

エコなスマート材料で開く新たな世界
環境に優しいサイズフリーでソフトなフィルム型トランスデューサを開発
(目に見えないものを制御して目に見える運動をつくり出すエコなスマート材料)

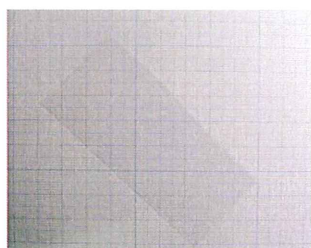
環境対応高分子アクチュエータの開発

関西大学大学院理工学研究科 東野雄樹・中井隆晶・伊藤秀平・片岡拓也・福本貴宏
井上雅隆・犬塚雄介・大西克己・○田實佳郎

[2X18]

Tel06(6368)0075:担当 北谷(きたたに) e-mail:m-kitatani@jm.kansai-u.ac.jp

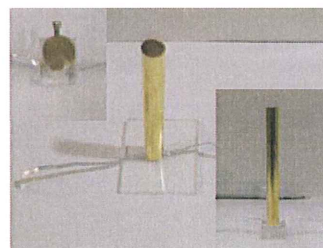
関西大学システム理工学部の田實佳郎教授らの研究グループは、環境に優しい高分子を用いたサイズフリーでソフトなフィルム型トランスデューサ(電気エネルギーを機械エネルギーに変換する素子)を開発した。このフィルム型トランスデューサは、環境に優しい植物由来の圧電性ポリ乳酸フィルムにより構成されており、透明性及柔軟性を示す。また、そのサイズはマイクロメートルからメートルの大きさまで、また形状は板状や円筒状ものなど、自由に設定できる。そして、このトランスデューサの最大の特徴は、高分子フィルムでは一般に不可能とされてきた表面弾性波をフィルム端面に効率よく生成できることにある。この表面弾性波は、無音軽量回転モータやリニアステージなどの駆動力などに利用される。更に、環境に優しく、透明、柔軟、軽量などの特徴を、モバイル機器やデジタルサイネージなどと組み合わせ、活かすことで、エコなスマート材料として、産業機器への応用以外の新たな世界をも切り開くことが期待される。



透明 (ITO 電極)



柔軟 (金属電極)



形状フリー
(丸めて円筒にした例)

図1 lead-free な環境に優しいフィルム型トランスデューサ

圧電素子とは、電圧をかけることで機械的な機構なしに自ら振動や変位を作り出す素子のことである。この素子は、現在、マイクロマシンや精密加工用ステージなどの駆動部品、ロボットなどの複雑な動きを実現するアクチュエータとして、現代の機械、電子、航空宇宙産業などの先端産業にはなくてはならないものである。この圧電素子を実現する key material はチタン酸ジルコン酸鉛(PZT)セラミックスである。しかし昨今の環境に対する負荷を軽減するために、lead-free(非鉛)な圧電性物質が求められ、特に EU 諸国では RoHS 指令により代替品が早急に求められている。高分子圧電体は 50 年以上前から知られており、今こそ lead-free な圧電性物質の重要な候補になるべきであるが、圧電率が小さく更に鋭い共振現象が起きないため、交流電圧を印加しても、必要な変位や力を得ることができず、PZT のようなアクチュエータ材料の候補になりえなかった。

我々は、キラル高分子圧電体(主鎖がらせん構造を描く高分子：DNA はらせん構造で有名)は、①ずり圧電性のみ発現②共振は鋭くはないが広い周波数範囲で起きることを見出してきた。この特徴を踏まえ、共振で発生する変位とずり圧電変位の波を合成し、回転を誘起させるマイクロな波を、キラル高分子圧電フィルムに生起させる方法を、長年追及してきた(図2右図)。

*PZTのように、様々な方向に種々の圧電性による大きな変位(伸び、ずり、ねじれ)が発生すると、それらを重ね合わせても、互いに打消し合ってしまう、試料端面に合成波が現れない。

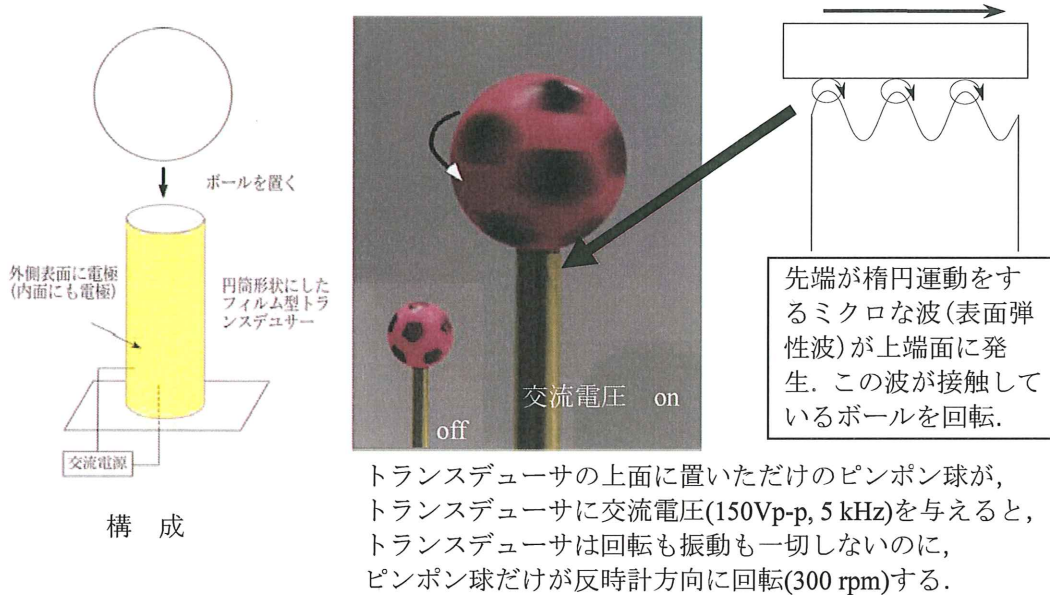


図2 機械部品・機構が一切ない環境に優しい圧電高分子円筒モータ

今回、我々は環境対応高分子であり、キラル高分子でもあるポリ乳酸を用い、その高次構造を特殊制御することで、ずり圧電変位を大きくすること、フィルム端面に合成波(表面弾性波：擬レイリー波)を発生させることに成功した。この表面弾性波を発生するフィルムはトランスデューサとして機能する(フィルム型トランスデューサ)。例えば円筒型にしたこのフィルム型トランスデューサの上にピンポン球を置き(図2左図)、交流電圧を印加すると、トランスデューサ自身は全く回転も振動もしないが、ピンポン球だけを回転させることができる(図2中央写真)。このとき、このトランスデューサに与える交流電圧の大きさや周波数を変えることで、このピンポン球を、時計方向に速く回転させたり、反時計方向にゆっくり回転させることができる。

このソフトなフィルム型トランスデューサを伸ばしたままレールのように使用すると、リニアステージになる。また、半円形にすることも可能であるので、狭隘なスペースでも、順方向逆方向搬送システムなどを実現できる。一方このトランスデューサの機能は、キラル高分子の圧電性に基づくので、通常環境下では永続的であり、PZTやポリフッ化ビニリデンなどの強誘電体のように、時間の経過とともに減衰することがない。即ち、透明性までも併せもつこのソフトでサイズフリーなフィルム型トランスデューサは、無限の可能性を秘めた未来型素子と言える。

適用分野：MEMS(Micro Electro Mechanical Systems)を含む先端工業用超軽量極小アクチュエータ、セラミックスでは実現が難しい大型アクチュエータ(インフラ機材)、モバイル機器・バーチャルゲーム機・デジタルサイネージなどに使用される近未来型アクチュエータなど、lead free 圧電素子