

Yano E plus

2019.11

通巻No.140 毎月15日発行

www.yano.co.jp/eplus/

《EMC・ノイズ対策シリーズ》

◆EMC・ノイズ対策シリーズ(2) 遠方界電磁波シールド動向

情報保護意識の高まりや5G関連の開発加速により、非医療系の電磁波シールドルームやシールドテントの需要が増大中

《次世代市場トレンド》

◆次世代先端デバイス動向(7) 有機デバイス

有機ELデバイスなどとして既に実用化されているが、さらに、高度な機能を発揮するものを創出する試みが精力的に進められている!

◆期待されるDX市場の課題と動向(2)

DXの目標は“利益の最大化”ではなくダイナミック・ケイパビリティの確立

《注目市場フォーカス》

◆5G関連デバイスの動向(1) ~回路・基板編~

データ転送速度は10倍以上、遅延時間は1/10、接続数は10倍程度(全て従来比)と、必要とされるデバイスは4Gとは様変わり

《タイムリーコンパクトレポート》

◆小型・精密減速機市場

市場成長にはいったんブレーキがかかるも高次元の生産能力増強余力で再浮上は確実視

株式会社 矢野経済研究所

5-3. 国立大学法人千葉大学

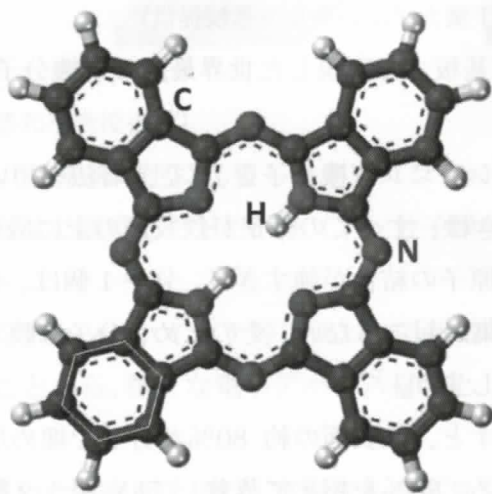
千葉大学大学院工学研究院先進理化学専攻 物質科学コースの山田豊和准教授の研究室では、走査型トンネル顕微鏡 (STM : Scanning Tunneling Microscopy) を用いて、次世代 AI、ロボット、スマートシティなどの実現へ向けた、超小型・超省エネな次世代エレクトロニクス創出物質および新奇物性探索を行なっている。

山田豊和准教授の研究室では、鉄磁石を利用して、これまでの 1000 分の 1 以下の薄さとなる世界最薄の有機分子膜を作製した。

最近になって、有機 EL ディスプレイなど、非常に薄い膜を使用した家電製品が実現したことにより、壁掛けテレビや曲がるテレビが開発されている。また、スマートフォンのディスプレイにも有機分子膜が使われている。

このように分子膜を薄くすることができれば、膜作製に必要な分子の量を節約できるので、省資源化につながるばかりか、薄くすることで、より小さな電力で分子膜を機能させることができ、省エネにも貢献することになる。

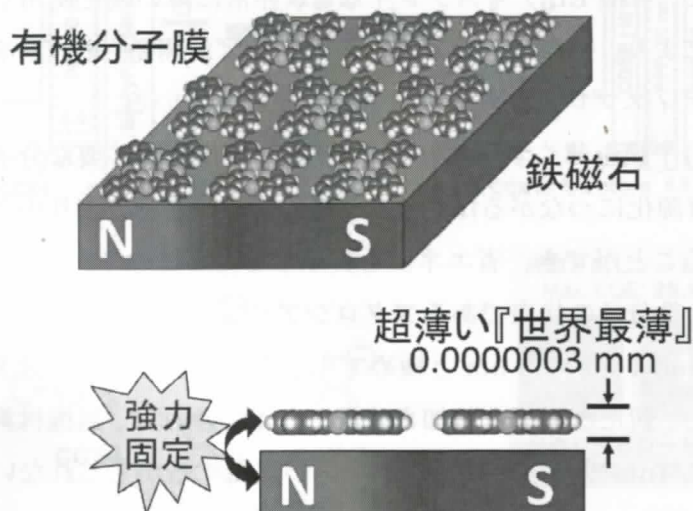
例えば、 π 共役分子の代表であるフタロシアニン (図 4) などは、分子 1 個の大きさが、約 $1 \text{ nm} \times 1 \text{ nm} \times 0.2 \text{ nm}$ と極めて小さい。こうした有機分子に対して構造を自在に制御し、新たな機能を付加させることができれば、無機材料では不可能と考えられていた 1 nm サイズの超薄デバイスが実現するかもしれない。



(出所：千葉大学山田豊和准教授提供)

【図 4. フタロシアニンの分子構造】

現在の分子膜の厚さは約 0.001mm 程度である。これでも十分薄いといえるが、千葉大学の研究グループでは、STM 観察から、既存の手法で分子膜を薄くしていくと、室温では 1 個 1 個の分子が動いてしまい、安定な膜にならないが、鉄磁石を用いると、この分子の動きが抑制され、非常に安定な分子膜になることを発見した。しかも、分子膜の厚さを、0.3nm という現在用いられている分子膜の 1,000 分の 1 以下にまで極めて薄くすることに成功した (図 5)。



(出所：千葉大学山田豊和准教授提供)

【図 5. 鉄磁石基板上で実現した世界最薄の有機分子膜の模式図】

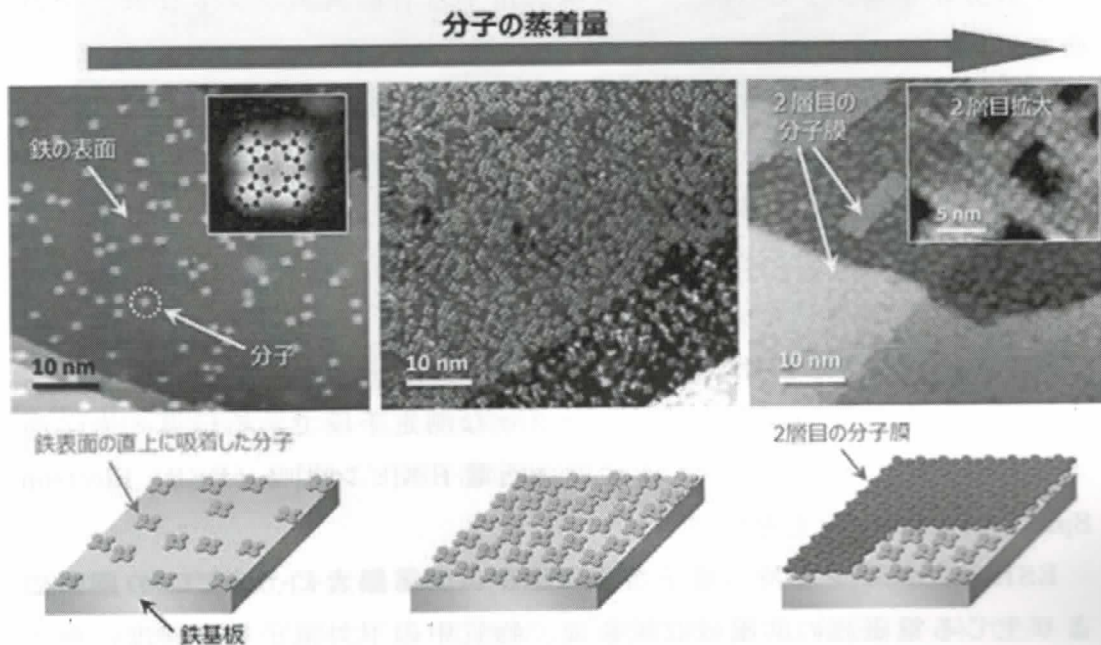
図 4 に示したフタロシアニン有機分子を、真空蒸着法を用いて鉄基板上に成膜した。蒸着量が少ないときは、すべての分子が鉄表面の上に吸着する。この場合、フタロシアニン分子と鉄原子の結合が強すぎて、分子 1 個は、その場から動けないため、膜形成に必要な凝集が起こらない。そのため、分子は膜ではなく、ばらばらに孤立した状態になってしまう。

さらに蒸着量を増やすと、鉄表面の約 80% が分子で埋め尽くされるまでは、分子は 1 個ずつで吸着する。80% を超えて蒸着していくと、2 層目以上が成長し始める。特に、2 層目の膜では、分子が秩序的に配列していることが分かった (図 6)。

この膜形成過程は、自己組織化的なもので、分子を集積化して材料・デバイスで

組み立てるボトムアップ・ナノテクノロジーの鍵となる現象である。

重要なことは、今回、こうした観察を室温で行なったことである。この単分子島や単分子膜は室温であっても形状が変化しない。つまり、鉄基板上では、2層目以上で、室温でも安定で、規則配列を保持した自己組織化単分子ナノ島や単分子膜が形成できることが明らかになった。なお、この2層目の単分子膜の厚さは、約0.16nmという驚異的な薄さである。



(出所：千葉大学山田豊和准教授提供)

【図6. 鉄基板の上に作製したフタロシアニン分子膜
(上) 室温で観察したSTM像 (下) 分子膜の模式図】

今回用いたフタロシアニンは、インク等に使われる比較的安価な分子であり、なおかつ安定性が高いことから、様々な電子デバイス材料として応用が可能とみられている。

特に、今回基板に用いた鉄表面上では、室温でもフタロシアニン分子1個は動かないことから、フタロシアニン分子1個を、磁気メモリーの1ビットとして機能させることが考えられる。もし、単分子膜を構成する一つ一つの分子(サイズは1

～2nm) をメモリーとして制御することができれば、現在の 1000 倍以上の情報を記録できる安価で超省エネなハードディスクの実現につながることになる。このような新しい記録デバイスは、情報のクラウド化やビッグデータ時代の到来に伴う消費電力増大などの問題の解決につながる可能性がある。

5-4. 国立大学法人筑波大学

筑波大学数理物質系物質工学域の丸本一弘准教授の研究室では、有機分子やペロブスカイトをエレクトロニクスへ応用する有機系エレクトロニクスの研究に取り組んでいる。

導電性高分子や導電性低分子、ペロブスカイトなどを用いた新しい有機・ペロブスカイトデバイスの開発や物性研究、および新しいマイクロ特性評価・物性研究法の開発などを通して、有機・ペロブスカイトデバイスの動作機構の解明を目指している。

(1)測定手段としての電子スピン共鳴

丸本一弘准教授の研究室では、マクロな測定手段である伝導・光学測定と合わせて、マイクロな測定手段である電子スピン共鳴 (ESR : Electron Spin Resonance) 分光を併用している。

ESR は、スピンを持つ電子が静磁場中にある場合に、スピンの反転により生じる電磁波の共鳴吸収現象で、物質中の不対電子を高感度に検出することができ、物質のマイクロな情報をもたらす極めて有力な測定手法である。空洞共振器を用いたり外部磁場変調によるロックイン検出を行なうことで、高感度、高精度な測定が可能となる。

有機太陽電池は、発電を続けるうちに、発電量が急激に落ちてしまうという現象が報告されている。素子のどこかに電荷が蓄積されてしまう電荷トラップが原因ではないかという仮説が立てられているものの、原因の特定には至っていない。

丸本准教授の研究室では、有機太陽電池に使われる導電性高分子の特性を研究する中で、太陽電池に電気を通すと、材料面同士の界面で電荷トラップが生じやすいことを、ESR を用いて世界で初めて明らかにした。

丸本准教授が開発した新しい電荷測定法は、すでに産業界に大きな影響を与え始

2019年11月15日発行(毎月15日発行)通巻140号 [発行人]水越 孝 [編集長]日栄 彰二

本社	東京都中野区本町2-46-2 (中野坂上セントラルビル)	TEL : 03-5371-6901	FAX : 03-5371-6970
大阪支社	大阪市中央区安土町1-8-6 (大永ビル5F)	TEL : 06-6266-1381	FAX : 06-6266-1389
名古屋支社	名古屋市中区新栄町2-3 (WVCAビル)	TEL : 052-962-2461	FAX : 052-962-1920
ソウル支社	ソウル特別市鐘路区鐘路1キル42 402号(壽松洞 1st階ビル)	TEL : +82-2-735-2280	FAX : +82-2-735-2290
上海事務所	上海市静安区南京西路1038号(梅隆鎮広場 1609A室)	TEL : +86-21-6218-1805	FAX : +86-21-6218-6822
台北事務所	台北市信義區松仁路100號20樓	TEL : +886-936172881	FAX : +886-2-28227956