



揮発性有機溶媒 常温で分解

東京工業大学の谷口裕樹准教授らは多孔性のシリカ表面にイオン液体と金属酸化物のナノ粒子を含浸担持した触媒を新たに開発し、スチレンなどの揮発性有機化合物を室温に近い温度で酸化分解させることに成功した。

現在、活性炭などの吸着剤により、揮発性有機化合物 (VOC) の除去が行われている。しかしその吸着量には制限があり、破過現象のために高濃度或いは長期間の VOC 除去用には効果的ではない。これに対し、酸化分解触媒は半永久的に用いることができる。現在、分解触媒として、パラジウムやプラチナなどの貴金属触媒が工業的に用いられているが、その駆動温度

は 400°C 前後と極めて高温であった。

今回開発したのは、 V_2O_5 /ブチルメチルイミダゾリウム [bmim] 塩/シリカからなる有機無機ハイブリッド型固体触媒であり、シリカ-イオン液体からなる触媒 1g 中に微量 (40 ミリグラム) の V_2O_5 ナノ粒子を分散担持したものである。

触媒活性種の金属酸化物を種々検討した結果、酸化バナジウム、酸化マンガン、酸化モリブデン等の触媒活性が高く、特に酸化バナジウムに高い活性が認められた。また、イオン液体の種類により、酸化バナジウムナノ粒子のサイズが 8~2 ナノメートルで変化し、その粒子径により触媒活性が大きく変化することがわかった。スチレンを分解する最も触媒活性の高い触媒は、 V_2O_5 /[bmim] (CF_3SO_2)₂N/SiO₂ であることを本研究で見いだした。イオン液体の効果としては、金属酸化物ナノ粒子を安定化し分散状態を保つことと、イオン液体中への VOC や酸素の

溶解度を向上させることと考えられる。

この触媒を用いると、スチレンが 60°C で 92% 分解された。その速度は触媒 1g あたり、毎時 400 ミリモルのスチレンを分解できる結果であった。また、速度は遅いが 30°C においても、スチレンの分解が 20% 程度進行していることが明らかとなった。他の VOC として、トルエンやテトラクロロエチレンなどの分解にも応用できることがわかっている。今後、他の VOC や CO 等の有害な無機ガスへの応用も期待できる。さらに、本触媒には抗菌活性も見いだされており、空気清浄分野等における応用が望まれる。

(東京工業大学 資源化学研究所 合成化学部門 准教授 谷口裕樹 連絡先: 〒226-8503 横浜市緑区長津田町 4259-R1-14, E-mail: taniguchi.y.ac@m.titech.ac.jp)

[2012 年 4 月 9 日原稿受付]

銅を用いた新しいリチウムイオン二次電池用材料

関西大学の荒地良典准教授らの研究グループは、リチウムイオン二次電池の正極として利用されているマンガン酸リチウムをベースにしながら、酸化銅を混ぜることで電池容量を大幅に向上させることに成功した。

安価な金属材料を添加するだけで、電池性能を上げられる新しい手法として期待される。従来、マンガン酸リチウム (Li_2MnO_3) をベースにした正極材料は、マンガンの一部をニッケルやコバルトで置換させることが一般的であり、その材料は既に実用化されている。今回、

NEDO (新エネルギー・産業技術開発機構) の受託研究として開発された材料は、ニッケルやコバルトを使わず、より安価な酸化銅を混ぜたもの。その充電容量は混ぜる前のマンガン酸リチウムと比べて 5~6 倍、ニッケルやコバルトで置換させたマンガン酸リチウムと比べて同程度の容量となった。

ただ、放電電圧と放電容量が従来のマンガン酸リチウムをベースにした材料と比べて劣るため、実用化には放電特性の改善が課題になる。開発した正極材料は、直径約 200nm の酸化銅と直径約数十 nm のマンガン酸リチウムの粒子がコンポジット化したもの。この成果はアメリカ電気化学会の ECS Transactions 誌に掲載さ

れる予定。

リチウムイオン電池は電気自動車 (EV) などへの用途拡大が期待されているが、電池が蓄えられるエネルギー量の向上が求められており、特に電池性能を左右する正極材料の高容量化が課題になっている。現在、企業との共同研究によりこの材料の実用化を図るとともに、この手法を利用した新しい電池材料設計の検討を進めている。

(関西大学 化学生命工学部 化学・物質工学科 准教授 荒地良典 連絡先: 〒564-8680 大阪府吹田市山手町 3-3-35, E-mail: arachi@kansai-u.ac.jp)

[2012 年 4 月 26 日原稿受付]

太陽光と光電極による水分解水素製造

産業技術総合研究所の佐山和弘研究グループ長らは、酸化物半導体光電極を用いた水分解による水素製造に関して、世界最高の太陽エネルギー変換効率 (1.35%) を持つ積層酸化物光電極を開発した。この値は従来報告されている酸化物光電極の変換効率の約 2 倍であり、通常の水分解による水素製造の際の電解電圧を 4 割以上低減できる技術である。

これまで産総研では、さまざまな酸化物半導体の多孔質光電極を用いて水分解による水素製造技術の研究開発を行ってきた。酸化物半導体光電極を用いた水分解による水素製造は日本発の太陽エネルギー変換技術である。通常、電解による水の分解反応では、理論上 1.23V 以上、実際には過電圧の影響で 1.6V 以上の電解電圧が必要である。しかし、光電極を用いれば、低

い補助電源電圧で水を分解して水素を生成できる。欧州を中心に酸化タングステン (WO_3) や酸化鉄 (Fe_2O_3) などの可視光を利用できる酸化物半導体を導電性基板上に湿式法で薄く成膜した多孔質光電極の研究が盛んになっている。酸化物半導体は n 型が多く、酸素を発生する側の電極として最適であり、塗布して空気中で焼成するだけで成膜できるので大面積化も容易である。しかし、太陽エネルギーを水素に変換する太陽エネルギー変換効率は低く、実用化には一層の変換効率の向上が必要不可欠であった。

今回、電荷再結合抑制と光吸収増大の観点から、変換効率を向上させる研究を行った。3 種類の半導体 ($BiVO_4/SnO_2/WO_3$) を積層した光電極を用いて高濃度の炭酸塩電解液中で水分解反応を進行させると、太陽エネルギー変換効率は 0.85% であった。さらに、この光電極を 2 枚重ねて光閉じ込め構造として、同様に高濃度炭酸塩電解液中で水分解を行うと、太陽エネルギー

変換効率は 1.35% に向上した。これは貴金属を添加していない酸化物光電極を用いた場合の効率としては、従来報告されている最高値の 2 倍程度で、世界最高値である。この積層酸化物光電極を用いたシステムによって水が分解されて、水素の泡が対極から、酸素の泡が光電極から生成される。現状の材料でも水分解の電解電圧を 0.7V 以下に低減でき、さらに新規半導体を利用すれば水分解による水素製造の大幅な低コスト化につながる。

((独)産業技術総合研究所 エネルギー技術研究部門 太陽光エネルギー変換グループ長 佐山和弘 連絡先: 〒305-8565 茨城県つくば市東 1-1-1)

URL: <http://unit.aist.go.jp/energy/groups/slecg.htm>

[2012 年 5 月 2 日原稿受付]