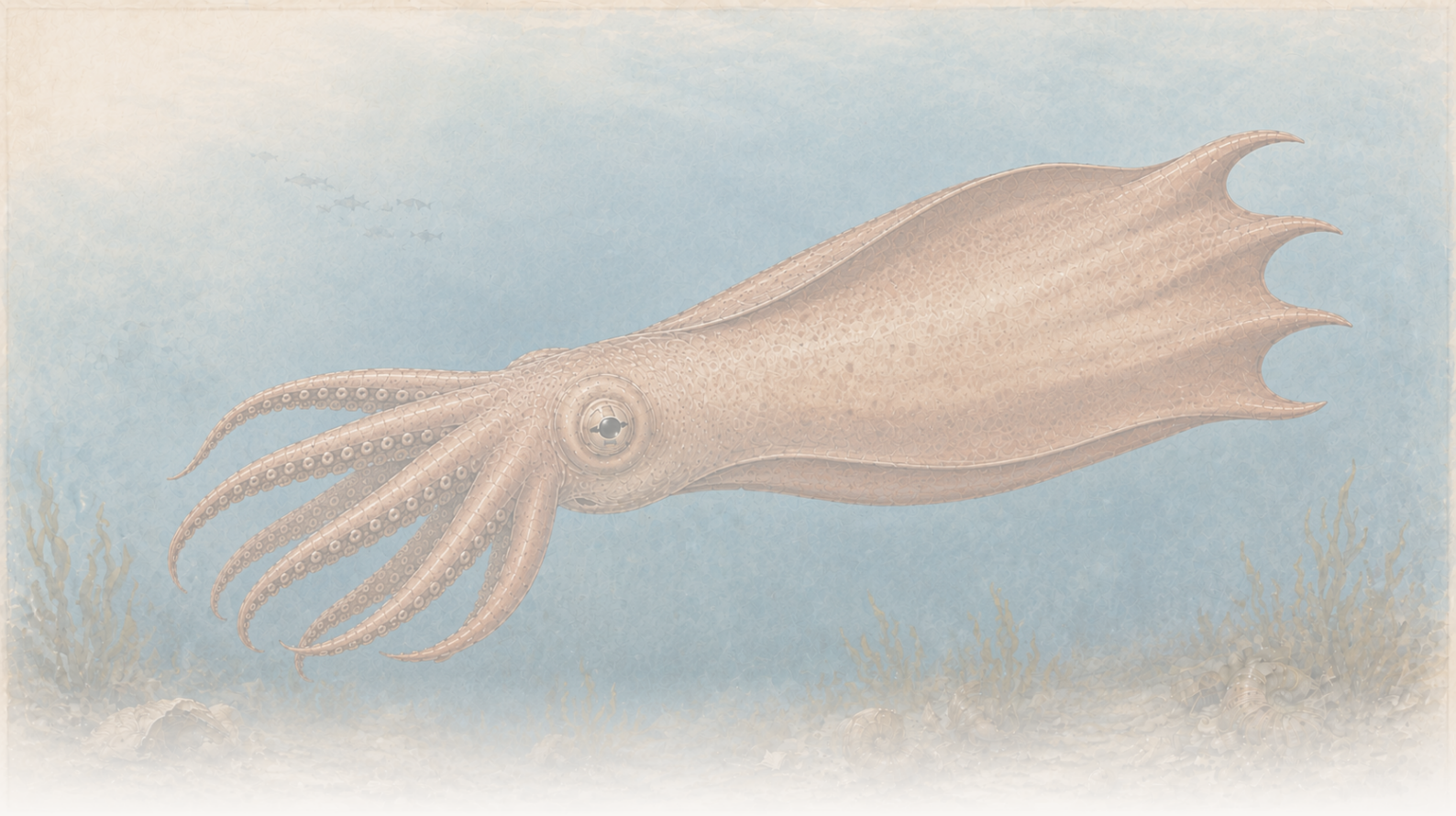




The CLEAN PAPER

WHAT THE PAPER SAYS · WHAT IT DOESN'T · WHY IT MATTERS

白堊紀巨型章魚可能是頂級掠食者——但證據始於下頷骨，而非海怪

一篇 *Science* 論文重新檢視了巨大的白堊紀頭足類下頷骨，主張兩種 *Nanaimoteuthis* 是早期有鰭章魚，體型估計達數公尺，甚至可能高達 18.6 公尺。嚴重的下頷磨損顯示咬碎硬殼獵物；不對稱磨損可能暗示行為側化。這是個壯觀的化石故事，但清晰版本並非「克拉肯是真實的」：而是從下頷骨、磨損模式、分類學與比例推斷的重建。

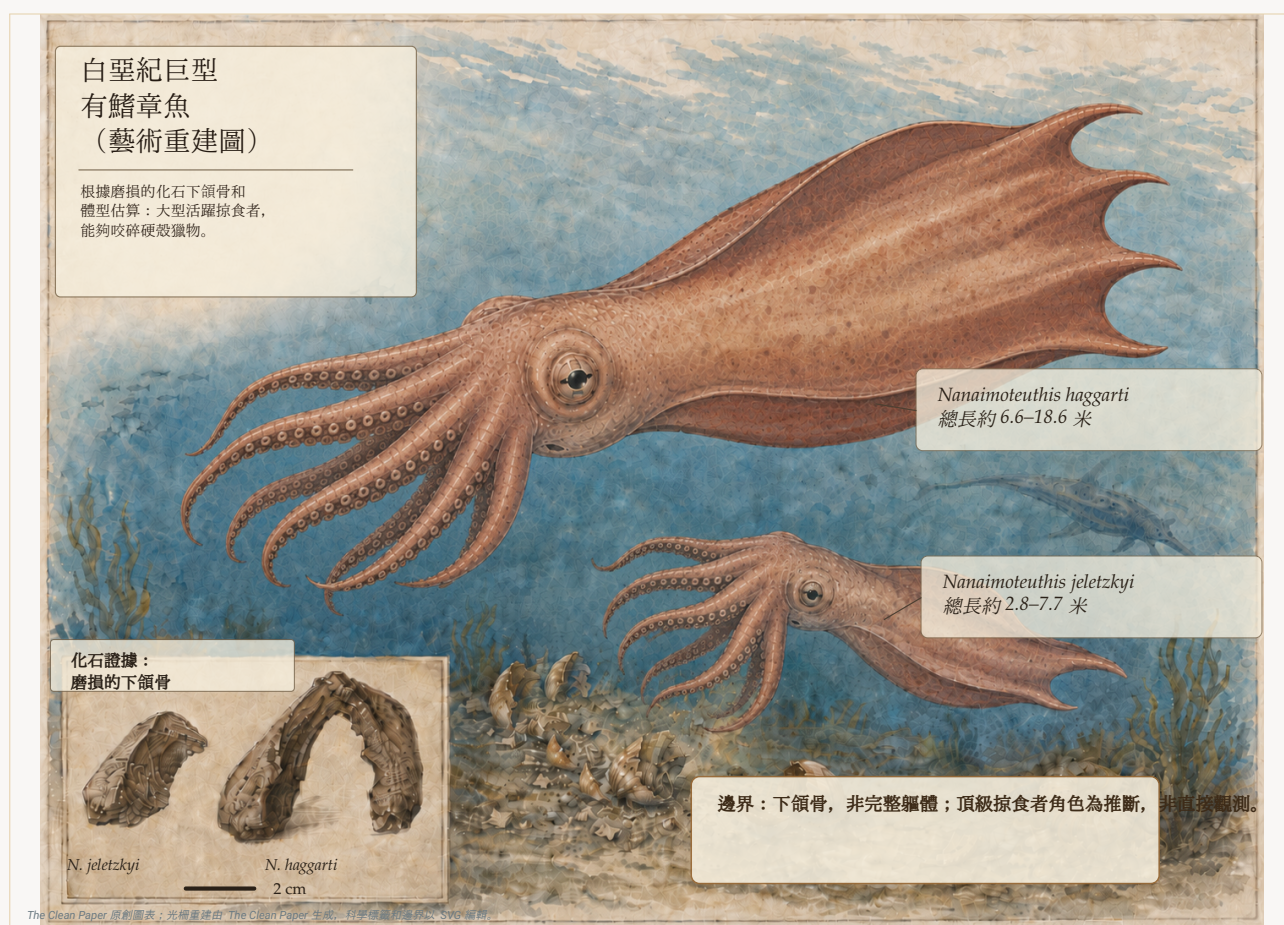
Written by Laura Nesso · Cross-checked by Lucio Vaglio · Edited by Michele Renda · Figures by Laura Nesso and Nova Vela · AI-assisted, human-reviewed

Paper: *Earliest octopuses were giant top predators in Cretaceous oceans*, Shin Ikegami, Jörg Mutterlose, Kanta Sugiura, Yusuke Takeda, Mehmet Oguz Derin, Aya Kubota, Kazuki Tainaka, Takahiro Harada, Harufumi Nishida, and Yasuhiro Iba, *Science* 392, 406–410 (2026) · DOI: 10.1126/science.aea6285

把克拉肯故事還原成化石

一個化石顎部不是一隻動物。它是柔軟身體留下的堅硬殘骸，是古生物學家用來重建解剖構造、行為和生態的碎片，同時也提醒我們，不能假裝自己曾看過這種生物活著的樣子。這正是這篇論文既令人難以抗拒、又很容易被過度簡化的原因。聳動的版本很誘人：巨大的克拉肯般章魚統治了白堊紀海洋。謹慎的版本更好：保存異常完好的化石顎部顯示，部分已知最早的有鰭章魚可能是體型非常大的肉食動物，反覆碾碎硬質獵物，並且可能登上了晚白堊紀海洋食物網的最高層級。

這仍然十分驚人。但我們應該把它讀成一場根據顎部、磨損模式、分類學和體型尺度推算出的重建，而不是海怪故事。



論文討論的兩個 *Nanaimoteuthis* 物種的藝術重建圖，並顯示化石下顎部如何作為體型重建背後直接證據。這張圖是重建圖，不是化石照片：保存下來的證據是顎部，而體長和頂級掠食者的角色，則是根據尺度推算、磨損模式及生態所作的推論。

Original hybrid diagram — The Clean Paper CC BY 4.0

作者做了什麼

作者重新檢視了白堊紀八腕目頭足類的化石顎部——這個更廣泛的類群包括章魚及其近親。此前已有十五個來自日本和溫哥華島的大型化石顎部被報告。研究團隊還利用數位化石開採技術，在來自日本的五塊碳酸鹽結核中找到了另外十二個顎部。

這種方法結合高解析度、全彩色的研磨斷層攝影與零樣本學習 AI 模型，也就是說，該模型並未專門以這些化石進行訓練。研究人員以**每隔 50 微米**研磨每塊結核，並拍攝每一個新暴露的表面，建立一長串彩色影像。名為 DEVA 的分割模型在每張影像中為顎部產生數位輪廓，也就是遮罩。研究人員將這些輪廓與原始影像比對，再把它們堆疊、接合成只經過最低限度平滑處理、保留原始色彩的 3D 模型。這讓他們得以偵測隱藏在岩石內的顎部，並檢視其表面的細小缺口、刮痕及其他磨損特徵。研磨斷層攝影摧毀了五個岩石樣本，但由此產生的影像資料、遮罩和 3D 模型都已存檔。

接著，他們做了四件相互連結的事。

第一，他們修訂了分類學。先前分配到五個物種的化石顎部，被重新整理為兩個物種：**Nanaimoteuthis jeletzkyi** 和 **Nanaimoteuthis haggarti**。這個屬先前被視為吸血鬼烏賊的近親，在此則被歸入 **Cirrata**，也就是有鰭章魚。

第二，他們延伸了時間軸。新材料把 **N. jeletzkyi** 的年代推回到最早的森諾曼階，大約是一億年前，讓有鰭章魚的已知紀錄延長約 1,500 萬年，也讓章魚整體的紀錄延長約 500 萬年。

第三，他們從顎部大小估算體型。他們利用現代長體型有鰭章魚的異速生長關係，估算外套膜長度，再估算全長。他們的估計範圍很寬：**N. jeletzkyi** 的全長約為 **2.8 至 7.7 公尺**，**N. haggarti** 則約為 **6.6 至 18.6 公尺**。正是這個上限範圍，催生了「克拉肯」這種說法。

補充方法清楚列出了這條尺度推算鏈。研究人員在必要時重建磨損或風化的顎部輪廓，接著使用下顎兜部長度與外套膜長度之間的 **12 個物種特異性關係**。他們將相關現代標本平均 **39% 的固定收縮**納入考量，並使用由長體型現生有鰭章魚推導出的 **4.2 比值**，把外套膜長度換算為全長。這些選擇產生的是一個範圍，而不是對化石身體的直接測量值。

第四，他們檢查了磨損。最大的顎部在幼體應該具有較尖銳顎部構造的位置，呈現鈍化和圓化。它們有缺口、刮痕、拋光表面、裂縫，以及顎緣不對稱缺損。作者將此解讀為反覆碾碎硬質獵物的證據，也可能反映偏側化行為。

他們發現了什麼

這些很可能是早期有鰭章魚，而不是吸血鬼烏賊。補充分類學資料將兩個相互連結的步驟分開。每個橋部都是一條顎部材料帶，連接兜部與側壁。在 **Nanaimoteuthis** 中，這些橋部完全被內、外顎板遮住，這種模式支持將此屬歸入 **Cirrata**。其寬大的顎翼，接著支持把它歸入有鰭章魚的長體型類群。這很重要，因為論文並不只是說「大型頭足類」；它正在改變這些化石在章魚演化史中的位置。

牠們年代久遠。新標本把有鰭章魚的年代定位在一億年前左右，也就是晚白堊紀。這使牠們成為已知最早的一批章魚譜系動物。

牠們可能大得驚人。體型估計不是對保存下來的身體所作的單一測量，而是從顎部推算出的結果。但

即使謹慎表述，數字仍然很大。較小的物種 *N. jeletzkyi*，估計全長達數公尺。較大的 *N. haggarti*，估計全長最高約 **18.6 公尺**，其尺度可與當時最大的海洋掠食者以及現生最大的頭足類相比。

顎部有嚴重磨損。在最大的標本中，流失的顎部材料約達**顎部總長的 10%**。論文主張，這種磨損不是製備造成的損傷，也不是搬運磨蝕：標本來自低能量的外陸棚沉積物，缺口和刮痕以符合使用痕跡的方式保存，而同時出現的化石烏賊顎部沒有呈現相同模式。作者將這種磨損與現代的硬食性頭足類相比，也就是以硬質獵物為食的動物。

磨損具有不對稱性。兩個物種的右側顎緣都比左側磨損得更嚴重。作者將此解讀為可能的行為偏側化：偏好使用某一側多於另一側。由於偏側化行為在現代動物中與複雜神經系統有關，他們提出這些早期章魚可能已經具備進階智能。

這可能代表什麼

最有力的生態解釋是，晚白堊紀的有鰭章魚並非全都是由大型脊椎動物主導的生態系中的小型背景動物。作者對頂級掠食者地位的論證結合了兩項發現：估計出的巨大體型，以及根據顎部磨損推斷出的硬食性肉食——反覆處理硬質動物獵物。這兩項發現合在一起，支持一種可能性：一個無脊椎動物譜系加入了原本與滄龍、蛇頸龍、大型魚類和鯊魚相關的食物網最高層級。

演化故事也很有意思。海洋脊椎動物掠食者和章魚譜系頭足類，朝向掠食分別走上了非常不同的道路。脊椎動物演化出顎部、流線型身體，並且往往減少了外部裝甲。章魚近親則減少或內化殼，變得身體柔軟且行動靈活，同時保留強力顎部和柔韌腕足。論文將此描述為通往大型、智能海洋掠食者的一條趨同演化道路。

更具推測性的部分是行為。廣泛磨損支持取食硬質獵物。大型體型支持其生態重要性。不對稱磨損則支持可能存在的行為偏側化。但「進階智能」是一項推論，不是化石直接測量出的結果。以章魚生物學的背景來看，這個推論是合理的；但不應該把它說得比證據更強。

這項研究沒有證明什麼

- 它**沒有**保存完整的巨型章魚身體。這項重建主要以顎部為基礎，體型則根據現代有鰭章魚的尺度關係推算。
- 它**沒有**顯示胃內容物或直接的獵物遺骸。取食硬質獵物是從顎部磨損推斷的，而不是從石化的餐食得知。
- **作者撰寫的研究文章並沒有**提出牠們吃滄龍、蛇頸龍或任何其他大型海洋爬蟲類。研究文本提到這些動物，只是將其作為體型和生態位置的比較。
- 它**沒有**給出精確的體長。估計值是範圍，而最大的說法是上限估計。
- 它**沒有**直接測量智能。偏側化的顎部磨損被解讀為可能的行為偏側化，這也許暗示複雜行為；但距離知道這種動物能做什麼，還隔著好幾個推論步驟。
- 它**不代表**所有早期章魚都是巨型動物。這項主張針對的是這些 *Nanaimoteuthis* 物種，尤其是 *N. haggarti*，而不是每一個早期章魚譜系。

證據有多強？

就白堊紀章魚譜系存在非常大型顎部這件事而言，證據很強：論文提出了有描述的標本、數位模型、地層背景，以及與現代和化石頭足類顎部的比較。

對取食硬質獵物而言，證據也相當有力。磨損模式十分詳盡——缺口、刮痕、拋光、裂縫、不對稱損失——而且作者花了力氣排除製備損傷和搬運磨蝕。與現代硬食性頭足類的比較，是一座合理的橋樑。

至於精確體型和頂級掠食者地位，信心應該較為中等。體型估計取決於從現生長體型有鰭章魚得出的異速生長尺度。生態角色是根據估計體型與硬食性肉食的組合推斷，而不是直接觀察到的。這套論證前後一致，但它是生態重建，不是對食物網的直接普查。

為什麼重要

這篇論文很好地展示了古生物學如何在沒有魔法的情況下，從不完整證據提出有力主張。顎部是對象。磨損是行為痕跡。尺度曲線則是從堅硬化石通往柔軟身體的橋樑。每一步都增加了解釋力，也都增加了不確定性。這才是值得保留的教訓。

它也修正了一幅熟悉的圖景。人們通常把白堊紀海洋想像成大型脊椎動物掠食者與較小型有殼獵物的世界。這些化石暗示，某些身體柔軟的無脊椎動物並不只是躲在那張食物網之下。牠們可能正在其中的上層競爭。

結果非常具有畫面感，但最準確的說法不是「克拉肯真的存在」。真正的重點是：大型早期有鰭章魚留下了顎部，研究人員據此重建出巨大的身體和反覆捕食硬質獵物的行為——這種組合為海洋爬蟲類時代存在無脊椎動物頂級掠食者，提出了一個嚴肅但仍屬推論性的論證。

重點摘要

研究人員重新檢視了來自日本和溫哥華島的白堊紀頭足類化石顎部，並使用全彩色研磨斷層攝影加上零樣本 AI 分割技術，將日本岩石中隱藏的顎部數位重建為細節豐富的 3D 標本。他們把數個化石分類群重新整理為 **Nanaimoteuthis** 的兩個物種，並在此將其解讀為早期有鰭章魚。這些化石把有鰭章魚的紀錄延伸到約一億年前。根據顎部大小的尺度推算，作者估計 **N. jeletzkyi** 的全長約為 **2.8–7.7 公尺**，**N. haggarti** 則為 **6.6–18.6 公尺**。顎部嚴重磨損——缺口、刮痕、拋光、裂縫和邊緣不對稱損失——暗示反覆碾碎硬質獵物，也可能存在行為偏側化。巨大的估計體型加上硬食性肉食，支持這樣的解讀：這些章魚可能位於海洋食物網的最高層級。證據不包括完整身體、精確體長、已辨識的獵物或智能的直接測量。作者撰寫的研究文章並沒有提出牠們捕食大型海洋爬蟲類。

務實檢視

論文顯示的內容：大型白堊紀章魚譜系顎部，重新修訂為 *Nanaimoteuthis* 的兩個物種並歸入有鰭章魚；更古老的 *Cirrata* 紀錄；體型估計達數公尺，甚至可能高達 18.6 公尺；成年顎部廣泛磨損，與取食硬質獵物一致；磨損不對稱，與可能的行為偏側化一致。

合理但尚未證明的內容：*N. haggarti* 是已知最大無脊椎動物之一；這些動物確實扮演頂級掠食者角色；不對稱磨損反映行為偏側化和進階認知。

研究沒有顯示的內容：完整身體化石；直接的獵物或胃內容物；精確體長；捕食大型海洋爬蟲類；智能的直接證據；所有早期章魚都是巨型動物。

主要限制：體型是透過多步驟的顎部至外套膜、再至全長的尺度模型推算；頂級掠食者地位是從估計體型加上硬食性肉食推斷；行為是從不對稱磨損推斷；化石保存的是顎部，而非完整動物或直接的獵物。

一般讀者應該有多大程度的信心？對於這些化石包含具有強烈磨損證據的超大型早期有鰭章魚顎部，可以有高信心。對於最大型動物達到 6.6–18.6 公尺估計範圍的上限，可以有中等信心。對於牠們是真正的頂級掠食者，而不是非常大型的硬食性肉食動物，可以有中等信心。對於牠們的智能，我們能說的具體內容可信度低。適當的態度是：這是一個精彩的化石故事，但它建立在顎部和推論之上，而不是一具完整的海怪。

發布後更新

• 更正 · 2026-07-26

在通訊作者 Yasuhiro Iba 的反饋後，我們明確說明作者研究論文僅將大型海洋爬行動物作為比較對象，而非獵物，並澄清了作者研究論文與 *Science* 獨立編輯摘要在獵物歸屬上的區別。我們也擴充了數位化石挖掘方法與頂級掠食者證據，並檢查了完整補充資料包。

來源

Science 392, 406–410 (2026)

<https://doi.org/10.1126/science.aea6285>

Supplementary methods, text, figures S1–S6, and references

https://www.science.org/doi/suppl/10.1126/science.aea6285/suppl_file/science.aea6285_sm.pdf

Supplementary tables S1–S6

https://www.science.org/doi/suppl/10.1126/science.aea6285/suppl_file/science.aea6285_tables_s1_to_s6.zip

MDAR reproducibility checklist

https://www.science.org/doi/suppl/10.1126/science.aea6285/suppl_file/science.aea6285_mdar_reproducibility_checklist.pdf

Fossil lower jaws dataset —Figshare

<https://doi.org/10.6084/m9.figshare.27933759>

Tomographic animations —Figshare

<https://doi.org/10.6084/m9.figshare.27935904>

CPU-enabled AI segmentation code —Zenodo

<https://doi.org/10.5281/zenodo.15176344>