



船舶推進用 3MW 超電導モータを開発

川崎重工業(株)を中心とする産学官連携グループは、(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)から助成^{*1}を受け、3MW超電導モータの試作機の開発に成功した。

本超電導モータは、回転子内の超電導界磁コイルと固定子における電機子コイルが径方向に相対するラジアル型を採用しており、モータの定格トルクをモータ体積で除したトルク密度は、世界最高水準値となる40.9kN/m³である。超



図 3MW 超電導モータ

電導界磁コイルには、現状、唯一安定的な量産化が達成されているビスマス系高温超電導線材(住友電気工業(株)製DI-BSCCO)を使用し、その動作温度は25K~30K(-248℃~-243℃)とした。定格回転数160min⁻¹における3MW定

格出力の確認を行い、その場合の効率率は98.2%(低温冷却システムのCOPを0.01とした場合の低温冷却損を含む)に到達した。

今後、長期運転に加えて、波浪外力や緊急操船といった各種運転モードに対する耐久性の評価を行い、船舶推進用としての超電導モータの完成度を高めていく予定である。

注

*1 NEDO省エネルギー革新技术開発事業「船舶用高温超電導モータ内蔵ポッド推進システム実用化のための研究開発」;川崎重工業(株)、住友電気工業(株)、(国)東京海洋大学、(独)海上技術安全研究所、2010年~2012年

[2013年8月26日原稿受付]

600℃以下で高い酸化物イオン伝導性を示す結晶配向電解質

名古屋工業大学の福田功一郎教授の研究グループ(浅香 透助教、大学院生の原 晋次と大藪雅之)は、600℃以下の低温で高い酸化物イオン伝導性を示す結晶配向電解質を開発した。

アバタイト型ケイ酸ランタン(La_{0.33+2x}(Si_{6-y}□_y)O_{26+3x-2y}, □は空孔)は低温作動型固体酸化物燃料電池(SOFC)の心臓部である固体電解質としての応用が期待されているが、酸化物イオン伝導度の更なる向上が求められていた。電解質のLa/Si比が高いと酸化物イオン伝導度も増大すること、および結晶構造中のc軸方向

に酸化物イオンが高速伝導することが知られていた。それゆえ、高La/Si比の結晶粒子から構成されるc軸配向多結晶体の作製が試みられてきたが、成功しなかった。

今回、La₂SiO₅の圧粉体(A)とLa₂Si₂O₇の圧粉体(B)をA/B/Aの順番に重ね合わせたサンドイッチ型拡散対を、空气中で加熱するだけの簡便な方法で、La/Siの値が1.62に達するc軸配向多結晶体の作製に成功した。結晶構造をX線回折法で解析したところ、Si原子が一部欠損しており、化学式はLa_{9.50}(Si_{15.87}□_{0.13})O₂₆(x=2y/3=0.087)で表された。実際、600℃と500℃での酸化物イオン伝導度は、それぞれ0.042 S/cmと0.023 S/cmであり、本研究グルー

プが過去に作製したc軸配向La_{0.33}Si₆O₂₆多結晶体(La/Si=1.56)の伝導度(600℃と500℃でそれぞれ0.017 S/cmと0.010 S/cm)よりも2倍以上高いことが確認された。

SOFCを600℃以下で作動できれば、装置の起動終了に伴う熱応力による電池セルの劣化を低減し、さらに周辺部材に安価な金属材料を使用できるなど、SOFCの長寿命・低コスト化に大きく貢献できると期待される。

(名古屋工業大学大学院 福田功一郎 連絡先: 〒466-8555 名古屋市昭和区御所町, E-mail: fukuda.koichiro@nitech.ac.jp) URL: http://crystals.web.nitech.ac.jp/

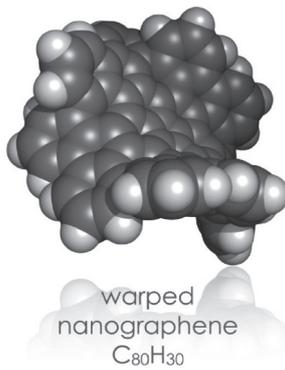
[2013年9月1日原稿受付]

新しいナノカーボンの登場

名古屋大学の伊丹健一郎教授らは、全く新しいナノカーボン分子「ワープド・ナノグラフェン」の合成に世界で初めて成功した。ボストンカレッジのロレンス・スコット教授との共同研究で得られた新ナノカーボンの登場は、新分野の幕開けとなると期待されている。

フラーレン、カーボンナノチューブ、グラフェンに代表されるナノカーボンには、軽量さと強度を兼ね備え、さらにさまざまな電氣的・光学的特性をもつ次世代材料である。球状(フラーレン)、筒状(カーボンナノチューブ)、平面状(グラフェン)というユニークな構造は多くの研究者を虜にし、またノーベル賞の対象にもなった。発見当初には全く想像できなかった機能や物性が後に明らかとなり、産業応用にまで結びついた歴史があり、上記の3大ナノカーボンに続く、新奇構造のナノカーボンの登場が待たれていた。今回のワープド・ナノグラフェンは3次元的な「湾曲うねり構造」をもち、これまでのナノカーボンのいずれにも分類できない、まさに第4のナノカーボンと言える。

伊丹教授らはワープド・ナノグラフェンを市



販の化合物からわずか2段階で合成した。すなわち、伊丹教授らが2011年に開発した「パラジウム・オルトクロラニル触媒」を用いて市販のコラニユレン(C₂₀H₁₀)と有機ホウ素化合物をカップリングさせ、コラニユレン骨格に5個のピフェニルユニットを一挙に導入した。得られた風車状の化合物に酸化剤を作用させると縮環反応(5個の6角形構造と5個の7角形構造が新たに生成)が進行し、80個の炭素原子と30個の水素原子からなるワープド・ナノグラフェン(C₈₀H₃₀)を得た。上記以外にも2つの

合成ルートを確認し、さまざまな誘導体の合成も可能にした。

ワープド・ナノグラフェンの構造は1.3ナノメートル四方のシートが大きく湾曲し、0.6ナノメートルの厚みをもっている。ワープド・ナノグラフェンは平面構造を取りえない7角形構造が5つもあるため、独特のうねり構造をもっている。非平面湾曲構造は分子間力を弱くするため、ワープド・ナノグラフェンは有機溶媒によく溶ける。また、緑色の蛍光を示すことや電子を繰り返し出し入れできる性質をもつこともわかった。いずれも平面状のグラフェンとは明らかに違う特徴であり、これらは湾曲うねり構造や7角形構造の存在によって発現した物性である。今後、太陽電池、有機半導体、バイオイメージングなどさまざまな分野への応用が期待される。

(名古屋大学トランスフォーメティブ生命分子研究所 伊丹健一郎 連絡先: 〒464-8602 名古屋千種区不老町, E-mail: itami.kenichiro@ambox.nagoya-u.ac.jp)

URL: http://synth.chem.nagoya-u.ac.jp

[2013年9月6日原稿受付]