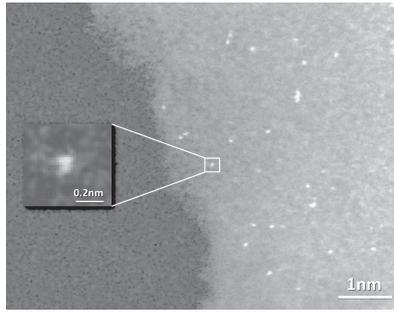




## 光ファイバー中のエルビウム の観察に成功

東京大学生産技術研究所の溝口照康准教授、増野敦信助教、井上博之教授、大学院工学系研究科の幾原雄一教授、豪州モナッシュ大学のフィンドレー・スコット研究員、住友電気工業の斎藤吉広グループ長、山口浩司主幹らは、光増幅器用ファイバー中のエルビウムが、ひとつひとつばらばらに存在している様子を直接観察することに成功した。

現代の高度情報化社会は光通信によって支えられており、日々膨大な情報が、世界中に張り巡らされた光ファイバー網の中を光信号として運ばれている。光信号は長い距離を伝わるにつれて弱くなってしまいうため、通信網の中継地点には光増幅器が設置されている。光増幅器にはレアアースを添加したガラスファイバーが用いられているが、ガラスの構造は非常に複雑な



め、ファイバー内部の原子を直接観ることはこれまでできなかった。

今回、最新の球面収差補正走査透過型電子顕微鏡環状暗視野法 (Cs corrected HAADF-STEM 法) を用いることにより、光ファイバー中のエルビウムのみを優先的に可視化することに成功した。さらに、今回の結果から光ファイバー中でエルビウム同士はお互いに離れており、原子レベルで分散していることも明らかとなった。

エルビウム周囲の環境は光増幅特性に大きく

影響するため、エルビウムがどのような状態でファイバー中に存在しているかを直接明らかにした本研究成果は、将来の長距離かつ大容量光通信を支える光ファイバーの開発に大きく役立つと期待される。

なお、本研究で行った Cs-corrected HAADF-STEM 観察には、文部科学省の支援を受けた東京大学先端ナノ計測ハブ拠点の JEOL-ARM 200CF 装置が用いられた。

### 文 献

“Atomic Scale Identification of Individual Lanthanide Dopants in Optical Glass Fiber”

T. Mizoguchi, S. D. Findlay, A. Masuno, Y. Saito, K. Yamaguchi and Y. Ikuhara ACS Nano, 7 (2013) 5058-5063.

(東京大学生産技術研究所 溝口照康 連絡先: 〒153-8505 東京都目黒区駒場 4-6-1, E-mail: teru@iis.u-tokyo.ac.jp) URL: http://www.edge.iis.u-tokyo.ac.jp/

[2013年7月17日原稿受付]

## 金属ナノ粒子分散カーボン ナノホーンの合成： 高性能材料開発の決め手

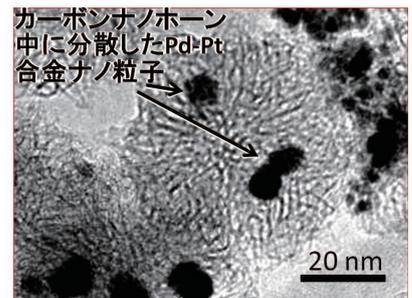
カーボンナノホーンは単層カーボンナノチューブの先端が凝集し安定した粒子状をした構造をしており、触媒担体、電極材料、センサ材料、ドラッグデリバリーシステム等への応用が期待されている。カーボンナノホーンはグラファイトをレーザーやアーク放電等で蒸発させる方法によって合成することができ、そのグラファイトに金属を共存させておくと金属ナノ粒子が分散したカーボンナノホーンが生成する(右図)。これらの金属ナノ粒子分散カーボンナノホーンはさまざまな機能性材料として使用することができる。

これまで用途開発の例として、水素と反応する合金ナノ粒子が分散したカーボンナノホーンを合成し、燃料電池の電極材料、水素センサ、水素吸蔵材料などのエネルギー技術への応用が検討されてきた。ただし、分散する金属の組成や粒子径によって金属ナノ粒子分散カーボンナ

ノホーンの特性が決まるためにその金属組成や粒子径を制御する必要がある。特に金属が合金である場合、成分の組成が最適でなければ十分な性能を得ることができない。しかしながら、この制御に関する知見は得られておらず、合成においては全くの手探りであった。

そこで今回、9種類のPd合金ナノ粒子が分散したカーボンナノホーンをアーク放電によって合成する実験から(ガス導入水中アーク法)、生成する金属ナノ粒子分散カーボンナノホーンの金属部分の組成と粒子径を制御するための基本となる知見を得た。すなわち、合金の粒子径は各元素の沸点、融点、液状体における表面張力によって決まり、1つの基礎式で予測できることを示した。その基礎式によると、アーク放電反応場において金属成分が液状になっている状態の時間が重要であることを示している。また、同反応系で生成する合金ナノ粒子の組成は各成分の沸点によって決まることが明らかになった。アーク放電を使用した合金ナノ粒子分散カーボンナノホーンの合成を行うときに金属組成および粒子径が思うどおりに制御できれば、

新たな機能性をもつ材料の開発を大幅に加速することができる。



(京大大学院工学系研究科 准教授 佐野紀彰 連絡先: 〒615-8510 京都市西京区京都大学桂, E-mail: sano@cheme.kyoto-u.ac.jp)

[2013年7月25日原稿受付]

## 超伝導転移温度の高さと 電子対の強さをつなぐ法則

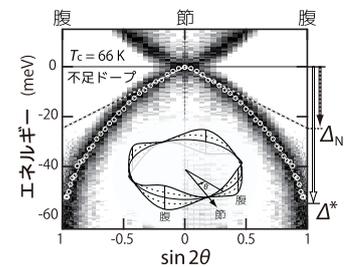
銅酸化物セラミックスは、最も高い温度で超伝導転移が起きる物質として注目を集め、現在、無損失の電力輸送ケーブルや電力貯蔵装置への応用開発が進められている。超伝導電流は、2つの電子が結合した「電子対」によって運ばれる。そのため、対結合のエネルギーとして観測される超伝導ギャップが、本来、超伝導転移温度  $T_c$  に比例する。しかし、高温超伝導では、両者の関係が明らかではなく、発現機構の解明を妨げる問題となっていた。混乱の原因は、超伝導ギャップが方位角  $\theta$  の関数として定在波になっていて、その波の腹と節のそれぞれで観測される現象が不整合に見えることであった。

このたび、広島大学の井野明洋助教と大阪府立大学の安齋太陽助教らを中心とする研究チー

ムは、超伝導転移温度の高さと電子対の強さをつなぐ関係式を、実験で明らかにした。広島大学の放射光光源を活用した高分解能角度分解光電子分光実験により、図に示すように、ビスマス系銅酸化物高温超伝導体  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$  の超伝導ギャップの鮮明な全方位画像を得ることに成功した。その正孔ドープ量依存性を広い範囲で調べた結果、ギャップの節での傾き  $\Delta_N$  が、超伝導転移温度  $T_c$  に比例しており、同時に、ギャップの腹の振幅  $\Delta^*$  と超流動密度の平方根  $\sqrt{\rho_s}$  の積にも比例していることをつぎとめた。

$$8.5k_B T_c = 2\Delta_N \propto \Delta^* \sqrt{\rho_s}$$

これにより、腹の振幅  $\Delta^*$  が電子対の強さを反映して、節での傾き  $\Delta_N$  が超伝導状態の安定性を左右すること、そして、対結合が非常に強いために2つの値が乖離してしまうことがわかった。高温超伝導現象を電子対の視点から捉えた定量的な法則は、今後の基礎研究や応用開発を導く上で、有力な指針になると期待される。



(広島大学大学院理学研究科 井野明洋 連絡先: 〒739-8526 広島市鏡山 1-3-1, E-mail: ino@hiroshima-u.ac.jp)

URL: http://www.hsrc.hiroshima-u.ac.jp/temperature.htm.

http://www.hiroshima-u.ac.jp/news/show/id/16932

[2013年7月25日原稿受付]