

#WhyESGMatters

仿生學：向大自然學習



滙豐 | 滙見新可能

仿生學：向大自然學習

仿生學這一領域旨在透過模擬大自然的結構設計與工程原理，以此開發新科技，並推動更為環保的未來。例如，靈感來源於壁虎腳掌的黏合劑、受鯊魚啟發的金屬探測器，以及模仿蛇類可以在完全黑暗的環境中探測到溫血獵物而設計的夜視鏡。作為一個發展迅速的領域，研究與專利數量迅速增加，並且得到政策支持——這是一項具有特色的自然領域投資。

您知道嗎？

- 津巴布韋一個購物中心採用受白蟻丘啟發的通風系統，將對空調的依賴程度降低 **90%**
- 工程師將類似座頭鯨身上凸起的結構融入風力渦輪槳葉的設計中，從而使發電效率提高 **10%**
- 2016 年，仿生學相關出版刊物僅有 **3%** 涉及可持續發展，而到 2020 年，這一比例上升至 **7%**，反映該領域日益重視可持續發展
- 1995 年至 2020 年，以仿生學研究為重點的研究文章與會議論文增加了 **60 倍**
- 2004 年至 2021 年，仿生學可持續發展研究出版刊物中有 28% 專注於 **資源效益**，在所有類別之中居於首位
- 2004 年至 2021 年，20% 的「仿生學可持續設計」出版刊物發表於 **中國**，居各國之首



從大自然汲取靈感

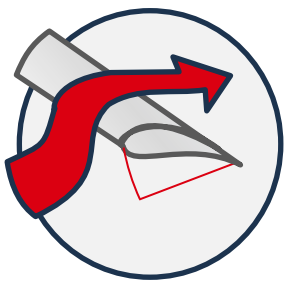
仿生學透過研究植物、動物與生態系統的形態（形狀及結構）、過程（行為及方法）及系統（相互依存性及生態系統），從而觀察自然界事物的運作模式，並將其轉化為創新與可持續的解決方案。該領域致力改善能源效益、可持續物料以及強度與耐用性等領域的人工流程。

模仿大自然中的形態——利用帶有凸起部分的渦輪槳葉來提升效率

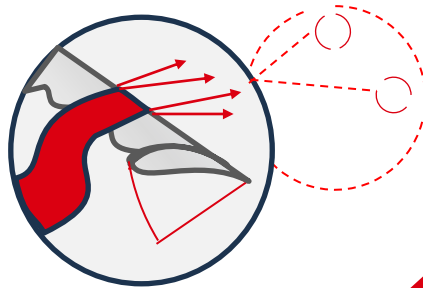
工程師將類似於座頭鯨身上的結構（如高爾夫球大小的凸起物）融入風力渦輪槳葉的設計中，得以減少渦輪槳葉的阻力，使槳葉更快速地旋轉，從而增加 10% 的電力輸出。^{1,2}

受鯨鰭啟發的風力渦輪槳葉

傳統翼型槳葉



結核效應——受座頭鯨啟發的「凹凸」結構槳葉



前緣的凸起部分提升空氣動力效率……



……槳葉傾斜角度更大，能夠使迎面而來的風流發生偏轉，從而讓渦輪旋轉產生更多的電力

資料來源：滙豐（根據 Wenliang Ke 等人，2022 年）

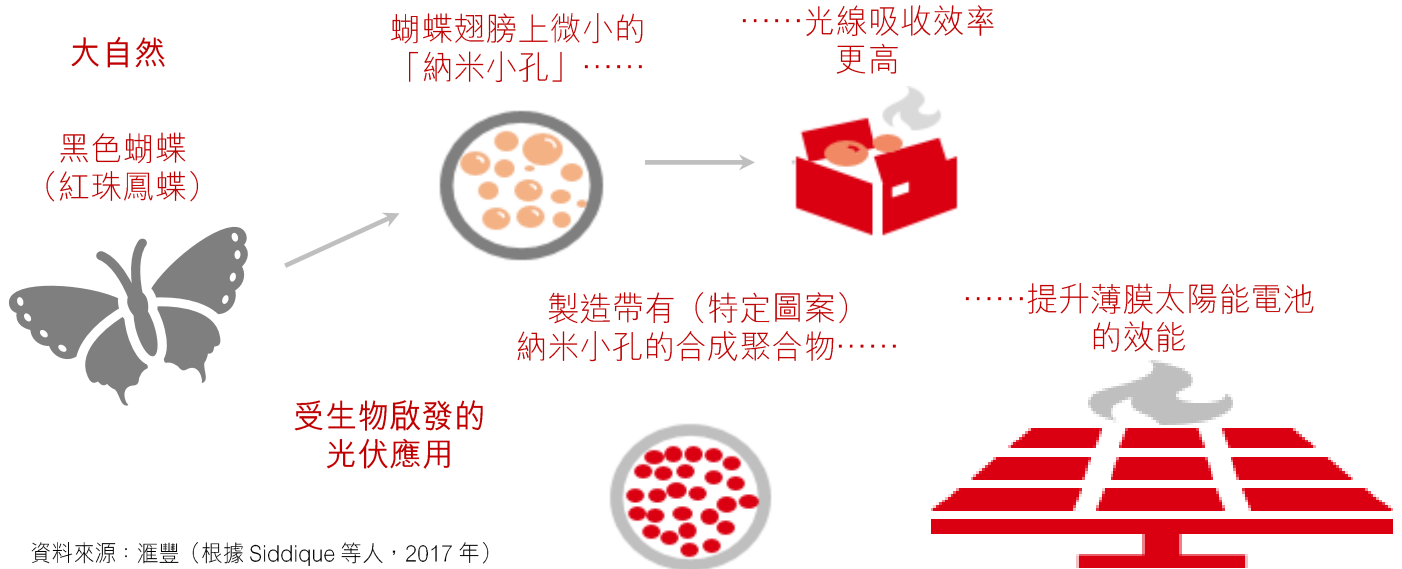
1. Power Technology 網站，仿生學：借鑒大自然的智慧，為世界提供動力，2020 年 8 月 18 日
2. 前緣凸起結構對水平軸風力渦輪機空氣動力性能的影響：數值研究；Wenliang Ke 等人，《Energy》，2022 年 1 月 15 日



模仿大自然的工程原理——受蝴蝶翅膀啟發更高效能的太陽能電池

研究人員分析某種蝴蝶的吸光性黑色翅膀，發現上面存在微小且不規則分佈的小孔，這些小孔能散射陽光，從而提高吸光效率。透過模擬這種結構設計，研究人員創造出了帶有類似小孔的薄矽太陽能電池，可以在任何角度下吸收光線。³

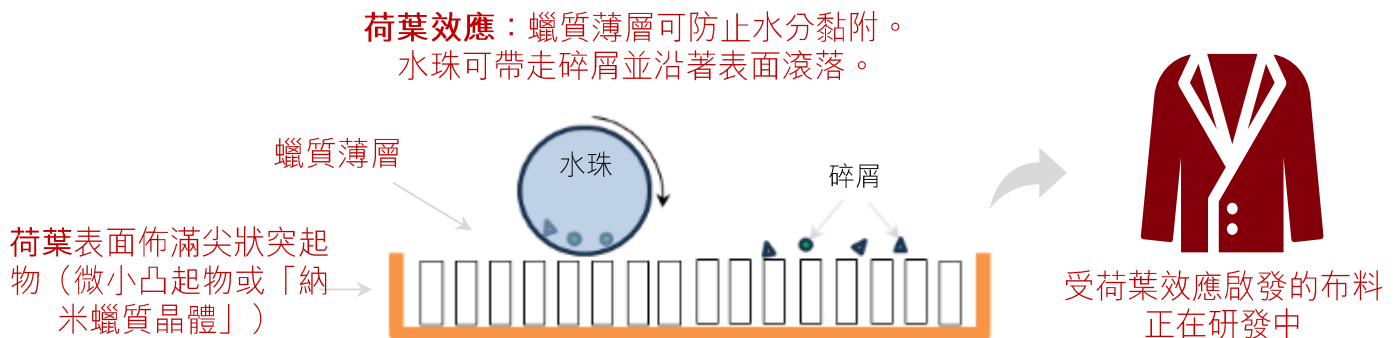
受蝴蝶翅膀啟發的太陽能電池



模仿大自然系統——受荷葉啟發的衣物

科學家正在研發模仿荷葉自潔特性的布料，這有助減少洗滌用水量，最終能降低生產布料的污染。⁴

受荷葉啟發的布料



3. The Verge 網站，蝴蝶翅膀啟發了太陽能電池板最佳的吸光方式，2017 年 10 月 19 日

4. Fibre2Fashion 網站，探索時尚行業的仿生學，2023 年 6 月



快速發展

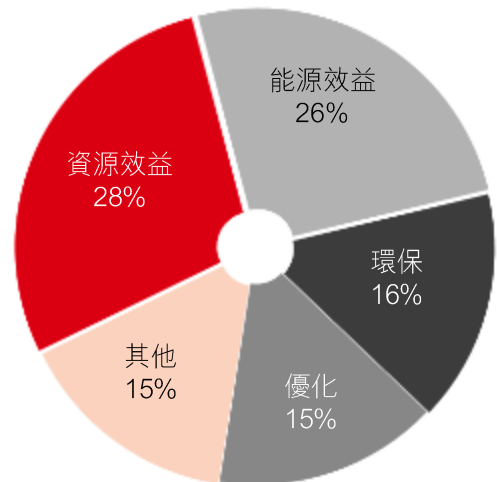
過去三十年，仿生學研究的受關注程度大幅飆升，這從研究出版物數量可見一斑：在物料科學、化學及工程學等多個科學學科，相關出版刊物在 1995 年至 2020 年期間增長了 60 倍。這充分展現了生物啟發的強大力量，以及仿生學在推動科學與科技發展方面的應用價值。⁵

積極配合可持續發展

然而，並非所有仿生學研究都被認為是具有可持續發展的特質。Jatsch 等人在 2023 年的一項研究⁶ 發現：「仿生學研究急需加強可持續設計的發展」。該研究發現，2016 年在仿生學相關出版刊物中只有 3% 與可持續發展相關，但到 2020 年這一比例已上升至 7%，反映該領域對可持續發展的關注度越來越高。

在明確推動可持續發展的研究論文中，學者正在探索眾多不同領域，當中特別著重提升效率。Jatsch 等人還指出，全球碳排放最高的國家（中國、美國、印度與歐洲）也是積極推動將可持續發展納入仿生學研究的主要貢獻者。

研究出版刊物（2004 年至 2021 年）按不同可持續發展層面進行的分類



資料來源：Jatsch 等人，2023 年

爭相從大自然學習汲取靈感

自 2000 年以來，仿生學專利數量也大幅增加。⁷

Haejin Bae 在 2023 年的一項研究指出：「仿生學技術正處於增長階段，預計未來將持續發展，而南韓與美國正處於開發的領先地位」。

5. Sunil Sharma 與 Prabir Sarkar，《Research into Design for a Connected World》，仿生學：探索研究、挑戰、差距與工具），2019 年 1 月
6. 仿生學有助可持續發展——趨勢文獻綜述，Jatsch 等人，《Biomimetics》，2023 年 7 月 11 日
7. 「受大自然啟發的創新政策：仿生學——利用生物多樣性推動經濟發展的途徑」；A Lebdioui，《Ecological Economics》，2022 年 9 月 9 日



亮麗前景

人工智能

人工智能有望加速仿生學的發展進程，並通過數據處理、模擬、建模以及模式識別等方法，實現更精準、更複雜的分析。⁸ 例如，亞利桑那州立大學的研究人員正在重點研究螞蟻與蜜蜂等群居性昆蟲。⁸ 透過研究這些昆蟲的行為——即牠們如何溝通、解決問題以及適應牠們所處的環境，研究人員正在設計能夠在工廠及其他情況下（如援助災區）中一同工作的機械人。

政策格局

隨著越來越多的政策致力推動創新與可持續發展，仿生學領域的前景似乎一片光明。目前，更多政府開始意識到仿生學的潛力，並開始實施國家層面的政策舉措，以支持仿生學領域的研究與開發。⁹

與大自然合作

我們認為，隨著生物多樣性在全球議程中的重要性與日俱增，對仿生學的政策支持也將隨之加強。例如，部分新興經濟體正在探索如何利用其本地生物多樣性推動創新，為仿生學研發塑造有利的生態系統，並促進國際研究合作。

其中一個重要角度在於整合利益共享框架，確保仿生學帶來的經濟利益與生物多樣性保育一致。這涉及建立保護生物多樣性熱點地區的法律框架，確保仿生學實踐不會損害自然生態系統。

結論

隨著我們不斷發掘仿生學的龐大潛力，其影響力必然將持續擴大，並推動不同行業及科技的進步。仿生學研究所設立了「希望之光獎加速計劃」(Ray of Hope Prize Accelerator) 項目¹⁰，藉此為「受自然啟發、具有高影響力的初創企業」提供支持。讓真正採納並融合這類技術的企業與投資者有望成為塑造更可持續未來的先鋒。

鑒於消費者日益關注更具可持續性的解決方案，仿生學提供了一個與自然領域相關的投資機遇。透過應用生物啟發型科技，投資者及企業不僅能夠獲得潛在的財務收益，還可以成為積極變革的催化劑，幫助推動向更環保的經濟，以及更健康的生活環境。



8. Lars Langenstuek, 在設計中融合人工智能與仿生學，2023年9月20日

9. 「受大自然啟發的創新政策：仿生學——利用生物多樣性推動經濟發展的途徑」，A Lebdioui, 《Ecological Economics》，2022年9月9日

10. biomimicry.org/rayofhopeprize

披露附錄

1. 本報告發布日期為 2025 年 2 月 13 日。
2. 除非本報告顯示不同的日期及／或具體的時間，否則本報告中的所有市場資料截止於 2025 年 2 月 12 日。
3. 滙豐設有識別及管理與研究業務相關的潛在利益衝突的制度。滙豐分析師及其他從事研究報告準備和發布工作的人員有獨立於投資銀行業務的匯報線。研究業務與投資銀行及做市商交易業務之間設有資訊隔離牆，以確保保密資訊和（或）價格敏感性資訊可以得到妥善處理。
4. 您不可出於以下目的使用／引用本報告中的任何資料作為參考：（i）決定貸款協議、其它融資合同或金融工具項下的應付利息，或其它應付款項，（ii）決定購買、出售、交易或贖回金融工具的價格，或金融工具的價值，及／或（iii）測度金融工具的表現。
5. 本報告為滙豐環球研究發布的英文報告的中文翻譯版本。香港上海滙豐銀行有限公司、滙豐銀行（中國）有限公司、滙豐（台灣）商業銀行有限公司及加拿大滙豐銀行已採取合理措施以確保譯文的準確性。如中英文版本的內容有差異，須以英文版本內容為準。

免責聲明

本報告由香港上海滙豐銀行有限公司（簡稱「HBAP」，註冊地址香港皇后大道中 1 號）編製。HBAP 在香港成立，隸屬於滙豐集團。本報告由加拿大滙豐銀行、滙豐銀行（中國）有限公司、滙豐（台灣）商業銀行有限公司及 HBAP（合稱「發行方」）向其客戶分發。本報告僅供一般傳閱和資訊參考目的。本報告在編製時並未考慮任何特定客戶或用途，亦未考慮任何特定客戶的任何投資目標、財務狀況或個人情況或需求。HBAP 根據在編製時來自其認為可靠來源的公開信息編製本報告，但未獨立驗證此類資訊。本報告的內容如有變更恕不另行通知。對於因您使用或依賴本報告，而可能導致您產生、或承受因此造成、導致或與其相關的任何損失、損害或任何形式的其他後果，HBAP 及發行方不承擔任何責任。對於本報告的準確性、及時性或完整性，HBAP 及發行方並不作任何擔保、聲明或保證。本報告並非投資建議或意見，亦不以銷售投資或服務或邀約購買或認購這些投資或服務為目的。您不應使用或依賴本報告作出任何投資決定。HBAP 及發行方對於您的此類使用或依賴不承擔任何責任。若對本報告內容有任何問題，您應該諮詢您所地區的專業顧問。您不應為任何目的向任何個人或實體複製或進一步分發本報告部分或全部的內容。本報告不得在任何禁止分派本報告的地區分發。以下條款僅適用於滙豐（台灣）商業銀行有限公司向其客戶分發時的情況：滙豐（台灣）辦理信託業務，應盡善良管理人之注意義務及忠實義務。滙豐（台灣）不擔保信託業務之管理或運用績效，委託人或受益人應自負盈虧。

© 版權香港上海滙豐銀行有限公司 2025，版權所有。

未經香港上海滙豐銀行有限公司的事先書面許可，不得對本報告任何部分進行複製、存儲於檢索系統，或以任何電子、機械、影印、記錄或其它形式或方式進行傳輸。

關於可持續投資的重要資訊

「可持續投資」包括在不同程度上考慮環境、社會、管治及／或其他可持續發展因素（統稱為「可持續發展」因素）的投資方法或工具。為實現可持續發展成果，我們納入此類別中的某些工具可能處於變化之中。

無法保證可持續投資的回報與在不考慮這些因素的情況下所取得的回報相近。可持續投資可能會偏離傳統的市場基準。

此外，可持續投資或可持續投資的影響（「可持續發展影響」）並無標準定義或衡量標準。可持續投資和可持續發展影響的衡量標準（a）具有高度主觀性，且（b）在行業之間和行業內部可能存在顯著差異。

滙豐可能依賴協力廠商提供商或發佈人制定及／或報告的衡量標準。滙豐可能不會就衡量標準自行展開特定的盡職調查。不能保證：（a）投資的可持續發展影響的性質或衡量標準將符合任何特定投資者的可持續發展目標；（b）將達到可持續發展影響的指定水準或目標水準。

可持續投資是一個不斷發展的領域，可能會有新的監管規定出台並可能因此影響投資的分類或標籤方式。一項今天被認為符合可持續發展標準的投資，在未來的某個時間點可能變得不符合此類標準。

