

# ●リチウムイオン電池電極の3次元空隙ネットワーク解析と薄板積層模型の作製

TN493

## Analysis of Three-dimensional Porous Network Structure and Making Transparent Layer Models of Li-ion Battery Electrodes

### [概要]

リチウムイオン電池(LIB)電極内の空隙はLiイオンの通り道となるため、空隙構造は電池性能を左右する重要なパラメータであり、高性能電池開発のためにはその構造を把握して精密に制御する必要があります。ここでは、①LIB電極の放射光X線CT(Computed Tomography, コンピュータ断層撮影)観察、3次元画像解析ソフトウェアによる空隙構造の定量的解析事例[1,2]ならびに②観察結果から薄板積層模型を作製した事例について紹介します。

**Keywords:** LIB電極、放射光、X線CT、Tortuosity、薄板積層模型

### [事例]

LIB電極を細断し、大型放射光施設SPring-8でX線CT撮像し、観察画像における空隙の細線化処理を行った結果をFig.1に示します。

検出された空隙の繋がり、長さおよび曲路性について解析するためTortuosity解析を行いました。Tortuosityは $T = f / s$  (TはTortuosity, fは向かい合うx, y, z各方向面を貫通する細線実際に通った経路の長さ、sはfの経路の始点と終点を結ぶ直線の長さを表します)で計算されます。Tortuosityはある空隙経路が最短距離に対してどれだけ迂回しているかを表す指標となり、ひとつの経路の中で分岐を持つものに対してその最短経路を、向かい合う面と面を直交する直線に対する比をとりShortest pathとして算出しました。Fig.1の関心領域内でのTortuosity解析を行った結果をTable1に示します。正極および負極ともX, Y, Zそれぞれの方向でShortest pathsおよびAll pathsでのTortuosity値に大きな差異はなく、pathの等方性を支持する結果となりました。

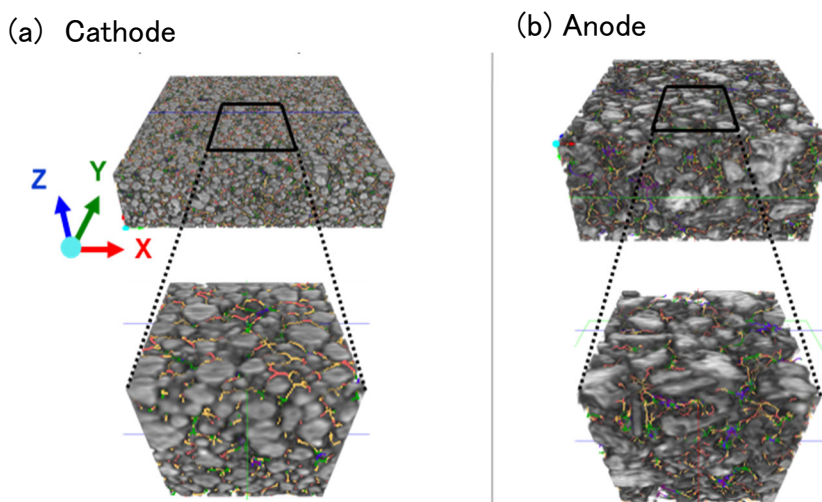


Fig.1 CT images and the results of tortuosity analysis of LIB electrodes.

Table1 The results of tortuosity analysis.

Tortuosity (Average)	Sample (Density)	Cathode (d=2.9g/cm <sup>3</sup> )	Anode (d=1.1g/cm <sup>3</sup> )
X	Shortest paths	1.6	1.7
	All paths	1.5	1.6
Y	Shortest paths	1.7	1.9
	All paths	1.6	1.8
Z	Shortest paths	1.6	1.7
	All paths	1.5	1.6

X線CTで撮像されたFig.1のようなデータから3Dプリンタによって、樹脂模型などの形で複製する方法が普及しています。しかし、一般的な3Dプリンタによる出力では、観察試料の外観を立体的に再現する事は出来ませんが、原材料の分散状態や空隙構造を可視化するのは不向きです。そこで、断層像を連続的に透明な薄板樹脂に印刷して表示する薄板積層模型によって、放射光X線CT観察したLIB電極の内部構造を表現した事例について紹介します。

CTによる断層像を連続的に透明な薄板樹脂に印刷して重ね合わせて表示する薄板積層模型によって、放射光X線CT観察したLIB負極の内部構造を表現した事例をFig.2に示します。模型の大きさは148mmW×52mmD×19mmHで、6層の断層像から構成され、再構築領域の約1,500倍の大きさに拡大されています。原料ならびに空隙の奥行き感が得られ、コンピュータグラフィックスとは趣の異なるユニークな展示表現です。

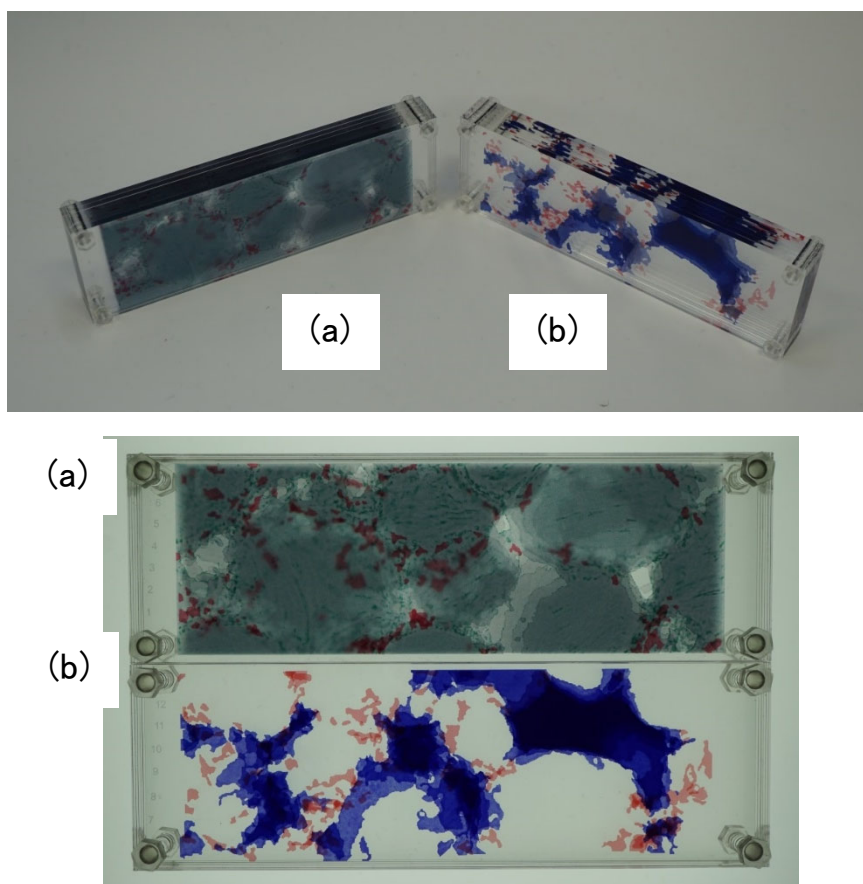


Fig.2. Transparent Layer Models of Li-ion Battery Electrodes.

(a) Consists of active materials, conductants and pores.

(b) Consists of pores, conductants and binder resin.

文献；

[1]福満仁志, 寺田健二, 末広省吾, 滝克彦, 千容星, *Electrochemistry*, 83(1), 2-6 (2015)

[2]特許第 5815617 号

※本稿は、社外の放射光施設を用いた当社の測定事例紹介です。新たな測定には施設利用申請が必要になるため、測定のご要望については下記「お問い合わせ先」までご連絡ください。内容により代替手法をご提案させていただくこともございます。