

## 反芳香族化合物を用いる二次電池を開発 —大容量で安定な有機化合物蓄電池の開発に期待—

名古屋大学大学院工学研究科辛 知映（シン ジョン）特任准教授、忍久保 洋教授、同理学研究科・物質科学国際研究センター山田 哲也博士研究員、吉川 浩史助教、阿波賀 邦夫教授からなる研究チームは、反芳香族化合物が二次電池の活物質として有効に働くことを発見しました。二次電池（蓄電池）は、エネルギーを蓄積するためのキーテクノロジーであり、電子の授受を担う活物質の開発が重要となります。今回の研究では、有機化合物である反芳香族化合物とリチウムを組み合わせることにより、従来のリチウム電池を超える容量を実現するとともに、有機化合物を用いた二次電池としては高い充放電サイクル特性を示すことを明らかにしました。また、金属リチウムを用いずに、反芳香族化合物だけで二次電池を作成することにも成功しました。

ベンゼンに代表される安定な芳香族化合物とは異なり、反芳香族化合物は不安定であり、その応用研究は進んでいませんでした。忍久保教授らは、ノルコロールとよばれる安定な反芳香族化合物の開発に成功し、今回の応用への道を開きました。

以上の発見は、高性能の有機化合物二次電池の開発につながるだけでなく、反芳香族化合物の応用を進める上でも重要な発見です。有機化学分野だけでなく、広く材料科学分野への波及効果があるものと期待されます。

この研究成果は、2014年 2月19日にドイツで発行された『アンゲバンテヒュエミー・インターナショナルエディション』誌電子版に注目論文として掲載されました。

## 反芳香族化合物を用いる二次電池を開発 —大容量で安定な有機化合物蓄電池の開発に期待—

### 【概要】

名古屋大学大学院工学研究科辛 知映特任准教授、忍久保 洋教授、同理学研究科・物質科学国際研究センター山田 哲也博士研究員、吉川 浩史助教、阿波賀 邦夫教授からなる研究チームは、反芳香族化合物が二次電池の活物質として有効に働くことを発見しました。この研究成果は、2014年2月19日にドイツで発行された『アンゲバンテヒェミー・インターナショナルエディション』誌電子版に注目論文として掲載されました。

### 【ポイント】

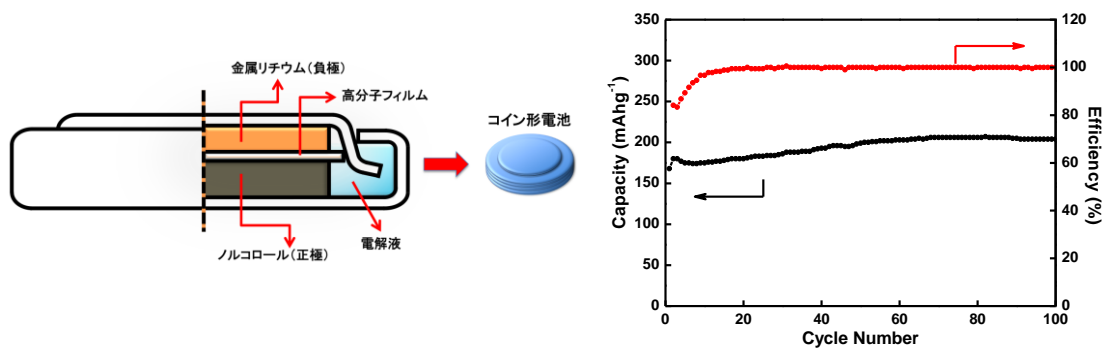
大容量かつ高い耐久性をもつ二次電池の開発には優れた活物質（電極活物質）の開発が重要です。反芳香族化合物は、電子を放出しやすく電子を受け取りやすい性質をもつことは従来から知られていましたが、不安定かつ合成しにくいことから活物質として利用されていませんでした。忍久保教授らはノルコロールと呼ばれる反芳香族化合物を安定に効率よく作り出す方法を開発し、ノルコロールを二次電池の活物質として用いたところ、優れた特性を示すことを発見しました。

### 【背景】

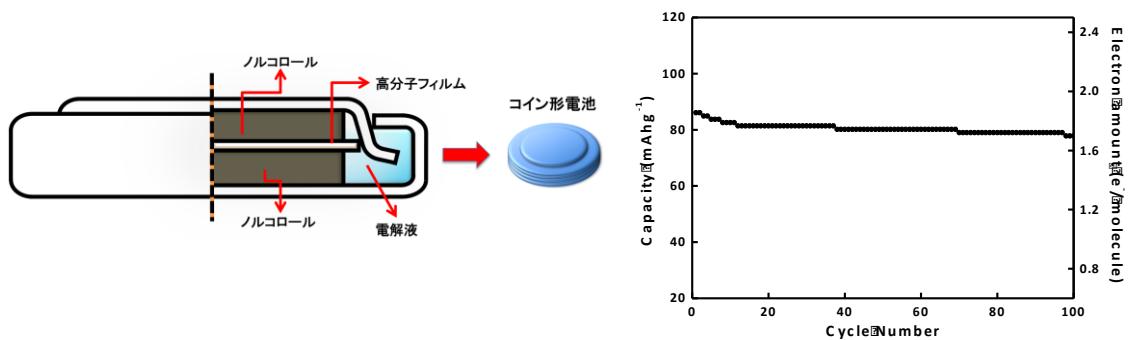
二次電池はエネルギーを蓄積する技術として重要であり、スマートフォン、ハイブリッド車、電気自動車、航空機などさまざまな分野に活用されています。大容量で高耐久性二次電池の開発は、持続的社會を実現する上で必須のキーテクノロジーです。特に、リチウム電池は軽量であるため、容量の増加と耐久性の向上に向けて研究が行われています。

### 【研究の内容】

ベンゼンやナフタレンに代表される安定な芳香族化合物とは異なり、反芳香族化合物は不安定な有機化合物です。合成も難しいため、その応用研究は進んでいませんでした。忍久保教授らは、ノルコロールとよばれる反芳香族化合物を安定かつ効率的に合成することに成功しました。さらに、合成したノルコロールを正極に、金属リチウムを負極に用いた二次電池を作成しました。その結果、従来のリチウム電池を超える容量を実現し、200回の充放電を繰り返したあとも最高値の約80%の性能を保っていました。この充放電サイクル特性は有機化合物を用いた二次電池としては高いもので、耐久性の高い有機化合物二次電池の開発につながる可能性があります。



また、反芳香族化合物が電子の放出と電子の受容の両方に優れている点を活用し、正極・負極の両方にノルコロールを用いて、金属リチウムを含まない二次電池の作成にも成功しました。この電池は、100回の充放電サイクルのあとも約90%の性能を保っていました。



### 【成果の意義】

今回の発見は、有機化合物を用いた高性能二次電池の開発につながるだけでなく、これまでほとんど応用的研究が行われてこなかった反芳香族化合物に関する研究を活性化する発見です。有機化学分野だけでなく、広く材料科学分野への波及効果があるものと期待されます。

### 【用語説明】

- ・活物質（電極活物質）：電池の電極を構成する物質であり、電子を放出したり、電子を受け取ったりする物質。
- ・反芳香族化合物：ある特定の数の電子をもった有機化合物であり、ベンゼンやナフタレンに代表される芳香族化合物とは反対に不安定であることが多い。電子を放出する特性と電子を受け取る特性の両方に優れている。

- ・ノルコロール：ポルフィリンから炭素を2つ取り去った骨格をもつ反芳香族化合物。忍久保教授らが世界ではじめて合成に成功した。
- ・ポルフィリン：血液中のヘムや葉緑素中のクロロフィルの基本骨格となる芳香族化合物。
- ・二次電池：充電可能な電池すなわち蓄電池
- ・サイクル特性：二次電池において充電・放電を繰り返した際の容量の変化のこと。サイクル特性が高いと電池の劣化が少なく、寿命が長くなる。

**【論文名】**

**An Antiaromatic Electrode-Active Material Enabling High Capacity and Stable Performance of Rechargeable Batteries** （反芳香族性電極活物質による大容量かつ安定な二次電池の実現）