



エネルギー問題を解決できますか？



やまがた たか
山形 豊さん

撮影：STUDIO CAC

新しい製造技術で
有機太陽電池を安く大量につくり、
エネルギー問題を解決します。

さて、最後に訪ねたのが、山形 豊さんです。
山形さんは、物のつくり方、
製造技術の研究を進めています。
製造技術とエネルギー問題は、
どのように関係しているのでしょうか。



レコードがなくなった理由

みなさんはレコードを見たことがありますか。「音楽を録音した溝がほつてある円盤でしょう。でも見たことないな。CDしか知らないよ」という人が多いかもしれませんね。でも、みなさんの家にも、押し入れの奥にお父さんやお母さんが大切にしまっておいたレコードがあるかもしれません。

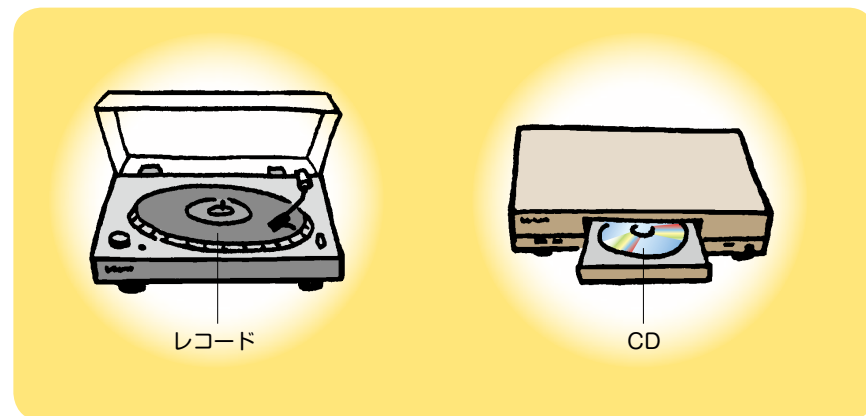
多くの人がCDプレーヤーを持つようになったのは、1980年代の半ばのことです。そのころ安くて小型のCDプレーヤーが売りだされました。そしてあっという間にレコードが姿を消し、CDへ切りかわりました。

CDプレーヤーには、CDに刻み込まれた情報を読み取るための特殊なレンズ（非球面レンズ）が必要です。そのレンズをたくさんつくりことができるようになったことで、安くて小型のCDプレーヤーが登場したのです。

新しい原理が発明されても、それを利用した装置を安くたくさんつくり製造技術がないと、世の中に広まりません。

たとえば、エネルギー問題を解決するために大いに期待されている太陽電池

も、もっと安くたくさんつくり技術が必要です。きょうは、私たちが研究している、太陽電池を安くつくり技術を紹介します。



有機物で薄い膜の太陽電池をつくる

私たちはいま、有機薄膜太陽電池という新しいタイプの太陽電池をつくる技術を研究しています。

現在、家の屋根などに付けられている太陽電池の多くは、シリコン（ケイ素）などを材料にしています。シリコンは岩石の主成分なので、地球上にたくさんあります。でも、酸素などと結びついて岩石になっているので、太陽電池の材料にするには、シリコンだけを取りださなければいけません。そのために、たくさんのエネルギーが必要なのです。一方、資源の量が少なく値段が高い元素を使うタイプの太陽電池もあります。

有機薄膜太陽電池は、ほとんどエネルギーを使わずに、どこにでもあるありふれた材料で、安く、たくさんつくりことができる可能性があります。名前の最初にある「有機」とは、有機物のこと。それは炭素の化合物のことで、私たちの体もタンパク質などの有機物からできています。

シリコンなどに比べて有機物は軽い、やわらかい、曲げることができるなどの優れた点があります。そのような特長があるため、有機薄膜太陽電池を、安くたくさんつくり製造技術ができれば、壁やガラス窓、車の車体など、いままで太陽電池を付けることの難しかった場所でも利用できるはずですよ。

有機物は、省エネルギーにとっても役立つ材料としても期待されています。すでに炭素繊維を使った軽くてじょうぶな材料が開発されています。たとえば、それを使って自動車をつくれれば車体がとても軽くなり、少ないエネルギーで長い距離を走らせることができます。

また、少ない電力で光る有機物（有機EL）がすでに携帯電話などに利用されています。有機物は優れた機能を持つ材料としても期待されているのです。

理研でも有機物で新しい材料をつくるための研究をしている人がたくさんいます。

さて、有機薄膜太陽電池に話を戻しましょう。有機の次に「薄膜」とあります。太陽電池に使うために、有機物の薄い膜をつくる必要があります。薄い膜をつくるなんて、簡単にできるんじゃない？ とみなさんは思うかもしれませんが、でも、太陽電池に必要な、とても薄く凹凸のないきれいな薄膜をつくることは、とても難しいのです。

■ 電気を使ったスプレーできれいな薄い膜をつくる

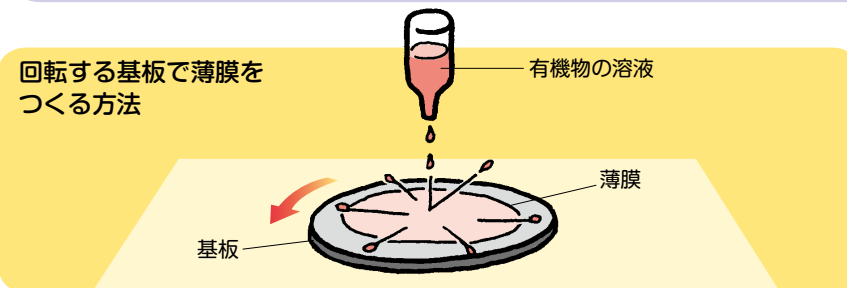
私が理研に入ったのは、1997年のことです。そのときから、タンパク質の薄膜をつくる研究に取り組んできました。生物を調べるための分析装置などに必要だからです。

シリコンなどの材料ならば、薄膜をつくるための優れた技術があります。まず容器の中の空気がじまになるので、真空にします。次に材料を加熱して蒸気にします。気体にするのです。その気体を板（基板）に付着させて薄膜をつくります。この方法を「真空蒸着」といいます。

でもタンパク質は加熱するとこわれてしまうので、真空蒸着は利用できません。有機物はとても期待されている材料ですが、シリコンなどに比べて熱に弱いなどの性質があるため、新しい製造技術の開発が必要なのです。

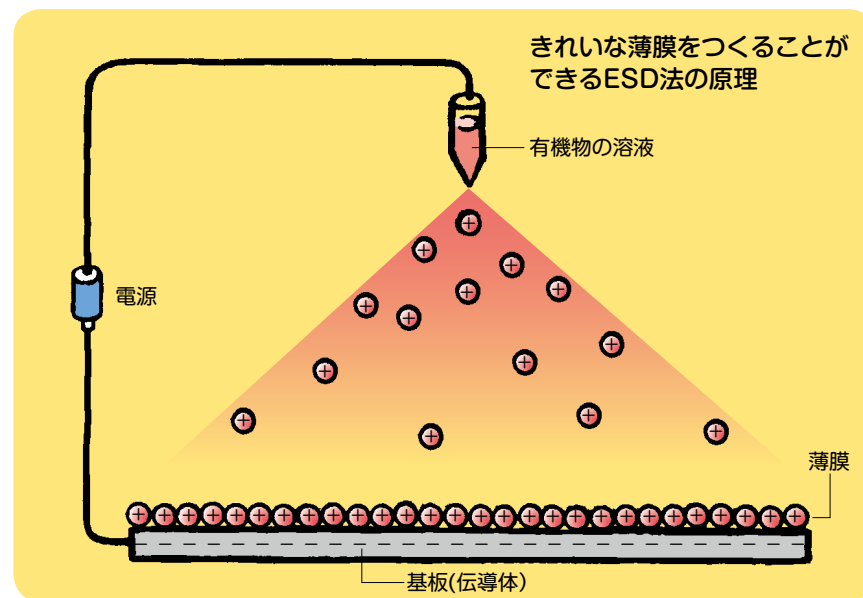
回転している基板に材料の溶液をたらして薄膜をつくる方法もあります。遠心力で広がって薄膜ができるのです。でもこの方法には、欠点があります。溶液の一部が薄膜にならずに飛び散って、むだになってしまうのです。また、この方法では、薄い膜に凹凸ができてしまうことがあります。

そこで私は、「ESD（イーエステー）」という方法に注目しました。1960年代に別の材料の薄膜をつくるためにロシアで開発された方法です。



ESD法の原理は簡単です。下の図のような装置をつくり電圧をかけます。すると材料の溶液はプラスの電気、基板はマイナスの電気を帯びます。プラスとマイナスの電気は引き合いますね。その力で、溶液は粒子となって基板にふきだします。つまりスプレーになるわけです。プラスの電気を帯びた粒子はマイナスの基板に引き付けられて積み重なります。こうして凹凸のないきれいできわめて薄い膜ができるのです。

基板の上にシートを敷いて、必要のところだけ穴をあけておくことで、細かい配線などをえがくこともできます。穴のところに向かって電気力で粒子が集まるので、溶液がほとんどむだになりません。



ちなみに、ESD法のEはエレクトロで電気、Sはスプレー、Dは積み重ねるという意味のデポジションの頭文字です。つまり電気を使ったスプレーで粒子を積み重ねて薄い膜をつくるのです。このスプレーを使うと、ナノメートル、つまり10億分の1メートルのレベルで、きれいな薄膜をつくるができます。

■ 新聞を印刷するくらい安く太陽電池をつくる

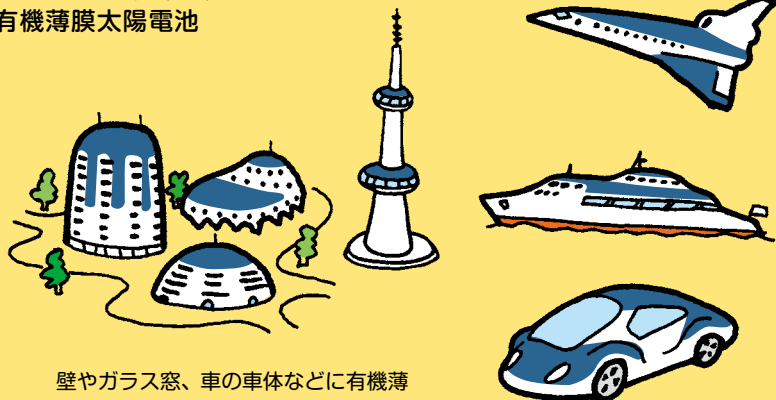
私たちはこのESD法を改良して、有機ELの薄膜を安くつくる方法を発表しました。すると、いろいろな製造会社から問い合わせが来しました。

有機ELは携帯電話などに使われ始めましたが、現在は真空蒸着でつくられています。真空蒸着に耐えられる熱に強い有機物を材料に使っているのです。でも真空蒸着は、空気を抜いて真空にするための大きな容器が必要で、装置の値段がとても高いのです。

ESD法は真空にする必要がないので、装置の値段を安くできます。しかも熱に弱い有機物も材料に使えます。そして材料をむだにすることなく、大きい面積の薄膜を安くつくることができます。だから製造会社の人たちがとても関心を持ってくれたのです。

有機ELと有機薄膜太陽電池の原理は似ています。私は理研の仲間といっしょ

いろいろな場所に利用できる
有機薄膜太陽電池



壁やガラス窓、車の車体などに有機薄膜太陽電池を利用することができる。

有機薄膜太陽電池



に、ESD法で発電効率の高い有機薄膜太陽電池をつくる研究を進めています。そして将来、ESD法によって、新聞を印刷するくらい安く、高性能の有機薄膜太陽電池をつくることを目指しています。それが実現できれば、あらゆるところで有機薄膜太陽電池を利用して、エネルギー問題の解決に大きく貢献できるはずですよ。

CDプレーヤーのように、いままでとがらりと違う仕組みの新しい製品が出てきたとき、「これはどうやってつくったの?」と関心を持ってもらえるとうれしいですね。

新しい製品が生まれるには新しい製造技術が必要です。そして新しい製造技術は、社会を変える大きな力を持っているのです。