

# はじめにお読みください

この文章は、研究室に所属する学生が研究活動の一環として作成してくれたものです。研究室セミナーの時間に輪番で発表してもらい、研究に関連した事項の基礎知識の向上をはかりました。内容・文章ともに未だ不完全なものもありますが、2018 年度に調査してくれたものを公開いたします。

※学生の作成してくれたファイルをそのまま公開しております。ところどころ誤った記述もあるため、内容については保証いたしかねます。ご注意ください。  
(2019 年度以降、少しずつ改訂していく予定です。)

2018 年 3 月 名古屋工業大学 川崎・石井研究室  
<http://kawasaki.web.nitech.ac.jp/jp/tips/index.shtml>

## 【執筆者一覧】

### ・ 卒研究生

伊達 怜実、堀之内 理紗、山田 えみり、吉谷 駿、渡邊 裕介

### ・ M1

浅井 七海、亀岡 真祐子、近藤 航平、長谷川 毅、横井 和真、高橋 実夏子

### ・ M2

石亀 弘基、久野 潤也、中村 元海、林 遼治、松下 一樹、眞鍋 駿

### ・ D3

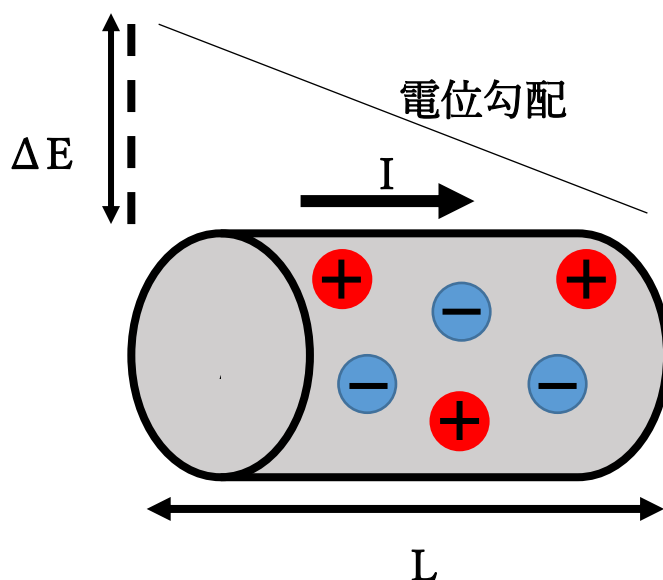
李 蒼昊

## 【LIB】

リチウムイオン電池用液体電解質や固体電解質の伝導率について、主要なものの値をまとめてください

作成日： 2018 年 1 月 8 日

担当者： 林 遼治



図のように断面積  $A[\text{cm}^2]$ 、長さ  $L[\text{m}]$  で、キャリア（電荷の運び手）が均一に分布する柱状物体の電気抵抗を考える。両端に電位差  $\Delta E$  をかけ、電流  $I[\text{A}]$ 、電気抵抗  $[ \Omega ]$  であるとき、以下の関係となる。

$$R = \frac{\Delta E}{I} \quad R = \rho \frac{L}{A}$$

ここで比例定数  $\rho [ \Omega \text{m} ]$  を比電気抵抗または抵抗率と呼ぶ。また、 $\rho$  の逆数は電気の流れやすさを示し、以下のように伝導率  $\kappa [\text{Sm}^{-1}]$  で定義される。S（ジーメンズ）は  $\Omega^{-1}$  を意味する。

$$\kappa = \frac{1}{\rho}$$

以下にリチウムイオン電池用液体電解質や固体電解質の伝導率について、主要なものの値をまとめる。

| 分類            | イオン導電体                                                        | 伝導率 $[\text{Scm}^{-1}]$                |
|---------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| 電解液（LIB）      | 1M $\text{LiClO}_4/\text{PC}+\text{DME}(33:67 \text{ vol}\%)$ | $1.4 \times 10^{-2}$                   |
|               | 1M $\text{LiPF}_6/\text{EC}+\text{PC}(50:50 \text{ vol}\%)$   | $6.6 \times 10^{-3}(20^\circ\text{C})$ |
|               | 1M $\text{LiClO}_4/\text{PC}$                                 | $6.0 \times 10^{-3}$                   |
| 固体電解質（NaS 電池） | $\text{Na}_2\text{O} \cdot 11\text{Al}_2\text{O}_3$           | $2 \times 10^{-1}(300^\circ\text{C})$  |
| 燃料電池          | $(\text{ZrO}_2)_{0.9}(\text{Y}_2\text{O}_3)_{0.1}$            | $2 \times 10^{-2}(800^\circ\text{C})$  |

また、LIB の固体電解質についても以下に示す。

|      | 組 成                                                               | 室温導電率( $\text{S cm}^{-1}$ ) | 分 類           |
|------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------|---------------|
| 酸化物系 | $\text{La}_{0.51}\text{Li}_{0.34}\text{TiO}_{2.94}$               | $1.4 \times 10^{-3}$        | 結晶(ペロブスカイト型)  |
|      | $\text{Li}_{1.3}\text{Al}_{0.3}\text{Ti}_{1.7}(\text{PO}_4)_3$    | $7 \times 10^{-4}$          | 結晶(NASICON 型) |
|      | $\text{Li}_7\text{La}_3\text{Zr}_2\text{O}_{12}$                  | $3 \times 10^{-4}$          | 結晶(ガーネット型)    |
|      | $50\text{Li}_4\text{SiO}_4 \cdot 50\text{Li}_3\text{BO}_3$        | $4.0 \times 10^{-6}$        | ガラス           |
|      | $\text{Li}_{2.9}\text{PO}_{3.3}\text{N}_{0.46}$ (LIPON)           | $3.3 \times 10^{-6}$        | アモルファス(薄膜)    |
|      | $\text{Li}_{3.6}\text{Si}_{0.6}\text{P}_{0.4}\text{O}_4$          | $5.0 \times 10^{-6}$        | アモルファス(薄膜)    |
|      | $\text{Li}_{1.07}\text{Al}_{0.69}\text{Ti}_{1.46}(\text{PO}_4)_3$ | $1.3 \times 10^{-3}$        | ガラスセラミックス     |
|      | $\text{Li}_{1.5}\text{Al}_{0.5}\text{Ge}_{1.5}(\text{PO}_4)_3$    | $4.0 \times 10^{-4}$        | ガラスセラミックス     |

|      | 組 成                                                                         | 室温導電率( $\text{S cm}^{-1}$ ) | 分 類       |
|------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------|
| 硫化物系 | $\text{Li}_{10}\text{GeP}_2\text{S}_{12}$                                   | $1.2 \times 10^{-2}$        | 結晶        |
|      | $\text{Li}_{3.25}\text{Ge}_{0.25}\text{P}_{0.75}\text{S}_4$                 | $2.2 \times 10^{-3}$        | 結晶        |
|      | $30\text{Li}_2\text{S} \cdot 26\text{B}_2\text{S}_3 \cdot 44\text{LiI}$     | $1.7 \times 10^{-3}$        | ガラス       |
|      | $63\text{Li}_2\text{S} \cdot 36\text{SiS}_2 \cdot 1\text{Li}_3\text{PO}_4$  | $1.5 \times 10^{-3}$        | ガラス       |
|      | $57\text{Li}_2\text{S} \cdot 38\text{SiS}_2 \cdot 5\text{Li}_4\text{SiO}_4$ | $1.0 \times 10^{-3}$        | ガラス       |
|      | $70\text{Li}_2\text{S} \cdot 30\text{P}_2\text{S}_5$                        | $1.6 \times 10^{-4}$        | ガラス       |
|      | $50\text{Li}_2\text{S} \cdot 50\text{GeS}_2$                                | $4.0 \times 10^{-6}$        | ガラス       |
|      | $\text{Li}_7\text{P}_3\text{S}_{11}$                                        | $1.0 \times 10^{-2}$        | ガラスセラミックス |
|      | $\text{Li}_{3.25}\text{P}_{0.95}\text{S}_4$                                 | $1.3 \times 10^{-3}$        | ガラスセラミックス |
|      |                                                                             |                             |           |