



## 室温超伝導実現に向けた理論設計

長崎総合科学大学の加藤 貴准教授は、ベンゼン環が5個つながった構造をもつピセンで、理論上200K以上で超伝導が発現する可能性を明らかにした。これまでの最高超伝導臨界温度は銅酸化物の135K程度で、実現すれば世界最高温度となる(日経産業新聞2013年8月19日5頁に記事として紹介された)。

加藤(当時京都大学)は、平尾一之教授(京都大学)や吉澤一成教授(九州大学)と、2002年に、ピセンアニオン結晶の10K程度での超伝導発現を理論予測していた(*J. Chem. Phys.*, 116, 3420 (2002))。2010年、久保園芳博教授

(岡山大学)の実験グループにより、ピセンアニオン結晶で7および18Kでの超伝導が実際に発見された(*Nature*, 464, 76 (2010))。

今回、ピセンの臨界温度が大幅に高くなる条件を考察した(*J. Phys. Chem. C*, 117, 17211 (2013))。具体的には、ピセンに加えるカリウムの量を調整して、臨界温度がどこまで上昇するか理論予測を行なった。ピセン分子1個当たりのカリウム原子数が3個の場合、臨界温度は低く、7および18K程度であるが、3個からわずかに減り分数電荷になった場合(例えば2.5~2.9個程度)、臨界温度が大幅に上昇し、理論上200K以上に達する可能性があることを示した。一般に、1分子当たりの電荷が分数になると、整数の場合に比べ電子構造が複雑になり、フェルミレベルでの状態密度が大幅に上昇し、その結果、臨界温度が大幅に上昇する可能性がある。このことは、例えば、銅酸化物超伝

導体でも整数電荷からわずかにずれ、分数電荷になると臨界温度が大幅に上昇することからも理解できる。

さらに、これまでの超伝導理論とは異なったメカニズムでの室温超伝導実現を目指した理論研究を行なっているが、バンドギャップが非常に大きい固体(例えば純粋ダイヤモンド)の価電子帯に電子が完全に占有された場合、理論上 $10^4\sim 10^5$ Kで超伝導発現する可能性についても提案している。

本研究は、文部科学省からの科学研究費(JSPS-23540482)により行なわれた。

(長崎総合科学大学大学院 新技術創成研究所 准教授 加藤 貴 連絡先: 〒851-0121 長崎市宿町3-1, E-Mail: KATO\_Takashi@NiAS.ac.jp)

[2013年12月25日原稿受付]

## 水や油はじく新素材

近年、セルフクリーニングの機能をもつ素材が環境負荷低減材料としての注目を集めている。撥水・撥油性表面は古くから研究されてきているが、そのような表面の作製は容易でなく、微細加工技術などを駆使したさまざまな方法が考案されてきた。

本研究グループは2013年1月に撥水性表面をもつ柔軟多孔性材料「マシュマロゲル」を発表した。3官能性および2官能性有機ケイ素アルコキシドを前駆体とするこの物質は、スピノーダル分解型相分離を利用したゾルーゲル法により作製されるモノリス型マクロ多孔体であり、ポリジメチルシロキサン(PDMS)によく似た特性をもつ。通常ゾルーゲル法により作製される多孔体は硬いというイメージをもたれがちだが、この材料はマシュマロのような柔軟性と可逆的な変形回復を示す。またPDMS同様

に高い疎水性をもち、任意の切断面で水滴接触角が150度以上となる(超撥水性)。一方で油にはよく馴染み、吸収した液体を連続性が高いマクロ孔内部に保持することができるため、スポンジを絞るように水から油を迅速に分離回収することが可能となる。マシュマロゲルは空気中-130度から320度の範囲で熱的に安定であり、耐薬品性(有機溶媒、酸、塩基)や耐紫外線性も高い。

前駆体にビニル基をもつケイ素アルコキシドを用いることで、細孔表面がビニル基で覆われたマシュマロゲルを作製することも可能である。細孔表面のビニル基に対してフルオロアルキル部位をもつチオールをチオール-エンクリック反応により付加すると、表面エネルギーが大幅に低下するため、水だけでなく油までもよく撥く多孔体を得ることができる。フルオロアルキル修飾したマシュマロゲル表面では、水、エチレングリコール、ホルムアミド、1-ブプロモナ

フタレン、ジヨードメタン、*n*-ヘキサデカンそれぞれの液滴はすべて接触角150度以上を示した(超撥水性・超撥油性)。超撥水性や超撥油性をもつ表面はこれまでに複数報告されてきたが、どの切断面においてもこのような性質を発揮する柔軟なモノリス型多孔体はこれまでに作製例がない。この材料はゾルーゲル法やクリック反応といった簡易プロセスのみで作製することができるため、工業的にも応用が期待できる。

(早瀬 元, 金森主祥, 中西和樹 連絡先: 〒606-8502 京都府京都市左京区北白川追分町, E-mail: gen@aerogel.jp, kanamori@kuchem.kyoto-u.ac.jp, kazuki@kuchem.kyoto-u.ac.jp)

URL: <http://kuchem.kyoto-u.ac.jp/mukibutsu/>

[2013年12月25日原稿受付]