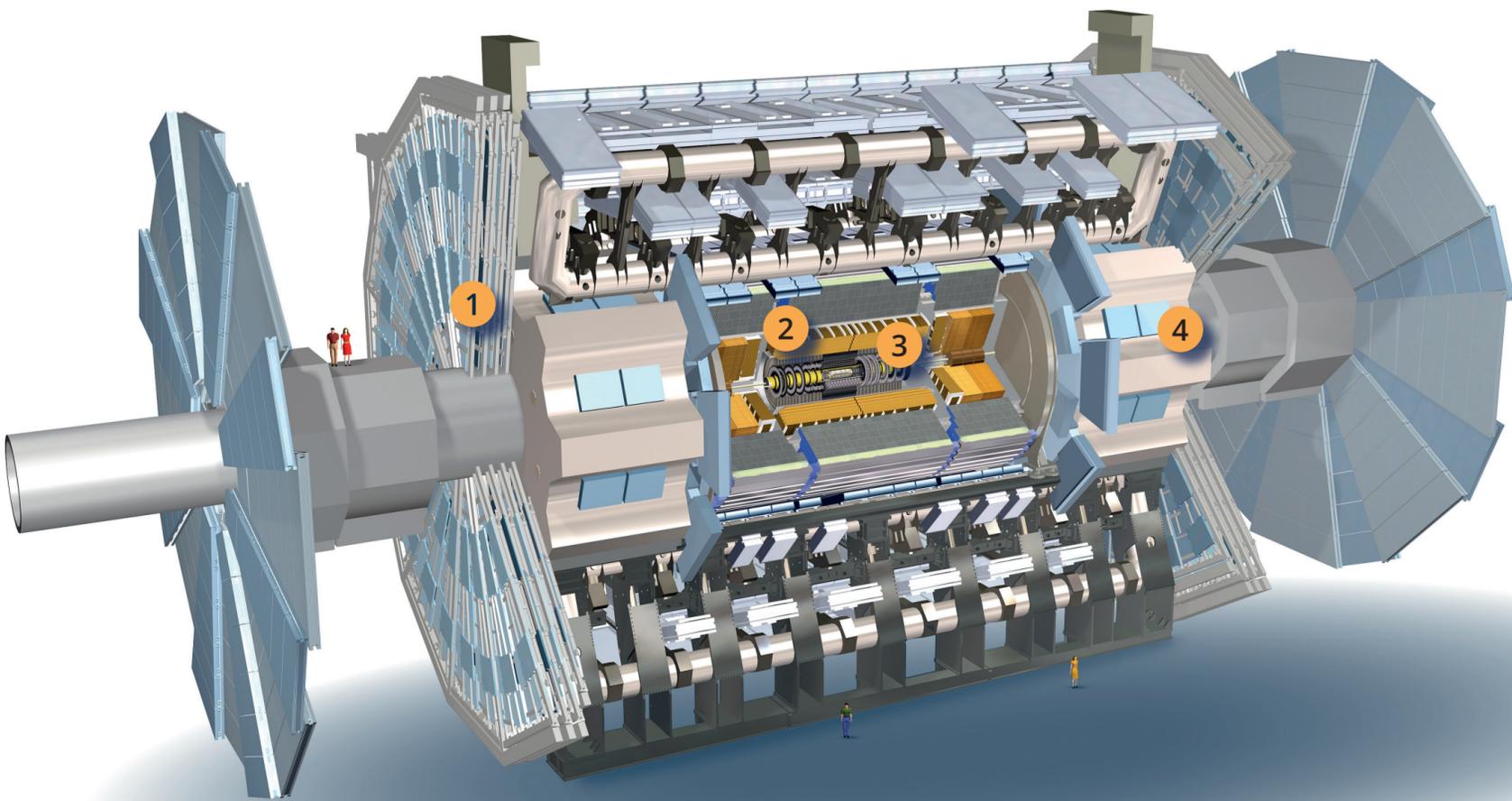
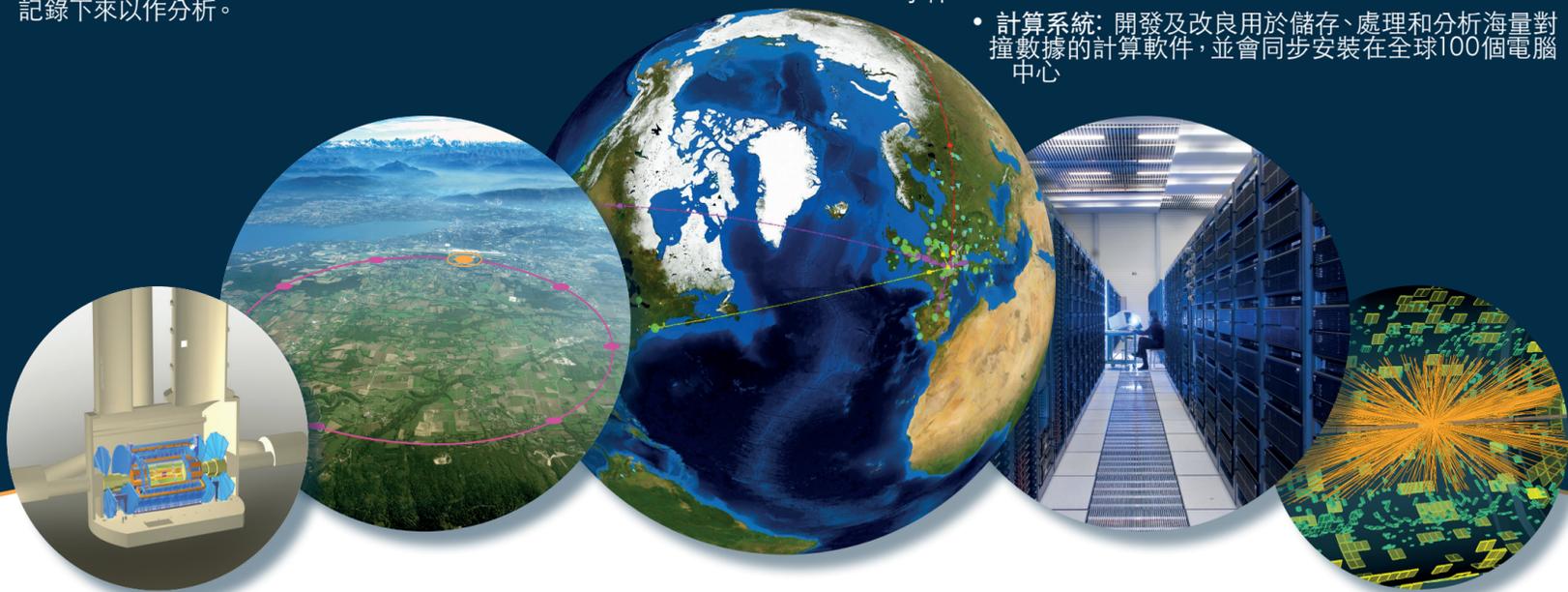
探測器會追蹤並分辨出不同粒子來進行廣泛的物理探索，包括希格斯玻色子及頂夸克的研究，以至額外維度及構成暗物質的粒子的搜索。

ATLAS探測器的4大主要組件包括：

- 內部探測器：測量每粒荷電粒子的動量
- 量能器：測量中性粒子及荷電粒子的能量
- 綫子譜儀：辨識並測量綫子的動量
- 磁鐵系統：使荷電粒子的軌道偏轉，從而測量其動量

集成在探測器組件的系統有：

- 觸發及數據採集系統：專門的多層計算系統，用於選出特別的物理事件
- 計算系統：開發及改良用於儲存、處理和分析海量對撞數據的計算軟件，並會同步安裝在全球100個電腦中心



ATLAS探測器的4大主要組件



綫子譜儀

辨識並測量綫子的動量



量能器

測量中性粒子及荷電粒子的能量



內部探測器

測量每粒荷電粒子的動量



磁鐵系統

使荷電粒子的軌道偏轉，從而測量其動量

日常應用

於探索有關物質及基本力特性等基礎物理問題的過程中，需牽涉最尖端的研究與開發，而這往往為社會帶來革新。以下是一些ATLAS的知識及科技革新用於日常生活的例子：

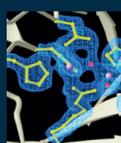


超導磁性能量儲存

ATLAS對於超導線圈的製作知識可用於生產高效能的能量儲存系統。

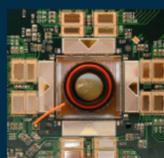
強子治療

用於升級ATLAS探測器的鑽石感測儀，可被應用於控制強子治療的粒子束。相比X射線或電子束，強子治療更有效殺死腫瘤，同時減少對周圍正常身體組織的破壞。



醫學成像

大多數的醫學成像技術需要探測不同能量的光子。用於升級ATLAS探測器的3D矽感測儀能以更高解析度使X射線可被視之。

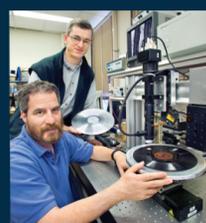


視網膜計劃

利用ATLAS的矽微帶感測器技術所研發的大型神經活動記錄系統，能讓我們理解神經系統如何處理及編入信息，這有望為盲人帶來人工視力。

擴增實境

ATLAS正在研發革新的模式識別技術，在擴增實境應用上是必不可少的關鍵。這技術亦有不同的工業應用，例如讓從事精細維修保養工作的人員透過虛擬影像觀看工作過程，減少中斷時間及出現失誤的風險。



聲音重製

在ATLAS的半導體追蹤器中，我們需要測量並對齊16000個矽感測器，當中用到的就是精確光學影像處理。這技術可用來準確測量機械式聲音記錄儀（如黑膠唱片或圓筒唱片）內凹槽的形狀，並應用於保存易受損壞的錄音檔案和收藏品，甚至復原已受損的錄音。