

キーワードを入力  ニュース

[トップ](#)
[速報](#)
[写真](#)
[映像](#)
[雑誌](#)
[個人](#)
[Buzz](#)
[意識調査](#)
[ランキング](#)
[ニュースフィード](#)

[国内](#)
[国際](#)
[経済](#)
[エンタメ](#)
[スポーツ](#)
[IT・科学](#)
[ライフ](#)
[地域](#)
[アーカイブ](#)

[PR] またクレジットカード審査落ちた…と困る方に朗報⇒年会費無料／提携

デマツイート 乗っ取りに注意 コンピュータトピックス

IT・科学 IT総合 科学 製品

## 東北大など、サメの歯が生体材料で最高硬度を持つ理由をスパコンで解明

マイナビニュース 1月30日(木)10時4分配信

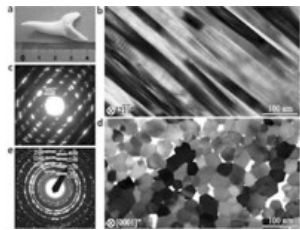


写真: マイナビニュース

東北大学 原子分子材料科学高等研究機構(WPI-AIMR)は1月29日、東京医科歯科大学(TMDU)との共同研究により、世界最先端の「超高分解能走査透過型電子顕微鏡」を駆使して、生体材料として最高硬度を持つサメの歯の最表面に存在するエナメル質=「フッ化アパタイト(Ca<sub>5</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>F)」の原子構造を可視化することに成功し、さらにサメの歯の原子構造に基づいて、スーパーコンピュータを用いた計算を行い、エナメル質内部に入り込んだフッ素が強固な化学結合を形成することで、高い機械強度と優れた脱灰性を持った虫歯になり難い構造が自己形成されていることを発見したと発表した。

[【もっとほかの写真を見る】](#)

成果は、WPI-AIMRの幾原雄一教授(東京大学教授兼任)、同・陳春林助手、TMDU 大学院歯医学総合研究科の高野吉郎教授らの共同研究チームによるもの。研究の詳細な内容は、1月20日付けで独科学誌「Angewandte Chemie」オンライン版に掲載された。

サメは、地球上のすべての生物の中で最も健康的な歯を持っているといわれている。特に歯の最表層は、誰でも虫歯予防の歯磨き粉のCMや医薬品、歯科医などから聞いたことがあるかと思うが、エナメル質という生体材料の中で最も硬度が高い石灰化組織だ。サメの歯のエナメル質は、磷酸塩鉱物の1種で、小柱状の結晶となっており、火成岩や変成岩と同様の構造である「六方晶構造」を持つフッ化アパタイトが規則的に配列して、多結晶体を形成して存在している。

歯学の分野では、エナメル質内に存在するフッ素が、歯質を強化し、脱灰(カルシウムが溶け出すこと)を阻止することで、虫歯予防に効果が認められるといわれている。フッ素の役割やフッ素を添加することによる効果自体は経験則によって理解されているのが実情で、原子スケールでの直接的な挙動に至るまでの解明は実はここまでできてきなかった。フッ素が「どの場所に安定的にとどまり」、「どのように特性に影響を及ぼすか」など、原子レベルでの理解がフッ素による強化機構解明に必要なだったのである。

もちろん、これまでも解析はなされてきており、従来の電子顕微鏡法(TEM)を用いた解析では、フッ素の強化機構の鍵を握る「原子位置や元素分布、化学状態」までは、その性能(分解能力や元素識別能力)が低かったために観察することは困難だった。

しかし、近年の球面収差補正器の発明や「走査透過型電子顕微鏡(STEM)」の技術および各種イメージングの技術革新によって、高輝度かつ1Åを切る極細プローブを実現するだけでな

PR

出会えました 失恋して 婚活始めて

O-net 恋愛結婚ならオーネット

- IT・科学アクセスランキング(記事)
- 1 [キスでお目覚め「お姫様細胞」 小保方さん、幻の命名案](#) 朝日新聞デジタル 2月2日(日)8時38分
  - 2 [「アプリ認証」に注意、Twitterでスパムが急拡散中……Mステで放送事故、ドラえもん打ち切りなど](#) RBB TODAY 2月3日(月)0時16分
  - 3 [「ドラえもん打ち切り決定」「松本潤と井上真央電撃婚」などのデマツイートに注意 うっかりスパムアプリ認証→さらにTwitterで拡散の事態](#) ねとらぼ 2月2日(日)12時43分
  - 4 [政府、「サイバーセキュリティの日」を新設……今年は2月3日【情報セキュリティ月間】](#) RBB TODAY 1月23日(木)13時56分
  - 5 [320型の大画面が浮かぶメガネが登場](#) エコノミックニュース 2月2日(日)17時48分
- [もっと見る](#)

注目の情報

[総合マンションギャラリー](#)  
7ターミナル駅に開設！住友不動産 首都圏の全90物件以上の情報満載！

[51歳、夫婦関係が復活](#)  
妻のために取り戻した、男の自信。(51歳 男性) サントリー

[気になる記事だけダウンロード](#)

【2014年卒 就活・採用総まとめ】就職ブランドランキング300：学生の意識、人気の企業に変化あり

く、高い原子直視性、優れた組成識別能を持った電子顕微鏡像が得られるようになっている。

さらに、最先端の「走査透過電子顕微鏡法」では、原子の散乱能の低い軽元素のイメージングなど、究極的には水素(H)さえもとらえることができるようになってきた。生体材料の主要な成分は軽元素であり、イメージングのハードルは徐々に低くなりつつあったのである。

そこで研究チームは今回、最先端の超高分解能走査透過電子顕微鏡技術(元素識別可能な「球面収差補正器搭載走査透過型電子顕微鏡」が用いられた)とスーパーコンピュータによる大規模な構造モデル計算を併用することによって、このような軽元素を主成分に持つサメの歯に存在するフッ素の原子位置を同定し、フッ素による強化メカニズムを原子レベルで解明に挑んだというわけだ。

なお超高分解能走査透過電子顕微鏡とは、0.1nm程度まで細く絞った電子線を試料上で走査し、試料により透過散乱された電子線の強度で試料中の原子を直接観察する装置である。

サメの歯に含まれるフッ素の割合は5~8wt%(質量パーセント濃度)と微量だ。しかし、低倍でエネルギー分散型X線分光による組成分析が行われたところ、表面層の薄いエナメル質の領域にフッ素が局在し、表面層領域に極めて高密度で存在していることが確認された。

さらにこのエナメル質の内部では、画像1のように、低倍の電子顕微鏡像観察で、長さが数マイクロメートルサイズの柱状構造の結晶を持って、それぞれの長軸方向が平行になるように配列して、多くの結晶が集まった多結晶体を形成していることも判明。この長軸方向は六方晶構造を有するCa<sub>5</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>F結晶のc軸([0001]軸という)に対応し、歯による咀嚼方向とほぼ一致して、構造的に高い機械強度を保っている様子がわかるという。

球面収差補正器搭載走査透過型電子顕微鏡を用いて、この1つの小柱状エナメル結晶内部における原子構造の観察が行われた。しかし、極微細プローブが得られる最先端電子顕微鏡の利点とは裏腹に、収束電子ビームによる試料損傷の問題が生じてしまったのである。80kV程度の低加速電圧に下げることによって、損傷の低減が可能だが、分解能の低下の問題が生じてしまう。この生体材料では、構造的に200kVの加速電圧で得られる空間分解能が必要であった。

このように困難な生体材料の構造観察を、高速計測および「低ドーズイメージング手法」を適用することで、今回、初めて可視化することに成功したというわけだ。結果として、結晶を構成するフッ素原子や酸素原子などの軽元素をほぼ試料損傷なくとらえられ、サメの歯のエナメル質内における微細構造を同定することに成功。その結果を示したのが画像2~5である。

画像2は、「高角度環状暗視野法(HAADF)によるSTEM像(HAADF-STEM像)」だが、このコントラストは比較的重い原子であるカルシウム原子のコントラストが白い輝点としてとらえられ、サイトによって異なる原子密度を持って存在していることがわかる。

一方、画像3は、「環状明視野法(ABF)によるSTEM像(ABF-STEM像)」だ。このコントラストでは、軽元素のフッ素原子、酸素原子やカルシウム原子の位置までが黒い点として観察できている。画像のCaで構成される六角形の中心に位置する黒い点がフッ素原子カラムだ。

画像4・5の計算像では、その位置がより明確に観察できる。このように得られた構造から、原子構造モデルを構築し、その化学結合状態の様子をスーパーコンピュータによる理論計算によって解析が行われた。その結果、カルシウム原子が形成する六角形の中心にフッ素原子が存在することで、フッ素が共有結合的な強固な化学結合を形成していることが明らかとなったのである。この共有結合が形成されることで、サメの歯は機械的強度に強固になるだけでなく脱灰を阻止し、虫歯を予防しているというメカニズムが明らかになったというわけだ。

前述したような構造は、生体材料内部で歯を構成するアパタイトの結晶が作られる際に、フッ

PR

あわせて読みたい

理研など、「二ホンアマガエル」の合唱にはパターンがあることを発見  
マイナビニュース 1月30日(木)10時0分

理研など、従来の1/1000以下の電流密度でスキルミオン分子の駆動に成功  
マイナビニュース 1月30日(木)10時17分

マジ? Nexusシリーズの端末は2015年で終了し、Google Play Editionに一本化されるらしい…  
ギズモード・ジャパン 1月30日(木)11時54分

万能細胞、作製簡単な新型 山中教授「重要な成果。誇りに思う」  
産経新聞 1月30日(木)7時55分

スマホに買い物レシートの情報を保存 家計簿作成が簡単に  
エコノミックニュース 1月30日(木)8時48分

IT・科学アクセスランキング(雑誌)

- 1 ネット右翼、事実誤認と暴力的言葉から透ける、鬱積した不満と低いリテラシー  
Business Journal 2月2日(日)17時2分
- 2 スマホ版「大人のおもちゃ」が続々  
web R25 1月22日(水)7時0分
- 3 「家畜否定」に批判の声多数  
web R25 2月1日(土)7時0分
- 4 ソフトバンクの「定額パック」は要注意、かけ放題ではなく実質的な値上げ  
日経トレンディネット 1月31日(金)10時56分
- 5 ソフトバンクが今春導入するスマホ「通話定額制」の残念な内容と真の狙い  
週プレNEWS 2月3日(月)9時0分

もっと見る

他のランキングを見る

コメント Facebook話題

注目の商品・サービス PR

排尿トラブルを解消する注目の健康成分とは  
XP期限切れ。PC入れ替えが急務な3つの理由

PR

素原子がその結晶内に取り込まれていくことにより形成されるものと推定されるという。スーパーコンピュータによる理論計算の結果は、この構造はエネルギー的にも非常に低く、安定構造であることも判明している。これが、歯に一番負担のかかる最表面層に自己形成されるという今回の発見は、「フッ素原子が自ら意志を持っているかのように移動して、結晶構造内に入り込む現象」であり、まさに「自然の神秘を再認識させられる結果」だという。



今回の成果を起点に、人体の歯の研究にも応用し、歯質強化や虫歯予防の今後の研究に活かせることが期待されるとした。また、今回のような最先端電子顕微鏡法と理論計算による解析手法が、生体材料についても広く応用されることも期待できるとしている。

(デイビー日高)

【関連記事】

- 3Mヘルスケア、即日の施術かつ低価格で白い歯冠を実現する歯科材料を発売
- ローランドDG、4軸制御/自動刃物交換装置搭載の歯科用ミリングマシンを発売
- 歯の再生の実現に一步前進 - 岡山大、歯の象牙質を作る細胞の樹立に成功
- 長崎大、がん/老化/骨格異常に関与するDNA修復遺伝子を同定

最終更新:1月30日(木)10時4分



5 おすすめ { 1 }

**Yahoo!ニュース関連記事**

[サメ使いフッ素が歯を強くする原理解明 東北大グループ \(河北新報\) 1日\(土\)6時10分](#)

[結晶の欠陥構造を設計・制御した超構造のセラミックス - 東北大など \(マイナビニュース\) 1月31日\(金\)18時42分](#)

**WEBで話題の関連記事**

50 buzz [欲しいのは超高校生級?…東大、推薦入試の概要：社会：YOMIURI ...](#)

46 buzz [【都知事選】舛添氏「サザエさんのような家庭増やす」：社会：ス...](#)

※Buzzは自動抽出された記事です。

[「仙台」駅徒歩8分の新築物件](#)

www.yahoo.co.jp/00081888/  
住友不動産の地上30階建・免震タワー。ホテルライクな内廊下設計&オール電化。

[仙台の英会話はジェイムズ英会話](#)

www.james.co.jp  
安心の月謝制で資格を持った自信の講師陣。無料体験OK

[とにかくすごいです。](#)

sizen-s.com  
モンドセレクション金賞のケフィア沢山の生きた乳酸菌！内側から健康

[広告宣伝で悩んでませんか？](#)

promotionalads.yahoo.co.jp  
ヤフーのサポートや無料ツールが充実！安心・簡単に広告掲載できます。

[4コマで賞金5万円GET](#)

hoshi-suna.jp  
第7回4コマまんが祭り開催中優秀作品は電子書籍化&賞金5万円

Ads by Yahoo! JAPAN

**Yahoo!検索で調べてみよう**

- [ブローブ](#)
- [モデル 画像](#)
- [虫歯 画像](#)
- [サメ 画像](#)
- [原子 分子](#)

コメント	Facebook	Twitter
------	----------	---------

非表示