

HPC 世界七大奇蹟

—
高效能運算 (HPC) 讓好點子變成絕佳構想、
帶出無限潛能並推動創新。

HPC 正在驅動今日的非凡發現

重新塑造未來

當今的許多進展是由 Dell Technologies 和 AMD 的 HPC 技術所推動的。產生的研究發現意義深遠，且顯著因 HPC 而加快，有助於重塑更美好的未來。

今日的開創性發現是未來的關鍵。更好的健康、環境永續性，以及人類世界的進步，都因工程和科學領域持續創新能力而得以實踐

和改善。這些領域的進步能讓我們每個人 (不只是工程師和科學家) 都感到高興。

這就是資料和技術 (具體而言指的是高性能運算 (HPC) 的超級運算類別) 發揮作用之處。HPC 正在實現曾經只能想像的可能性，充分發揮能為我們所有人創造更美好未來的新穎創新。

目錄

- | | | | | | |
|---|--------------------------|---|------------------------|---|------------------------|
| 1 | HPC 正在驅動今日的非凡發現
第 1 頁 | 2 | HPC 超級運算的強大力量
第 2 頁 | 3 | 解開宇宙的奧秘
第 3 頁 |
| 4 | 以驚人的速度探索疾病的解方
第 4 頁 | 5 | 建模野火行為
第 5 頁 | 6 | 了解我們的大腦如何儲存資訊
第 6 頁 |
| 7 | 研究材料科學
第 7 頁 | 8 | 研究計算生物學
第 8 頁 | 9 | 破解心血管疾病
第 9 頁 |



HPC 超級運算的強大力量。

什麼是 HPC ?

高效能運算 (HPC) 能處理大量資料，以及在多個伺服器上平行快速執行複雜的計算。超級電腦是 HPC 一種特殊的類別，類似於讓數千部個人電腦合作，以閃電般的速度產生更多運算能力，完成複雜的工作。

舉例來說，配備 4.2 GHz 處理器的個人電腦每秒可執行 42 億次計算。HPC 在 2022 年到達 Exascale (百億億次級) 後，現在每秒可執行至少 1,000,000,000,000,000 (一百萬兆) 次計算。

HPC 解決方案

HPC 解決方案三個相互依存的元件包括運算、網路和儲存裝置。HPC 架構會製作包含數百部或數千部伺服器 (稱為節點) 的叢集，這些節點之間透過網路互連。節點可平行運作，帶來令人驚嘆的處理速度，這就是高效能運算的一大特點。

Dell HPC 解決方案可採用內部部署，也可部署在邊緣或雲端。簡而言之，HPC 技術採用最先進的元件，例如讓下一代處理功能成為可能的 CPU 和 GPU，以及儲存裝置和網路元件。

HPC 應用和產業

憑藉破記錄的效能，HPC 被用來解決世界上最複雜的問題，而搭配 AMD 技術後，能更快將資料轉化為洞見。它的應用範圍橫跨研究、能源、工程、保健、金融服務、汽車和航太等產業及應用。

為了更清楚解釋，讓我們來看看七個令人驚嘆的真實世界例子，了解實際應用中的 HPC，以及這對人類深遠的影響。

解開宇宙的奧秘

協助我們了解我們來自何處，又將何去何從。

詹姆斯·韋伯太空望遠鏡 (JWST) 搭配上 HPC 模擬，最近在星系的形成方面帶來了一次出乎意料的重大發現。目前正在確認這項發現是否正確。JWST 往回看到 135 億年前，也就是接近宇宙的初生之時，發現了六個新的星系，而且這六個星系全都比任何人預料的更成熟和龐大。

如果沒有 HPC，這個驚人事情是不可能發現的。這是因為要處理宇宙起源相關的龐大問題，需要大量的運算能力。

杜倫大學與 Dell Technologies 和 AMD 合作，打造了一台宇宙學機器 (COSMA) 來試圖開始回答這些問題。COSMA 是利用進階運算 (DiRAC) 設施之分散式研究的一部分，在劍橋大學、都倫大學、愛丁堡大學、萊斯特大學和倫敦大學學院共有五個部署¹。COSMA 可讓科學家處理極大量的資料，並持續進行大量深入的模擬。JWST 所揭露的線索，可以用來揭示有關宇宙起源和組成的重要見解。

杜倫大學 COSMA 高效能運算系統的技術經理 Alastair Basden 博士表示：「HPC 讓我們能夠執行細節遠比之前更多的模擬，我們可以用來與望遠鏡觀測進行更加詳細的比較。」「這將幫助我們理解宇宙、暗物質、暗能量以及宇宙形成方式的意義。這真的有助於我們對我們所生活的世界達到根本性的理解。」

1 <https://www.itpro.co.uk/data-insights/big-data/369538/big-data-nasa-james-webb-space-telescope>



以驚人的速度探索疾病的解方，

轉型病患照護並影響我們的健康和福祉。

對人體的探索永無止境。我們身體中複雜且多變的分子網路有許多層面仍是謎團。但是 HPC 正在實現有助於解釋人體令人嘆為觀止之複雜組成的基因體方法和精密分析，藉此改變這個情況。如此一來，科學家便能發掘出有助於對抗疾病和改善生活的新穎見解。

基因體研究的核心是 DNA 定序。為了能夠有效，它使用了來自全球數千個家庭的大量去識別化 DNA。目標是分析資料，找到 DNA 和疾病之間的關聯，幫助我們更能夠預防和治療疾病。這種規模和速度的資料分析必須要大量的運算能力或 HPC 才有辦法實現。舉一個例子來說，以前需要 10 年的 DNA 定序，現在有了 HPC 驅動，只需要 4-6 週就能夠完成。

Simons Foundation 內部部門 Flatiron Institute 的研究運用 HPC 與 DNA 排序，近期發現了驚人的關聯。科學家研究 COVID-19 患者和糖尿病型腎臟病患者的腎臟細胞，發現這兩類患者都經歷了一系列相似的分子歷程²。這項發現指出，糖尿病患者可能特別容易感染 COVID-19，並解釋了為什麼這兩種疾病一起出現可能如此致命。此外，這項研究也打破了以前認為用於治療高血壓和糖尿病的藥物不太可能增加 COVID-19 感染風險的觀點。

這只是一個開端。人類基因體的解碼目前還只到皮毛的程度。但有一點是肯定的，那就是 HPC 和基因體研究的搭配，正在實現以前不可能實現的事情。未來的我們必將從中獲益。

² <https://www.simonsfoundation.org/2020/10/23/molecular-processes-in-kidney-cells-may-prime-diabetics-for-covid-19-infection/>

「HPC 讓我們能夠快速準確地找到原本無法找到的相關性。舉例來說，我們的 DNA 研究現在能夠看見整個基因體序列、提高精確度、擴展知識，最終影響人們的生活。」

Flatiron Institute 科學運算核心聯合主任
Ian Fisk 博士

建模野火行為

幫助我們了解如何減輕野火的影響、提升民眾安全，
並更有力保護我們的環境。

森林火災愈發嚴重。根據 World Resources Institute 的研究，如今火災燒掉的樹木覆蓋面積幾乎是 20 年前的兩倍。³

受到全球暖化和氣候變遷的影響，森林火災的廣度和嚴重程度都預期持續增加。而依循氣候變化反饋迴圈，森林火災變多會讓條件惡化，進一步造成更多的森林火災。

為了進一步保護生命、財產和森林，加州大學聖地牙哥超級電腦中心在其 Expanse 中心使用採用 Dell Technologies 和 AMD 技術的 HPC 來建立野火的行為模型。HPC 建模力求了解野火的蔓延方式，讓快於即時的預測能夠幫助減輕野火影響。

由於野火是複雜、高度多變且並非預期的事件，因此 HPC 建模是解讀野火行為的理想選擇。諸如風速、風向和濕度 (包括燃料含水量) 等大氣資料，搭配其他輸入資料 (如地形、衛星資料和地景變化資料)，透過 HPC 龐大而複雜的模擬和建模功能，即能為野火行為建模⁴。

「這是一項重要的工作，因為減緩野火的影響對確保世界各地社區的穩定未來至關重要。HPC 是實現野火擴散預測的工具，能在野火發生之前，以及在能夠最有效應對時進行預測。這個組合非常強大。」加州大學聖地牙哥超級電腦中心副主任 Shawn Strande 如此說道。

為野火建模是 HPC 幫助我們創造更健康的地球的方式之一。

³ <https://www.wri.org/insights/global-trends-forest-fires>

⁴ https://ral.ucar.edu/sites/default/files/public/file_attach/features/KosovicHPCUserForum2022-compressed.pdf





了解我們的大腦如何儲存資訊

協助我們回答關於學習的根本問題，也可以帶來更聰明的人工智慧。

有一些記憶難以忘懷。但對於我們的大腦如何保存這些記憶，科學家所持的理解正有著根本性的轉變。長久以來，人們一直認為記憶綁定於特定的神經元及其連接性突觸。而在 Flatiron Institute 的運算神經科學中心，HPC 和最近的研究都顯示出不一樣的情況，並指出一項稱為「認知代表漂移」的新概念。⁵

當您開車在鄰近地區四處移動時，觸發您的記憶的特定回憶神經元並非如原本所認為是固定的，而會持續不斷地變化。星期一可能是某一組神經元幫助您導航，在星期二可能是另一組。這就是認知代表漂移，這個概念關聯的是細胞之間不斷變化的關係，而非特定的細胞本身。儘管存在這種動態現象，但我們的記憶和學會的行為仍不會被遺忘。對科學家來說，這是一個令人困惑的悖論。

Dell Technologies 和 AMD 正在協助 Flatiron Institute 的科學家透過為認知代表漂移建模，找出這如何運作的可能答案。早期的研究發現對於不斷變動的認知代表如何運作提供了一些見解。簡而言之，當突觸無法傳遞時，我們的神經認知代表會在不同的途徑之間漂移，但保持相似的模式，使我們的記憶得以存續。

「我們的大腦記憶研究體現 Flatiron Institute 透過運算方法 (包括資料分析、理論、建模和模擬) 推進科學研究的使命。儘管我們的新模型相當重要，但我們離理解大腦運作這個目標還有很長的路要走。」 Flatiron Institute 的科學運算核心中心主任 Ian Fisk 博士如此說道。「幸運的是，HPC 正以驚人的速度推動著我們的研究前進。」

大腦是一個奇蹟，也是一個謎團。HPC 模型是迅速且有力的教師，幫助我們了解我們的大腦、我們的記憶，以及我們如何學習。

⁵ <https://www.simonsfoundation.org/2023/03/09/computational-model-uncovers-new-insights-into-how-our-brains-store-information/>

研究材料科學

幫助我們快速、負責任並且可靠地改善我們的能源態勢，共同努力為人類改善未來。

室溫超導體得到完整的發展時，將為社會帶來徹底的變革。目前，室溫超導體是物理學界追尋的聖杯。數十年來，科學家們一直努力解開創造室溫超導體的方法，許多人奉獻了一生來嘗試解決這個挑戰。當這個挑戰解決之時，超導體將為世界帶來深遠的改變，特別是在電網和交通方面，例如電動車和磁浮列車系統，以及(有點諷刺地)在超級運算本身方面。

以目前而言，傳輸電力的導體效率並不高，在電力經過時會消耗電網所產生能源的 6-10%。^{6,7} 這每年對消費者造成數十億美元的能源浪費，也讓我們更依賴化石燃料。對比之下，超導體能實現無電阻的電力傳輸，不產生浪費或多餘的熱。然而至今為止，超導性只在超低溫 (像是華氏 -450 度) 下才能實現。而最近的發現指出有機會在華氏 59 度 (也就是室溫) 下能夠實現超導性的開創性材料。

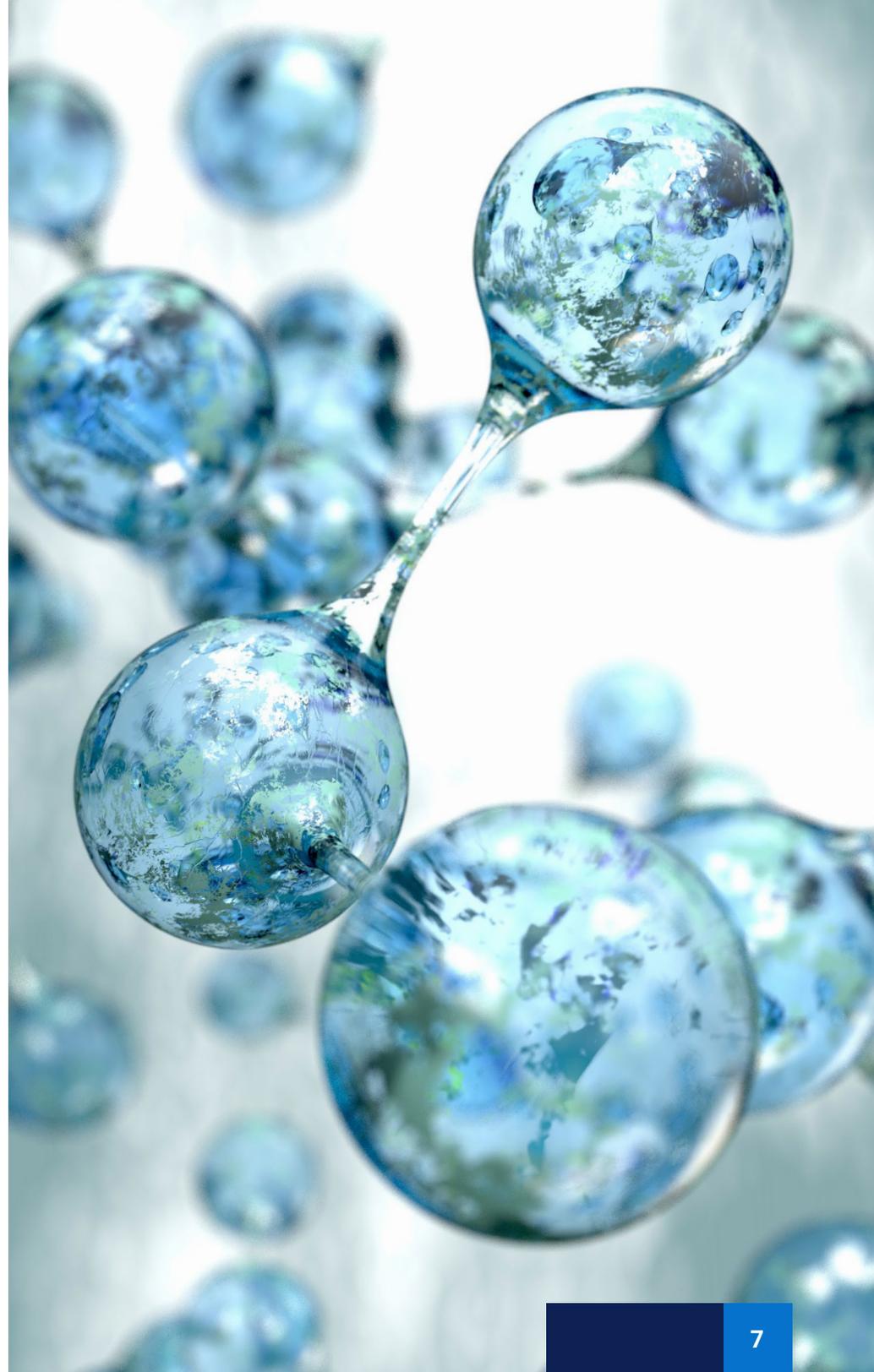
在 [Flatiron Institute](#)、[Dell Technologies](#) 和 [AMD](#) 正在加速材料科學研究，以期充分發揮超導性的驚人潛力。透過模擬，迅速擴大值得研究的潛在材料數量、快速排除不合適的選項，以及辨識出高可能性的選項，得以節省許多年的研究時間。

「我們在材料科學方面的工作相當有成果，因為以前一個人整個職業生涯只能研究 10,000 種可能的材料或化合物。而現在，由高效能運算 (HPC) 推動的研究深度和生產力使我們能夠在幾個月的時間內就分析 10,000 種材料，而且能達到如幾個百分點的高精確度。」[Flatiron Institute](#) 科學運算核心聯合主任 [Ian Fisk](#) 博士如此說道。

這意味著我們有可能掀起新一波的能源革命，讓我們以比原本想像地更快擺脫化石燃料，更快創造更美好的明天。

6 <https://www.vice.com/en/article/y3gdgw/ok-what-is-room-temperature-superconducting-and-will-it-change-everything>

7 <https://theconversation.com/a-tenth-of-all-electricity-is-lost-in-the-grid-superconducting-cables-can-help-199001>





研究計算生物學

讓我們更有機會找到疾病的治療方法。

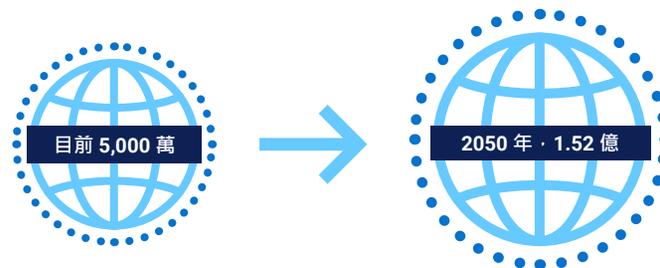
阿茲海默症盛行，全世界估計有 5,000 萬人受此病之苦。阿茲海默症治療很需要開創性的發展。若沒有這樣的發展，到了 2050 年，受阿茲海默症之苦的人可能達 1.52 億之譜。

研究人員正使用聖地牙哥超級電腦中心 (SDSC) 的 Expanse 進行研究，以期找到治療方法。*堪薩斯大學的研究人員正運用計算生物學和 SDSC 的 Expanse 研究家族性 (或遺傳性) 阿茲海默症，而且他們取得了重要的發現。最先進的 HPC 模擬為 γ 分泌酶的機制提供首見的見解，這種分泌酶是家族性阿茲海默症中的一種重要蛋白酶。了解 γ 分泌酶的交互作用和突變對於發現更能控制思維、語言和記憶的路徑相當重要。

「治療阿茲海默症是一個崇高的目標，而我們的 HPC 超級電腦 Expanse 以獨特的方式加以付諸實行。在目前為患者族群尋找徹底治療的研究中，早期的研究發現提供大有可為的基礎，我們的科學家也正熱切尋求在這方面有幫助的發現。」加州大學聖地牙哥 SDSC 副主任 Shawn Strande 如此表示。

隨著全球人口老化，由 HPC 推動以尋找更有效方法治療阿茲海默症的研究，對於個人、家庭和社區而言，都將具有革命性的意義。

* 此項研究因 HPC 和贊助組織才得以進行。其中工作由美國國家科學基金會和國家衛生研究院提供資金。Expanse 的超級運算時間是由 NSF 的 Extreme Science and Engineering Discovery Environment 提供資金。



5,000 萬人目前受到阿茲海默症影響

到 2050 年，
可能受影響的人超過 1.52 億

破解心血管疾病

能讓我們透過預防保健而活得更健康、更長壽。

每年死亡人數約為 5,600 萬。⁸心血管疾病是遙遙領先的第一名死因，佔逾 33% 的全球死亡人數。

進一步細察，人類心血管疾病的一個主要原因就是動脈粥狀硬化。早期促使動脈粥狀硬化發展的關鍵禍首是泡沫細胞的形成。⁹此外，泡沫細胞形成的主要因素是脂質滴。脂質滴能控制脂質儲存、脂質平衡，以及與蛋白質潛在的關聯性。¹⁰有趣的是，脂質不平衡與心血管疾病以外的許多其他疾病都有關，包括肥胖、脂肪肝、第 2 型糖尿病、阿茲海默症和癌症。這也就是為什麼了解脂質滴能帶來如此巨大的轉變。

而這促使猶他大學¹¹的研究人員展開了對於泡沫細胞形成和脂質滴的探究，希望能藉由其中的發現對抗動脈粥狀硬化。他們利用聖地亞哥超級電腦中心 Expanse 的 AMD EPYC 運算來模擬固醇和非編碼 RNA 對脂質滴相變以及泡沫細胞形成的影響。這一科學領域的突破，可幫助全球數百萬人減輕這些往往會致命的疾病的影響。

「我們的研究人員正透過 SDSC 的 HPC 加速研究，SDSC 是高效能與資料密集型運算領域的領導者。幫助揭開動脈粥狀硬化這種全球流行病的秘密，是極好的例子，讓我們看見高效能運算能為世界做出什麼樣的貢獻。」加州大學聖地牙哥 SDSC 副主任 Shawn Strande 如此表示。

8 <https://ourworldindata.org/causes-of-death>

9 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7961492/>

10 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6770496/>

11 <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2022.06.05.494869v1>





HPC 世界的七大奇蹟讓我們得以一窺超級運算能夠帶來的非凡新興可能性。儘管 HPC 推動的轉型有多大規模並不容易掌握，但有一點是很清楚的：結合 HPC 技術的能力，我們就能夠解決世界上最迫切和重要的數項挑戰，推動創新並成就突破，以前所未有的方式幫助人類。

在 Dell Technologies 和 AMD，我們始終在創新，協助加速您的構想並推動創新。我們正是如此攜手合作，為每個人打造更美好的未來。

若要深入瞭解 HPC 或討論您的具體需求，
請造訪 Dell.com/HPC。