

## GS EL LLTO

### 全固体型リチウムイオン電池用固体電解質

#### ペロブスカイト型 $\text{Li}_{0.33}\text{La}_{0.57}\text{TiO}_3$ (LLTO)

現在用いられている液体電解質型のリチウムイオン電池の容量は約150 - 240 Wh/kgであり、より高エネルギー密度を持つ電池の開発が大きな課題です。また、電池として用いる上で、発火等の事故が起きないように安全かつ安定に作動する電池を追求する必要もあります。このような中、液体電解質型のリチウム二次電池に代わる革新的な全固体電解質型リチウム二次電池が、国内外の企業、大学、研究機関などで鋭意研究開発されています。この研究で最も重要な技術は、電極間を出入りするリチウムイオンを高速で移動できる固体電解質の開発です。固体電解質には、有機高分子(ポリマー)系と無機系があります。安全性、強度の観点から無機系固体電解質の方がより理想ですが、無機系固体電解質はポリマー系に比べてリチウム電池系への適応の歴史が浅く、安定性、反応性、反応機構などの詳細についてはまだまだ不明点も多いですが、今後の発展が期待される材料です。無機系のリチウム固体電解質には、大きく分けて硫化物系と酸化物系があります。現在は硫化物系の固体電解質を使用したリチウムイオン電池の方が電池容量が大きいという研究報告が多数ありますが、硫化物系の固体電解質は大気中に暴露すると有毒な硫化水素ガスを発生するため、実際の使用には堅牢な封止加工が必要であり、生産コストの上昇にもつながるという問題があります。そこで弊社では空気中での安定性、また生産の簡易性の観点から酸化物系に注目しています。

酸化物系の固体電解質には $\text{Li}_{1.3}\text{Al}_{0.3}\text{Ti}_{1.7}(\text{PO}_4)_3$ (LATP)などのNASICON型固体やガーネット構造である $\text{Li}_7\text{La}_3\text{Zr}_2\text{O}_{12}$ (LLZO)があります。弊社ではLLZOも合成していますが、このLLZOに匹敵するリチウムイオン伝導度を有するペロブスカイト型 $\text{Li}_{0.33}\text{La}_{0.56}\text{TiO}_3$ (LLTO)も作成しました。弊社ではこのLLTOを粉体、そしてインクでも提供しています。合成時は数マイクロメートル以上の大きさですが、ナノサイズ微粒子分散技術により200 - 400nmの大きさにすることも可能です。

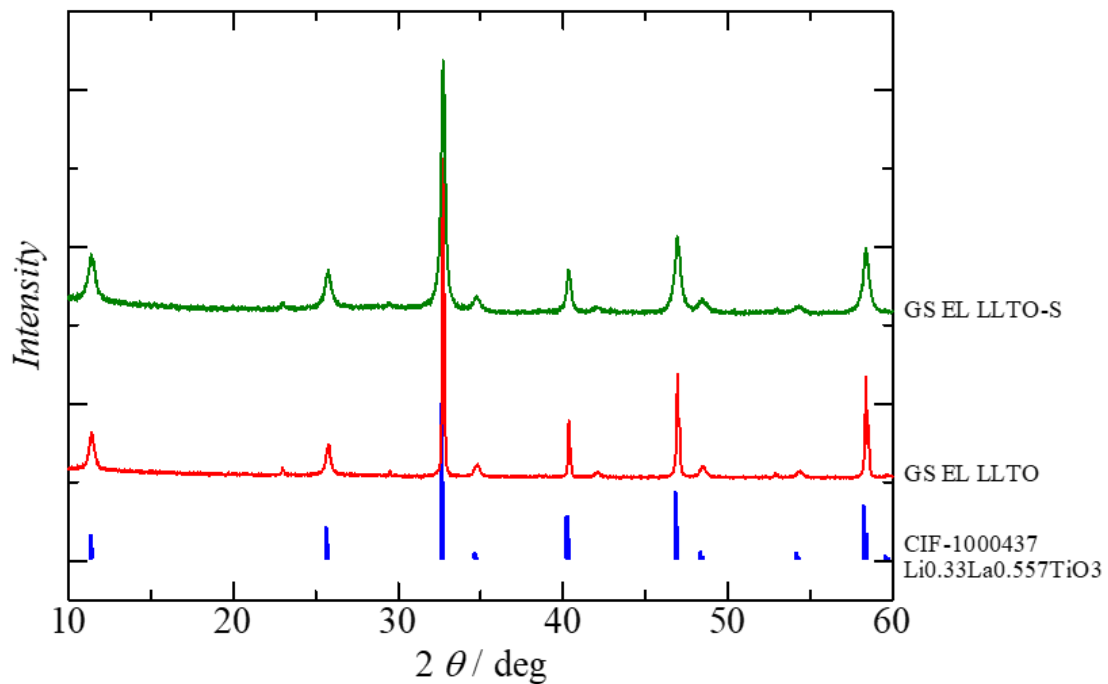
Green Science Alliance Co., Ltd.

2-22-11 Obana, Kawanishi, Hyogo 666-0015 JAPAN

Phone: +81-72- 759-8501, +81-72- 759-8543, Facsimile: +81-72- 759-9008

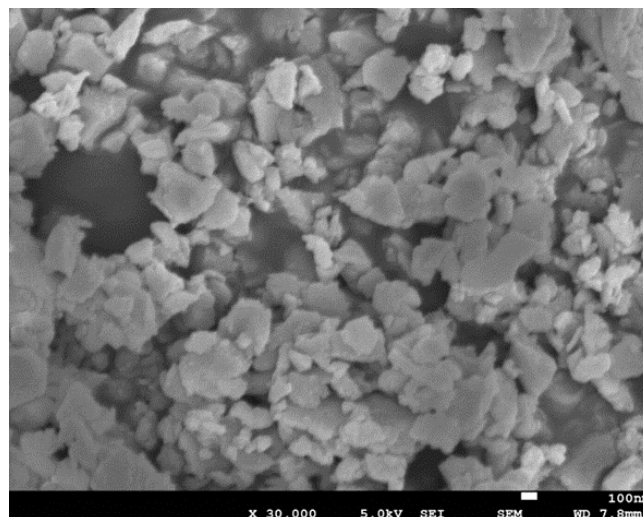
Web : <http://www.gsalliance.co.jp/>

## X線回折 (XRD)



弊社のLLTOの、X線回折図です。Li<sub>0.33</sub>La<sub>0.56</sub>TiO<sub>3</sub>の結晶構造を有しており、合成したもの、その後粉碎して、粒子径を小さくしたのも結晶性を保っていることを確認しています。

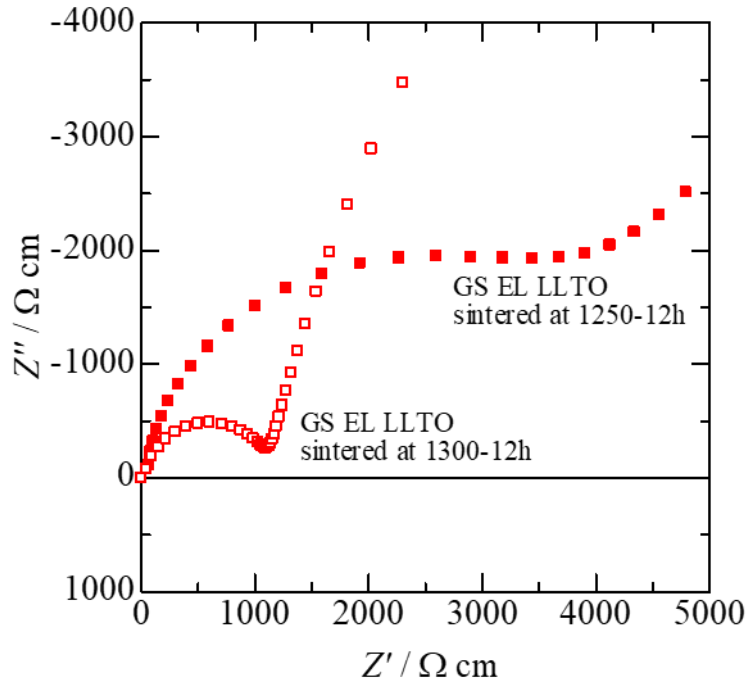
## 電子顕微鏡観察(SEM)



合成したLLTOを微粉碎したLLTOです。写真のように粒子径を200 - 400 nmにすることも可能です。

Green Science Alliance Co., Ltd.  
2-22-11 Obana, Kawanishi, Hyogo 666-0015 JAPAN  
Phone: +81-72- 759-8501, +81-72- 759-8543, Facsimile: +81-72- 759-9008  
Web : <http://www.gsalliance.co.jp/>

## 交流インピーダンス

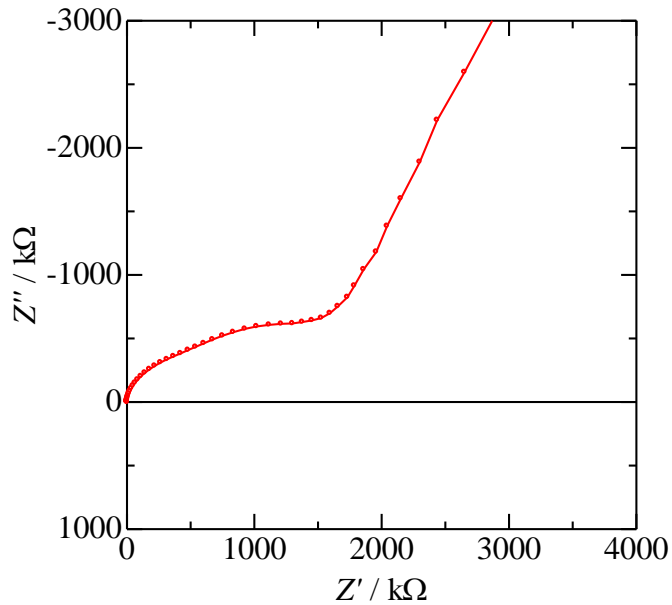


上図は弊社で合成したLLTOを用いて作成した焼結体のインピーダンス測定図です。焼結温度により抵抗値が変化することもわかります。

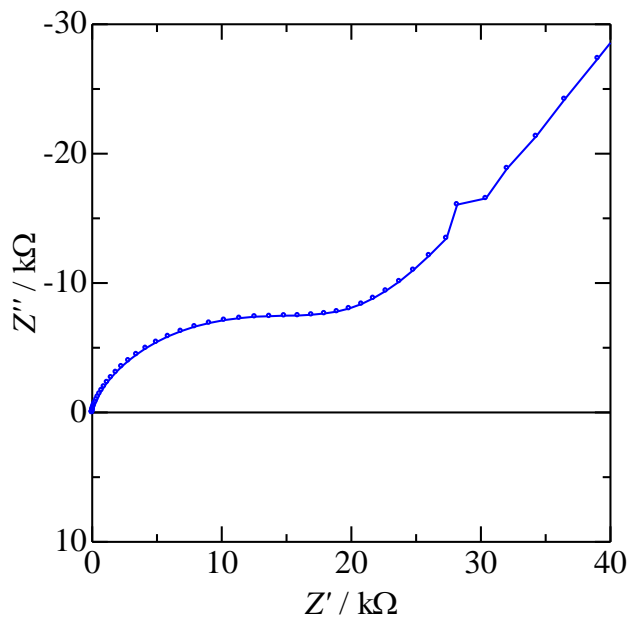
試料の密度とイオン伝導度(弊社のGa doped LLZOとの比較):

組成	焼成温度、時間	密度 / $\text{g cm}^{-3}$	イオン伝導度
LLTO	1250°C、12 時間	4.13	$2.9 \times 10^{-4} \text{ S cm}^{-1}$
LLTO	1300°C、12 時間	4.55	$9.1 \times 10^{-4} \text{ S cm}^{-1}$
Ga doped LLZO	1250°C、12 時間	4.85	$1.1 \times 10^{-3} \text{ S cm}^{-1}$

弊社で合成したLLTOの印刷用インクの特徴(水やイソプロパノールを溶媒として用いてドクターブレードにより塗布膜を作成したもの)



LLTOインクをアルミニウム箔上に塗布後、真空乾燥した膜のインピーダンスプロット



LLTOインクをステンレス箔上に塗布後、500°Cで熱処理した膜のインピーダンスプロット

技術的詳細を含め、何なりとご相談ください。