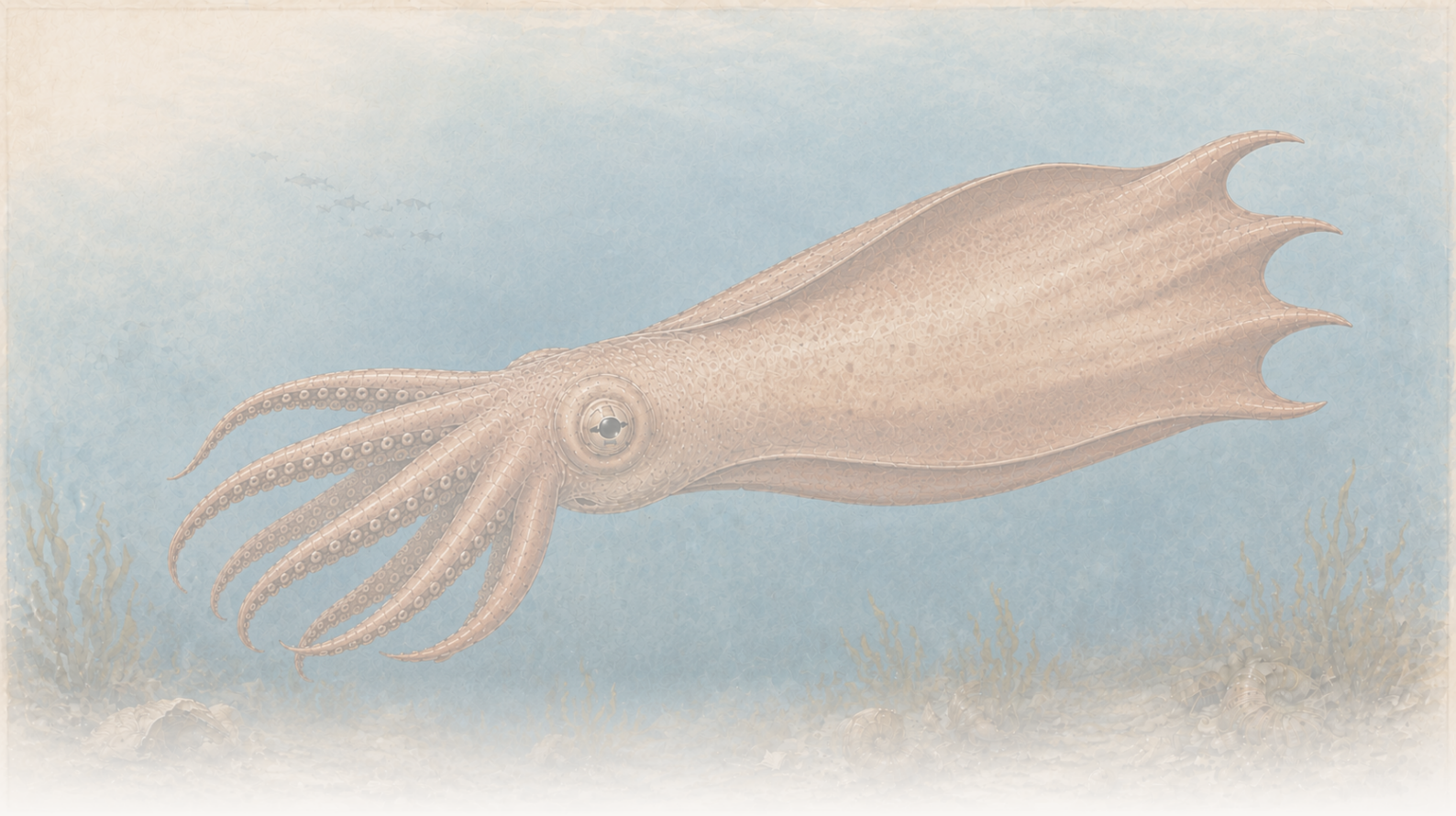




The CLEAN PAPER

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

白垩纪巨型章鱼可能是顶级掠食者——但证据始于下颌骨，而非海怪

一篇《科学》论文重新审视了巨大的白垩纪头足类下颌骨，认为两种 *Nanaimoteuthis* 是早期有鳍章鱼，体型估计达到数米，甚至可能达 18.6 米。严重的下颌磨损表明反复压碎坚硬猎物；不对称磨损可能暗示侧向行为。这是一个壮观的化石故事，但清晰版本不是“克拉肯是真实的”：它是基于下颌骨、磨损模式、分类学和比例推断的重建。

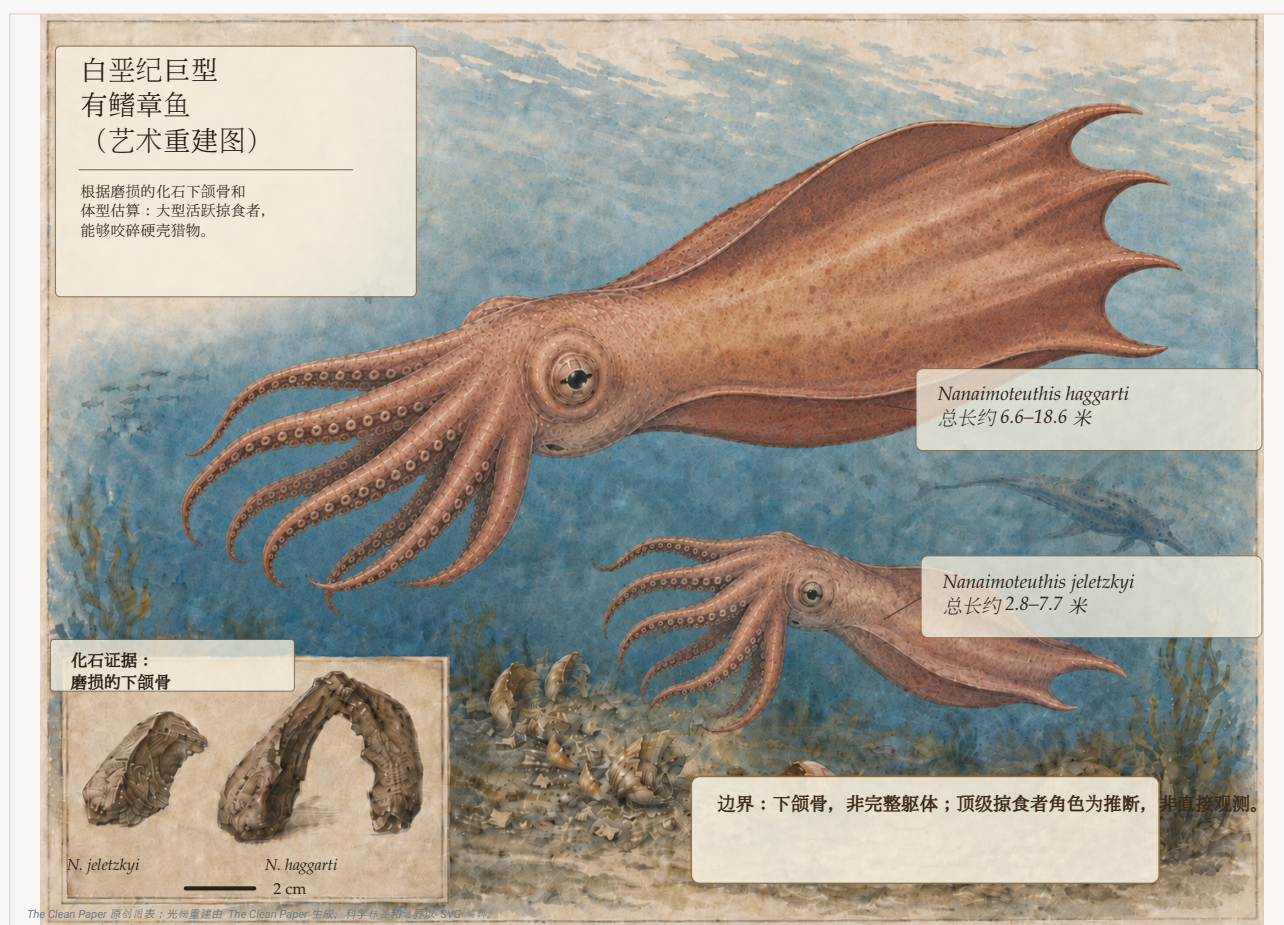
Written by Laura Nesso · Cross-checked by Lucio Vaglio · Edited by Michele Renda · Figures by Laura Nesso and Nova Vela · AI-assisted, human-reviewed

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

化石还原出的克拉肯故事

一块化石下颌并不等于一只动物。它是柔软身体留下的坚硬残片，是古生物学家据此重建解剖结构、行为和生态的线索，同时又不能假装自己亲眼见过这种生物活着的样子。这正是这篇论文既令人难以抗拒、又很容易被过度简化的原因。标题式的说法很诱人：巨型克拉肯似的章鱼统治了白垩纪海洋。更严谨的说法则是：保存异常完好的化石下颌表明，一些已知最早的鳍章鱼可能是体型极大的食肉动物，会反复咬碎硬质猎物，并且可能进入晚白垩世海洋食物网的顶层。

这依然十分壮观。但它应当被理解为一个基于下颌、磨损模式、分类学和体型尺度关系的重建故事，而不是一个海怪故事。



论文讨论的两种 *Nanaimoteuthis* 的艺术复原图，图中展示了化石下颌，它们是体型复原背后的直接证据。这幅图是复原图，不是化石照片：保存下来的证据是下颌，而体长和顶级捕食者角色则是根据尺度关系、磨损模式和生态学推断出来的。

Original hybrid diagram — The Clean Paper CC BY 4.0

作者做了什么

作者重新研究了来自白垩纪八腕类头足动物的化石下颌——这是一个包含章鱼及其近亲的更大类群。此前，日本和温哥华岛已经报告发现 15 个大型化石下颌。研究团队还利用数字化石采矿技术，在来自日本的五块碳酸盐结核中找到了另外 12 个下颌。

这项方法将高分辨率全彩磨削断层成像与零样本学习 AI 模型结合起来，也就是说，该模型并没有专门使用这些化石进行训练。研究人员以 **50 微米的间隔**磨削每块结核，并拍摄每一个新暴露表面，从而建立一大组彩色图像序列。一个名为 DEVA 的分割模型为每张图像中的下颌生成数字轮廓，也就是掩膜。研究人员将这些轮廓与原始图像进行核对，然后把它们堆叠、拼接成经过最低限度平滑处理且保留原始颜色的 3D 模型。这样，他们就能发现藏在岩石内部的下颌，并检查其表面上的细小缺口、划痕和其他磨损特征。磨削断层成像摧毁了五个岩石样本，但由此得到的图像数据、掩膜和 3D 模型都已归档。

随后，他们做了四件相互关联的事。

第一，他们修订了分类学。此前分属于五个物种的化石下颌被重新归入两个物种：**Nanaimoteuthis jeletzkyi** 和 **Nanaimoteuthis haggarti**。这个属此前被视为吸血乌贼的近亲，而本文将其置于 **Cirrata**，即鳍章鱼之中。

第二，他们延长了时间记录。新材料将 **N. jeletzkyi** 的出现时间推回到最早的塞诺曼期，大约 **1 亿年前**，使鳍章鱼的已知记录延长约 **1500 万年**，也使更广义的章鱼记录延长约 **500 万年**。

第三，他们根据下颌大小估算体型。他们利用现代长体型鳍章鱼的异速生长关系，先估算胴体长度，再估算总长。他们的估计范围很宽：**N. jeletzkyi** 的总长约为 **2.8 至 7.7 米**，**N. haggarti** 约为 **6.6 至 18.6 米**。正是这个上限范围催生了“克拉肯”式的说法。

补充方法明确说明了这条尺度推算链。在必要时，研究人员重建了已经磨损或风化的下颌轮廓，然后使用下颌下缘帽部长度与胴体长度之间的 **12 组物种特异性关系**。他们考虑了相关现代标本平均 **39% 的固定收缩**，并用一个由长体型现生鳍章鱼得出的 **4.2** 比值，将胴体长度换算为总长。这些选择得到的是一个范围，而不是对化石动物身体的直接测量。

第四，他们检查了磨损。与幼体更尖锐的下颌结构相比，最大的下颌在相应部位已经变钝并呈圆形。它们显示出缺口、划痕、抛光表面、裂纹，以及下颌边缘不对称的缺失。作者将此解释为反复咬碎硬质猎物的证据，并认为这可能反映了行为侧化。

他们发现了什么

这些很可能是早期鳍章鱼，而不是吸血乌贼。补充分类学将两个相互关联的步骤区分开来。每个桥部都是连接帽部与侧壁的下颌材料条带。在 **Nanaimoteuthis** 中，这些桥部完全被内、外下颌板遮住，这种模式支持将该属置于 **Cirrata** 内。其宽大的下颌翼则支持把它归入长体型鳍章鱼这一类群。这一点很重要，因为这篇论文并不只是说“这是一种大型头足动物”；它改变了这些化石在章鱼演化史中的位置。

它们年代久远。新标本将鳍章鱼的出现时间定位在大约 **1 亿年前**，即晚白垩世。这使它们成为已知最早的一批章鱼谱系动物。

它们可能大得惊人。这些体型估计并不是对保存下来的完整身体进行的单次测量，而是根据下颌计

算出来的。但即使谨慎表述，数字仍然很大。较小的物种 *N. jeletzkyi* 被估计有数米长。较大的 *N. haggarti* 估计总长最高约 **18.6 米**，其尺度可与当时最大的海洋捕食者以及现生最大的头足动物相当。

下颌磨损严重。在最大的标本中，缺失的下颌材料约占 **下颌总长的 10%**。论文认为，这种磨损不是制备损伤，也不是搬运磨蚀：标本来自低能量的外陆架沉积物，缺口和划痕的保存方式与使用造成的磨损一致，而同时出现的化石鱿鱼下颌并没有呈现同样的模式。作者将这种磨损与现代食硬质猎物的头足动物进行比较——也就是以硬质猎物为食的动物。

磨损具有不对称性。两个物种的右侧下颌边缘都比左侧磨损得更严重。作者将其解释为可能的行为侧化：偏好比另一侧更多地使用某一侧。由于在现代动物中，行为侧化与复杂的神经系统有关，他们提出，这些早期章鱼可能已经具备先进的智能。

这可能意味着什么

最有力的生态学解释是，晚白垩世的鳍章鱼并不全都是大型脊椎动物主导的生态系统中的小型背景动物。作者关于顶级捕食者的论证结合了两个发现：估计体型巨大，以及根据下颌磨损推断出的食硬质猎物行为——反复处理硬质动物猎物。两者结合起来，支持这样一种可能性：一个无脊椎动物谱系加入了一个原本与沧龙、蛇颈龙、大型鱼类和鲨鱼联系在一起的食物网顶层。

演化故事同样有趣。海洋脊椎动物捕食者和章鱼谱系头足动物走上了截然不同的捕食道路。脊椎动物演化出下颌、流线型身体，并且通常减少了外部装甲。章鱼近亲则减少或内化了贝壳，变成柔软且机动的身体，同时保留了强大的下颌和灵活的腕。论文将此描述为通向大型、聪明海洋捕食者的一条趋同路径。

更具推测性的部分是行为。广泛的磨损支持硬质猎物取食。庞大体型支持其生态重要性。不对称磨损支持可能存在的行为侧化。但“先进的智能”是推断出来的，而不是化石直接测量的结果。结合章鱼的生物学背景，这种推断是合理的，但不应说得比证据更确定。

这项研究没有证明什么

- 它没有保存一只完整的巨型章鱼身体。复原主要基于下颌，体型则根据现代鳍章鱼的尺度关系推断。
- 它没有显示胃内容物或直接的猎物残骸。硬质猎物取食是根据下颌磨损推断的，而不是根据一顿石化的餐食判断的。
- **作者署名的研究文章**并没有提出它们捕食沧龙、蛇颈龙或任何其他大型海洋爬行动物。研究正文提到这些动物，只是将其作为体型和生态位置的比较对象。
- 它没有给出精确的体长。估计值是范围，最大的说法是一个上限估计。
- 它没有直接测量智能。下颌磨损的侧化被解释为可能的行为侧化，这或许暗示复杂行为；但这距离知道动物能做什么还隔着好几步推断。
- 它不意味着所有早期章鱼都很巨大。这个说法针对的是这些 *Nanaimoteuthis* 物种，尤其是 *N. haggarti*，而不是每一个早期章鱼谱系。

证据有多强？

对于白垩纪存在体型非常大的章鱼谱系下颌这一点，证据很强：论文提供了已描述的标本、数字模型、地层背景，以及与现代和化石头足动物下颌的比较。

对于硬质猎物取食，证据也相当有力。磨损模式很详细——缺口、划痕、抛光、裂纹和不对称缺失——作者也花了大量篇幅排除制备损伤和搬运磨蚀。与现代食硬质猎物头足动物的比较，是一条合理的连接。

对于精确体型和顶级捕食者地位，信心应当更为中等。体型估计依赖于从现生长体型鳍章鱼得出的异速生长尺度关系。生态角色是根据估计体型与食硬质猎物行为的结合推断出来的，而不是直接观察到的。这个论证是连贯的，但它是生态学重建，不是对某个食物网的直接普查。

为什么重要

这篇论文很好地展示了古生物学如何从不完整的证据中提出有力主张，而不需要任何魔法。下颌是对象。磨损是行为痕迹。尺度曲线则是从坚硬化石通向柔软身体的桥梁。每一步都增强了论证力量，也都增加了不确定性。这才是值得保留下来的启示。

它也纠正了一幅熟悉的图景。人们通常把白垩纪海洋想象成大型脊椎动物捕食者和较小的有壳猎物构成的世界。这些化石表明，一些柔软身体的无脊椎动物并不只是躲在这个食物网之下。它们可能在食物网的上层与其他动物竞争。

这个结果极具视觉冲击力，但简洁的故事并不是“克拉肯是真实存在的”。真正的结论是：大型早期鳍章鱼留下了下颌，研究人员据此重建出巨大的身体和反复取食硬质猎物的行为——这种组合为海洋爬行动物时代存在无脊椎动物顶级捕食者，提出了一个严肃但仍属推断的论证。

简明总结

研究人员重新检查了来自日本和温哥华岛的白垩纪头足动物化石下颌，并使用全彩磨削断层成像与零样本 AI 分割技术，将日本岩石中隐藏的下颌数字重建为细节丰富的 3D 标本。他们将数个化石分类单元重新归入 **Nanaimoteuthis** 的两个物种，并在本文中将其解释为早期鳍章鱼。这些化石将鳍章鱼的记录延长到大约 **1 亿年前**。根据下颌大小尺度关系，作者估计 **N. jeletzkyi** 的总长约为 **2.8–7.7 米**，**N. haggarti** 约为 **6.6–18.6 米**。严重的下颌磨损——缺口、划痕、抛光、裂纹和边缘不对称缺失——表明它们可能反复咬碎硬质猎物，并可能存在行为侧化。估计体型巨大，加上食硬质猎物的肉食行为，支持这样一种解释：这些章鱼可能占据了海洋食物网的顶层。证据不包括完整身体、精确体长、已确定的猎物或对智能的直接测量。**作者署名的研究文章**并未提出它们捕食大型海洋爬行动物。

不绕弯检查

论文显示的内容：大型白垩纪章鱼谱系下颌，被修订为 *Nanaimoteuthis* 的两个物种，并置于鳍章鱼之中；*Cirrata* 的记录更早；体型估计达到数米，最高可能为 18.6 米；成年下颌存在与硬质猎物取食相符的广泛磨损；不对称磨损与可能的行为侧化相符。

合理但尚未证实的内容：*N. haggarti* 属于已知最大的无脊椎动物之一；这些动物确实占据了顶级捕食者的位置；不对称磨损反映了行为侧化和高级认知。

论文没有显示的内容：完整身体化石；直接的猎物或胃内容物；精确体长；捕食大型海洋爬行动物；智能的直接证据；所有早期章鱼都很巨大。

主要局限：体型是通过多步骤的下颌—胴体—总长尺度模型推断的；顶级捕食者地位是根据估计体型加上食硬质猎物行为推断的；行为是根据不对称磨损推断的；化石保存的是下颌，而非完整动物或直接猎物。

普通读者应有多大信心？对于这些化石包含具有强磨损证据的、体型非常大的早期鳍章鱼下颌，可以有很高信心。对于最大的动物达到 6.6–18.6 米估计范围的上限，可以有中等信心。对于它们是真正的顶级捕食者，而不只是体型很大的硬质猎物食肉动物，可以有中等信心。至于它们的智能，我们能说得具体的程度很低。合适的态度是：这是一个壮观的化石故事，但它建立在下颌和推断之上，而不是一只完整海怪的证据之上。

发布后更新

• 更正 · 2026-07-26

在通讯作者 Yasuhiro Iba 反馈后，我们明确说明作者研究文章仅将大型海洋爬行动物作为比较对象，而非猎物，并澄清了作者研究文章与《科学》杂志独立编辑摘要在猎物归属上的区别。我们还扩展了数字化化石挖掘方法和顶级捕食者证据，并核查了完整补充材料包。

来源

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>