

ツチニカエルでんち®

生物由来材料と肥料成分のみを使った 環境負荷の低い「土に還る電池」を研究中

NTT 先端集積デバイス研究所は、大量のセンサが環境に拡散する未来を見据えて、低環境負荷な電池を開発する取り組みを進めている。2017 年度には、肥料成分と生物由来カーボンのみを使った「土に還る電池」の試作品を作製し、一部用途に利用できることや植物の生育を妨げないことを実証した。今後はさらに性能を向上させて用途拡大を目指すという。同研究所の土に還る電池についての研究内容を紹介する。

トリリオンセンサ時代に備えて 低環境負荷な電池が必要

IoT の普及によって、数兆個もののセンサがばら撒かれる「トリリオンセンサ時代」が到来すると予想されている。センサは使用後に回収するのが基本だが、数が増えれば回収もれが生じることは容易に想像できる。そのため、回収もれがあっても環境に影響を与えない素材で、センサや電池を構成するのが望ましい。

NTT 先端集積デバイス研究所（以下、先デ研）では、そうした時代を見据えて生物由来材料と肥料成分のみを使った環境負荷の低い「土に還る電池」を 2016 年秋から研究中である。2017 年度には試作品を開発して電池としての動作を確認した。一般の利用者に受け入れやすいように「ツチニカエルでんち®」という

名前で商標登録も実施している。

従来の電池（一般的な乾電池）と試作した土に還る電池の構成比較を図 1 に挙げた。

土に還る電池のポイントの 1 つは、電池を構成する部品に生物由来材料と肥料成分のみを使用することである。ここで言う肥料成分とは図 2 に挙げたものを指す。「こうした肥料成分は農業活動ですでに土壌に撒かれている実績がありますから、万一電池を回収できなくなった場合にも問題が生じる恐れが少ないと考えられます。ただし、使用できる素材や成分が限られるため電池として動くものを作るのには非常に苦労しました。」（ソー



NTT 先端集積デバイス研究所 ソーシャルデバイス基盤研究部

〔左から〕 岩田 三佳 氏、研究員 野原 正也 氏
グループリーダー 小松 武志 氏

シャルデバイス基盤研究部 研究員 野原 正也 氏)

ポイントの 2 つめは、正極材料として繊維が絡まったスポンジ状の構造を持つ生物由来カーボンを使用することである（図 3）。

試作した土に還る電池は、空気中の酸素と反応して発電する「空気電池」と呼ばれるタイプのもの。空気電池の正極には、酸素を取り込みやすいように多孔質な素材が用いられ

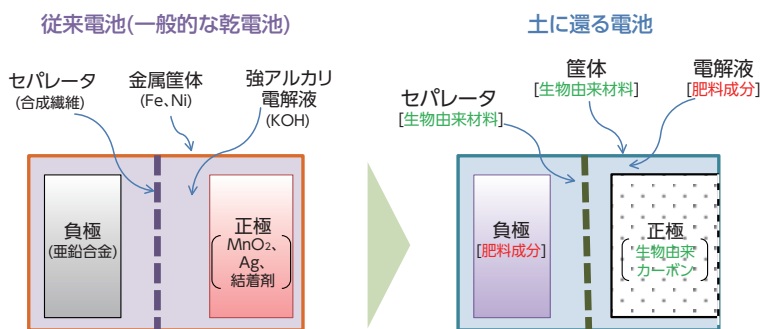


図 1 従来電池と土に還る電池の構成比較

必須 元素	空気・水から供給		炭素 (C)、酸素 (O)、水素 (H)
	肥料	多量要素	窒素 (N)、リン (P)、カリ (カリウム) (K)
		中量要素	イオウ (S)、カルシウム (Ca)、マグネシウム (Mg)
		微量元素	鉄 (Fe)、マンガン (Mn)、ホウ素 (B)、亜鉛 (Zn)、銅 (Cu)、モリブデン (Mo)、塩素 (Cl)
有用 元素			珪素 (Si)、ナトリウム (Na)、セレン (Se)、コバルト (Co)、アルミニウム (Al)、バナジウム (V)

図 2 肥料成分一覧

る。従来は、粉末状カーボンを結着剤（フッ素系樹脂）で固めたものを正極として使っていた。「フッ素は土壤中に一般に存在する物質ではありません。また燃やした際には、毒性の高いフッ化水素が生じる恐れがあります。そこでスポンジ状の構造を持つ生物由来カーボン素材を開発し、これを正極に使用することで結着剤を使わずに済むようにしました。ただし普通の製造方法では、こうした構造を持つカーボンを作れないため、製造方法に工夫を凝らす必要がありました。」（野原氏）

試作した土に還る電池の外観は図4左の通り。電池の容量は市販のボタン型電池のおよそ10分の1に相当する約70mAhである（図4右）。電圧も約1.1Vと市販のボタン型電池よりも低い。「まだ性能が低いために用途は限られますが、試作品程度の性能であってもLEDを光らせたり、BLE（Bluetooth Low Energy）温度センサモジュールを駆動して、数メートル離れたノートPCに温度情報を送信したりすることは可能です。」（野原氏）

植害試験の結果も良好 今後はさらに性能を向上させる

先デ研では、試作した土に還る電池が植物の生育を妨げないかを調べる植害試験も実施した。植害試験では、肥料取締法施行規則に則ってコマツナ（コマツナ）の生育状況を調べた。

「環境負荷を低くすることを目指して試作した土に還る電池ですが、先行研究が存在しない新コンセプトの電池のため、我々自身で環境への影響を調べる必要がありました。我々は電池の専門家ではありません

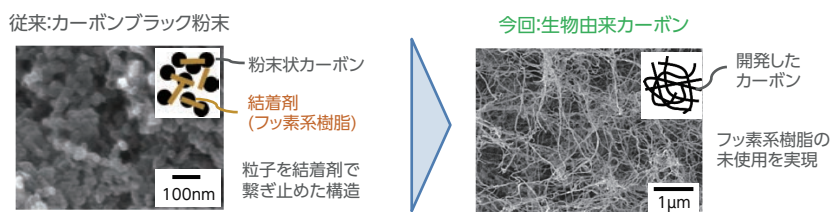


図3 正極に使用する生物由来カーボンの概要

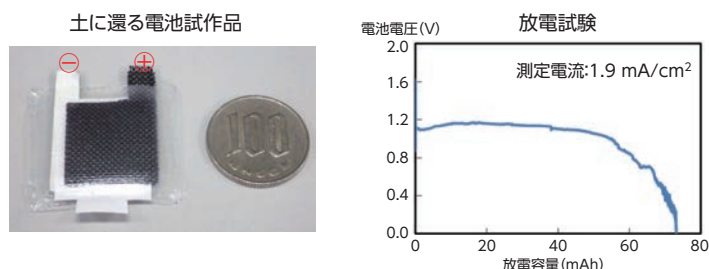


図4 製作した電池試作品の外観と性能

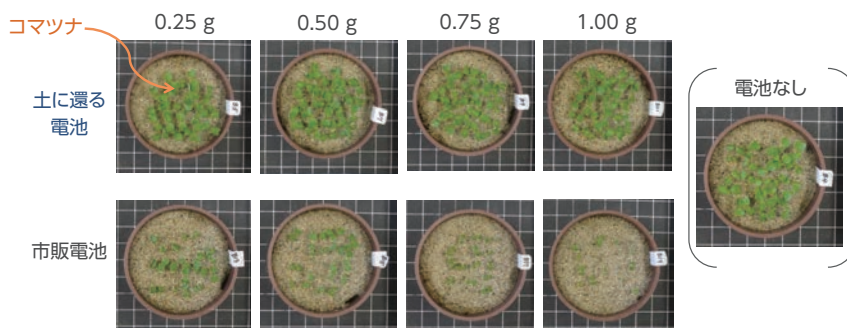


図5 コマツナを使った植害試験（使用済み電池を粉砕し、土壌に混合）の結果

が、肥料や植物の生育については門外漢のため、どのような試験をすれば良いのかについての調査を始め、非常に苦労しました。」（野原氏）

植害試験の結果は図5の通りである。少量であってもコマツナの生育に悪影響を及ぼす市販電池に比べて、試作した土に還る電池の方は量を増やしても生育に大きな悪影響を及ぼさないことが分かる。「なお、土に還る電池を撒いた土壌で育ったコマツナを食べても安全かどうかについては、評価法の検討を進めている段階でまだ何とも言えません。ただ、人体に有害な物質は使っていま

せんので、基本的には安全だろうと見込んでいます。今後、農林水産研究所などと連携しながら評価法などについての議論を進めないといけな

と考えています。」（野原氏）
今後の研究開発では、電池としての性能を上げることに注力するという。「現時点でも用途に関する検討を進めていますが、まだ性能が悪いために用途が非常に限られます。市販の電池と同程度の性能を実現できれば用途は大きく広がりますから、今後当面はそれを目指して性能を上げるための取り組みに注力するつもりです。」（野原氏）