



## 塗布型有機トランジスタ、酸化物を越えられるか

液晶ディスプレイを駆動するトランジスタ材料には、モバイル用のポリシリコンは別として、現状、 $a\text{-Si:H}$ の薄膜が広く使われている。しかし、 $a\text{-Si:H}$ の $0.5\text{cm}^2/\text{Vs}$ の移動度では、高精度化、3D表示、あるいは、多色化などに不可欠な高速駆動は限界に達している。そのため、幾多の問題点を克服し、 $5\sim 10\text{cm}^2/\text{Vs}$ の移動度を実現できるアモルファス酸化物 (IGZO) を用いたトランジスタの実用化が始まった。

一方、Pentaceneに始まる有機トランジスタの研究開発は、有機物の特質を活かす観点から、低コスト化が期待できる塗布型材料の開発へと展開されている。有機トランジスタの作製には移動度の高い多結晶薄膜が用いられる。しかし、従来の塗布型トランジスタ材料には、溶液プロセスによる薄膜の作製時に、溶媒の揮発に伴って再結晶化が起こるため表面モフォロジーの良、均一な多結晶膜を得ることが難しい。また、有機溶媒に難溶なトランジスタ材料の可溶化のために導入される炭化水素の側鎖が材料の融点を大きく低下させ、可溶化できても、実用的な熱安定性が確保できないという問題点があった。東京工業大学の半那純一教授、飯野准教授らのグループは液晶性の有機トランジスタ材料を開発することによってこれらの問題を解決した。Ph-BTBT-10と略称される物質は、極めて結晶に近い凝集構造をとる高次の液晶相 ( $142^\circ\text{C}\sim 210^\circ\text{C}$ ) を発現する。同グループは、この物質を液晶相温度で溶液から製膜すると、分子ステップが観測されるほど平坦で、均一な多結晶薄膜の作製ができること、さらに、高次の液晶相が発現するおかげで結晶化温度 ( $142^\circ\text{C}$ ) を超えてもトランジスタは壊れないことに加えて、移動度は $5\sim 10\text{cm}^2/\text{Vs}$ と高い値を実現できることを明らかにした。この移動度は、 $a\text{-Si:H}$ の10倍、IGZOの移動度に匹敵し、有機EL素子の駆動用にも利用できる。製膜に $\sim 400^\circ\text{C}$ を必要とするIGZOでは実現が難しいプラスチック基板を用いた軽量でフレキシブルな表示素子の実現に向けて、この成果は重要な一歩と位置づけられる。

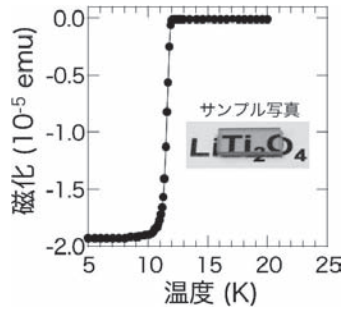
(東京工業大学 情報工学研究所 半那純一 連絡先: 〒226-8503 横浜市緑区長津田町4259-J1-2)

URL: <http://www.isl.titech.ac.jp/hanna/about.html>

[2012年11月13日原稿受付]

## 透明超伝導体の開発

東北大学の一杉太郎准教授らの研究グループ (大澤健男助教、白木 将講師、熊谷明哉博士研究員ら) は、可視光透過率が60%以上であり、なおかつ13.3Kの超伝導転移温度を有する



“透明超伝導体”の作製に成功した。

数多くの超伝導体の大部分は金属材料であり、金属光沢を有している。また、1986年に発見された銅酸化物超伝導体は黒色であり、透明性と超伝導性は相容れないものと認識されていた。

一方で、透明でありながら電気伝導性を有する材料は透明導電体と呼ばれ、液晶ディスプレイ、太陽電池、白色発光ダイオードなど、光エレクトロニクスの分野で広く活躍している。透明性と超伝導性をあわせ持った材料を実現することができれば、量子コンピュータや超高感度光センサーをはじめとする新奇光エレクトロニクスデバイスの開発など様々な応用が期待できる。

この透明超伝導体は、従来から超伝導体として知られていたリチウム酸化物 ( $\text{LiTi}_2\text{O}_4$ ) の薄膜合成を精緻に行うことで実現した。具体的には、薄膜内のリチウム量の調整、成膜時の温度制御、および単結晶基板の選択を行い、合成条件を最適化した。その結果、高品質な $\text{LiTi}_2\text{O}_4$ 薄膜合成に成功し、室温で低い電気抵抗率 $3.3\times 10^{-4}\Omega\text{cm}$ を示す薄膜が得られた。そして、可視光透過率を計測したところ、60%以上 (膜厚: 約170nm) を有することが明らかになった。

さらに、13.3Kで超伝導転移を示し、透明な超伝導体としては世界最高の転移温度を示した (Kumatani *et al. Appl. Phys. Lett.*, 101, 123103 (2012))。

今回合成に成功した $\text{LiTi}_2\text{O}_4$ 薄膜は、室温においても透明性と電気伝導性に優れているため、透明導電体としても実用化できる可能性がある。安価なチタン酸化物であるため、インジウム代替材料としての可能性も秘めている。今後、 $\text{LiTi}_2\text{O}_4$ 薄膜がなぜ透明であるのか、あるいは超伝導状態においてどのような光学的性質を持つのか等、メカニズムの解明に向けた研究が期待される。

この研究は、最先端研究開発支援 (FIRST) プログラム「高性能蓄電デバイス創製に向けた革新的基盤研究」(中心研究者: 水野哲孝)、およびNEDO、科研費の支援を受けて行われた。(東北大学 准教授 一杉太郎 連絡先: 〒980-8577 仙台市青葉区片平2-1-1)

URL: [http://www.wpi-airm.tohoku.ac.jp/hitosugi\\_lab/index.html](http://www.wpi-airm.tohoku.ac.jp/hitosugi_lab/index.html)

[2012年11月14日原稿受付]

## 高い骨形成能を備えたキレート硬化型骨修復セメントの開発

我が国は他の先進諸国に先駆けて「超高齢社会」に突入した。本研究の目的は、例えば、高

齢者の「脊椎圧迫骨折」などを適用症例とし、注射器などで患部に注入可能なペースト状人工骨 (セメント) を開発することである。このセメントの硬化メカニズムが「イノシトールリン酸 (IP6)」のキレート結合によることから、筆者らはこのセメントを「キレート硬化型骨修復セメント」と呼んでいる。このセメント開発は、神奈川科学技術アカデミー (KAST) の創造展開プロジェクトとして、KSATと明治大学・慶應義塾大学・上智大学との共同研究により推進している。その詳細は以下のURL ([http://www.newkast.or.jp/innovation/labo/aizawa\\_project.html](http://www.newkast.or.jp/innovation/labo/aizawa_project.html)) をご参照いただきたい。

上記の「セメント原料」は人工骨として臨床応用されている水酸アパタイト (HAp) やリン酸三カルシウム (TCP) を出発物質とし、それらの表面をIP6で修飾したのち、凍結乾燥して調製される。これを所定の混練液と混ぜてペーストとし、所定の時間が経過すると硬化する。最近、筆者らはこのセメント原料を生体骨と類似した化学組成をもつ「骨ミネラル含有アパタイト (bone-HAp)」にかえることで、従来のHApをベースにしたセメントよりも骨形成能を大幅に向上させる技術の開発に成功した。このbone-HApは生体骨中のアパタイトを模倣してナトリウムやマグネシウム、炭酸などをHApに含有させている。

このbone-HApから作製したキレート硬化型セメントの円柱状試験片をウサギ脛骨骨端部に孔を開けて、左肢にbone HApセメント、右肢にHApセメントをそれぞれ埋入し、埋入4週後の硬組織反応を調べた。図に示した組織学的所見 (トルイジンブルー染色) より、骨組織とセメント試験片が直接結合していることが確認できる。また、画像解析により、各セメント周囲での骨形成率を比較したところ、bone-HApセメントの方がHApセメントよりも約30%も高い骨形成率を示していた。

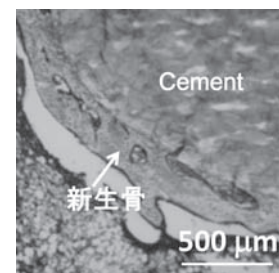


図 骨ミネラル含有HAp粉体から作製したセメント試験片の組織学的評価: セメントと新生骨が結合している

今後、検体数を増やし、追試する必要があるが、このbone-HApセメントを出発原料としたセメントは、従来のHApセメントよりも高い生体活性を備えた、低侵襲治療を実現するペースト人工骨として期待できる。

(明治大学理工学部応用化学科 教授 (神奈川科学技術アカデミー「次世代バイオセラミックス」プロジェクト・リーダー兼務)、相澤 守 連絡先: 〒214-8571 川崎市多摩区東三田1-1-1, mamoru@isc.meiji.ac.jp)