

# (3C02) 二次元材料 $\text{Ti}_3\text{C}_2$ MXeneを導電助剤に 用いたリチウムイオン電池の特性評価

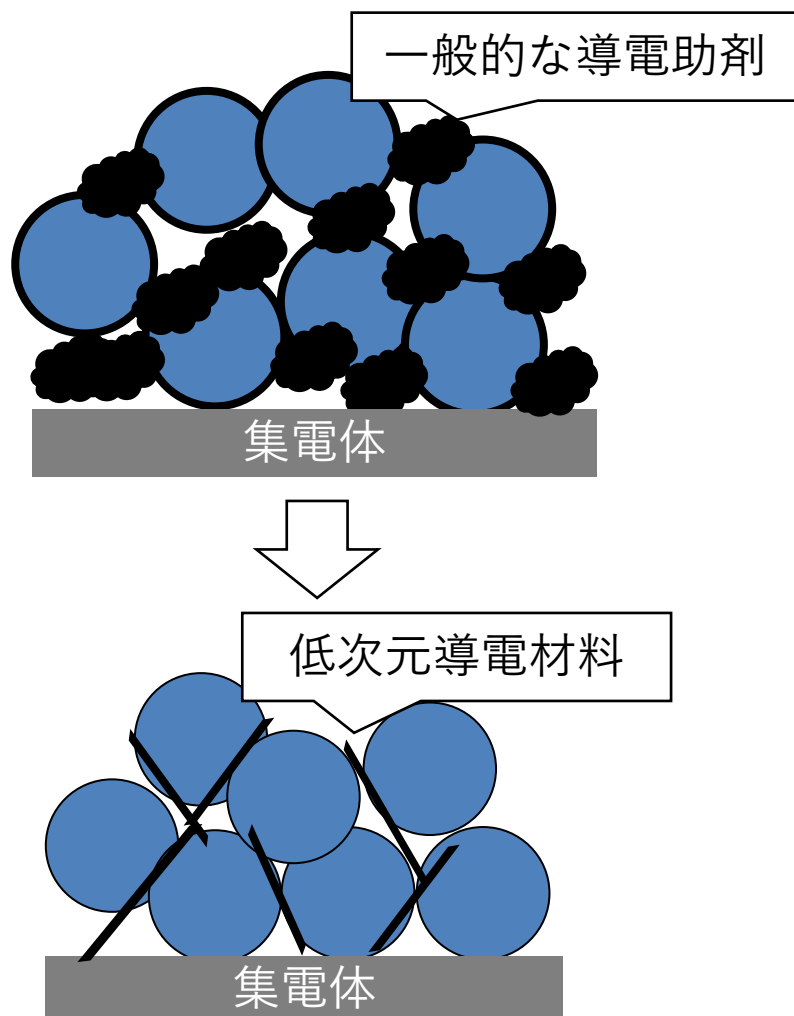
2023年11月30日

日本材料技研株式会社 大井寛崇  
東京都立大学 新堀雄麻、金村聖志



日本材料技研株式会社  
Japan Material Technologies Corporation





## 低次元導電助剤について

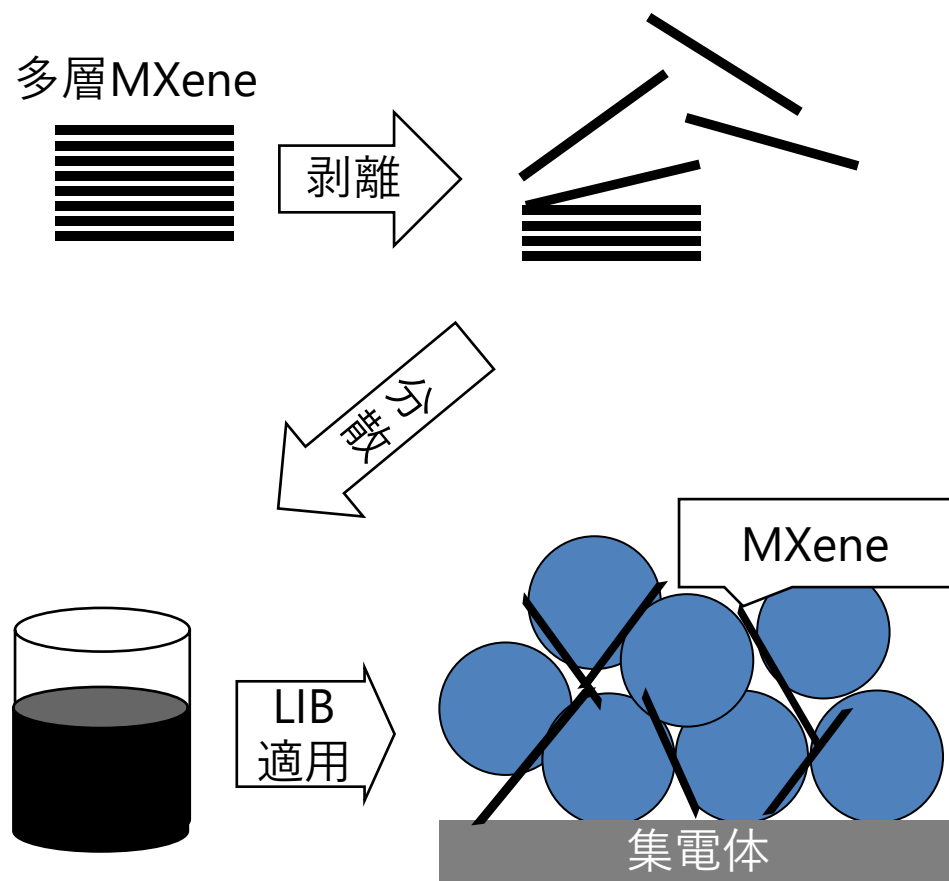
- グラフェンやCNTを導電助剤として用いる研究が盛んに行われている。
- 低次元導電材料（ファイバー状、シート状等）は、パーコレーション閾値が低く、少量添加で導電性を発現することが知られている。
- MXene／樹脂複合材料についても0.05 ~ 6.9 vol%と低いパーコレーション閾値が報告されている。(1)
- MXeneを導電助剤として5wt%含むLIBの報告がある。(2)

## MXeneを導電助剤として活用するための課題

- 多層MXeneの剥離と高濃度分散液の作製
- 導電助剤用にMXene物性の最適化

(1) F. Damiri, et al., *Materials* 2022, **15**(5), 1666

(2) Ahn, Y, Kim, et al., *J Am Ceram Soc.* 2023, **106**, 7303.



## 目的

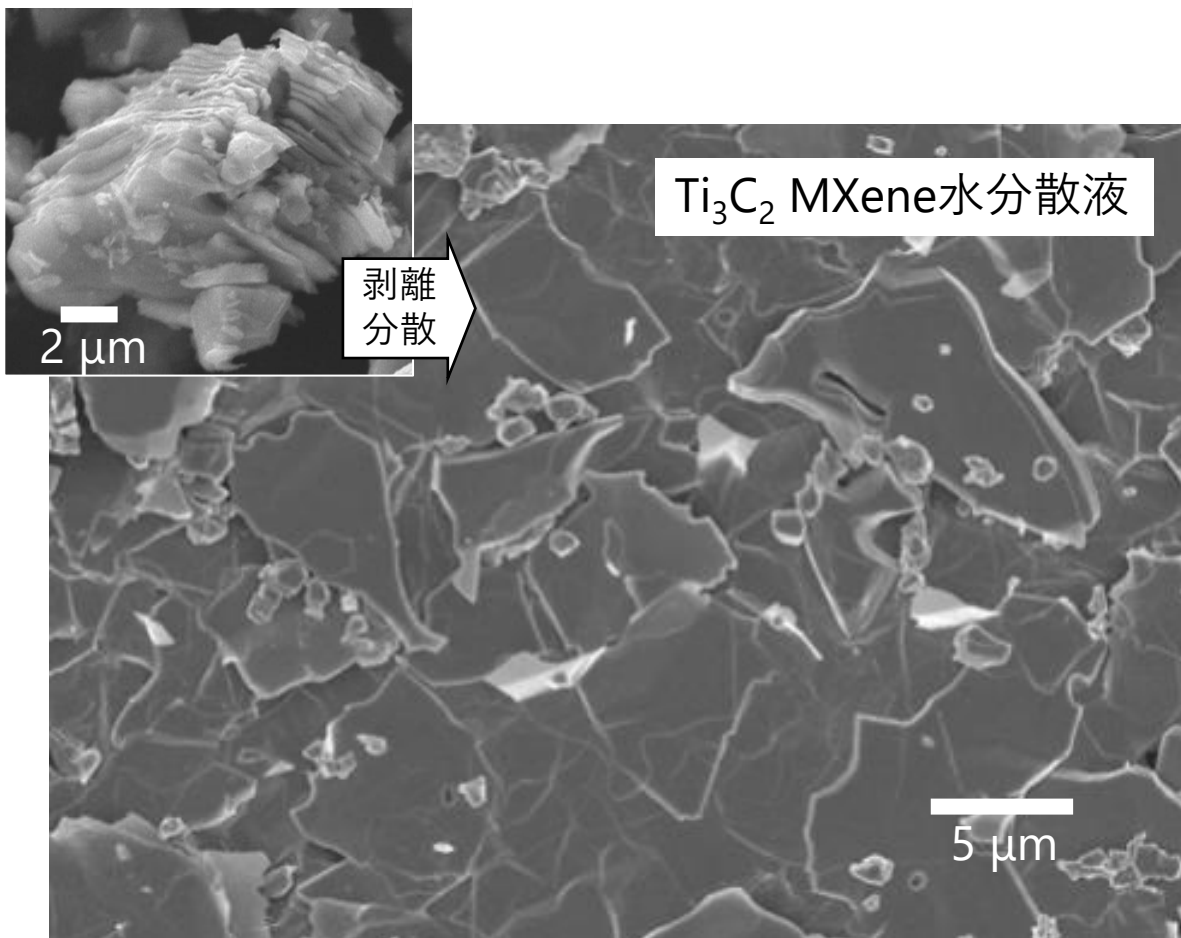
- 少量の添加量でLIB充放電を可能とする導電助剤としての $\text{Ti}_3\text{C}_2$  MXeneを開発する。

## 実験

- 多層 $\text{Ti}_3\text{C}_2$  MXeneをナノシート状に剥離し、水またはNMPに高濃度に分散した。
- $\text{Ti}_3\text{C}_2$  MXeneの水分散液、NMP分散液を用いてLIBを作製し、特性を評価した。

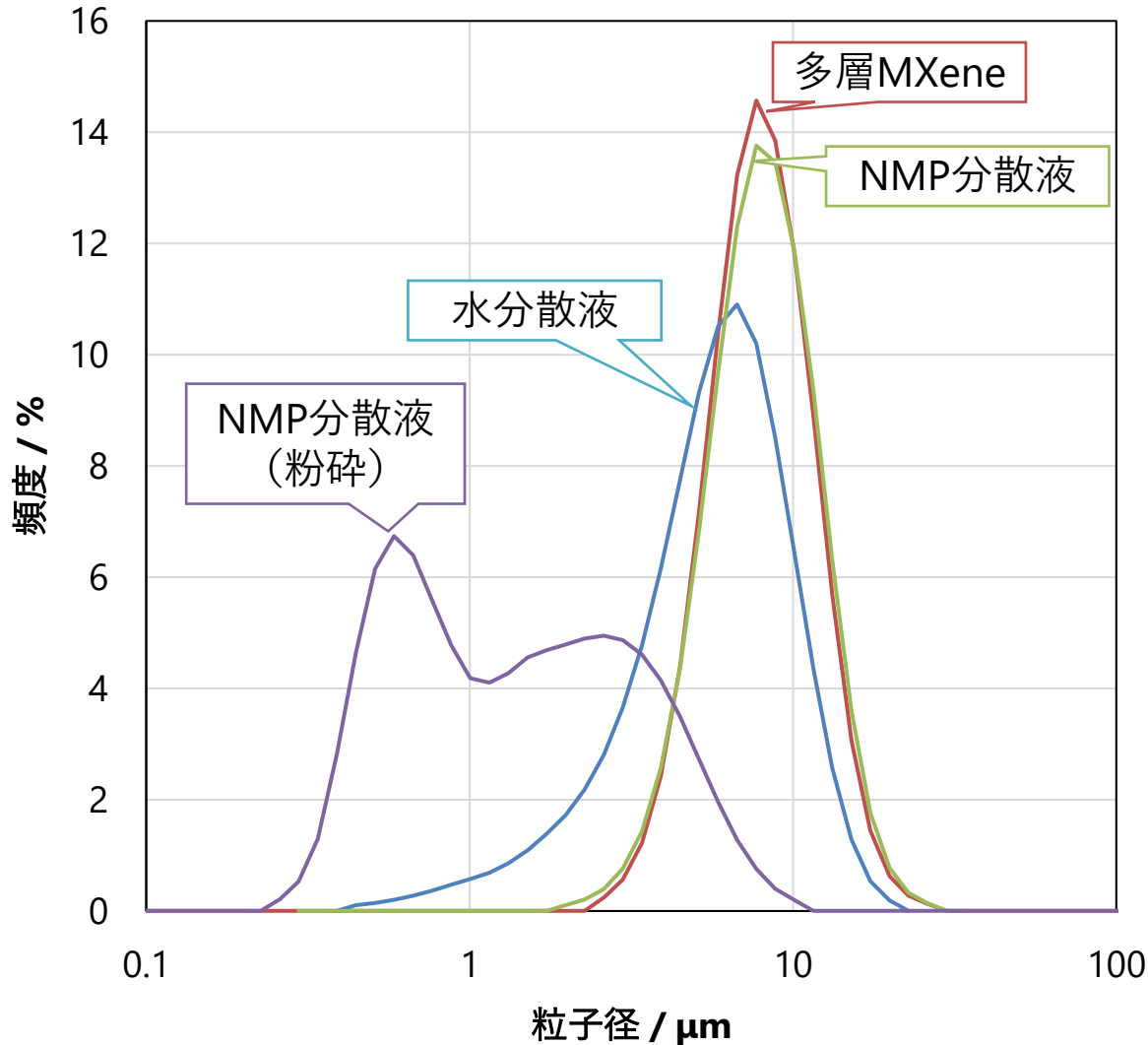
# MXene分散液の物性 (SEM)

多層Ti<sub>3</sub>C<sub>2</sub> MXene



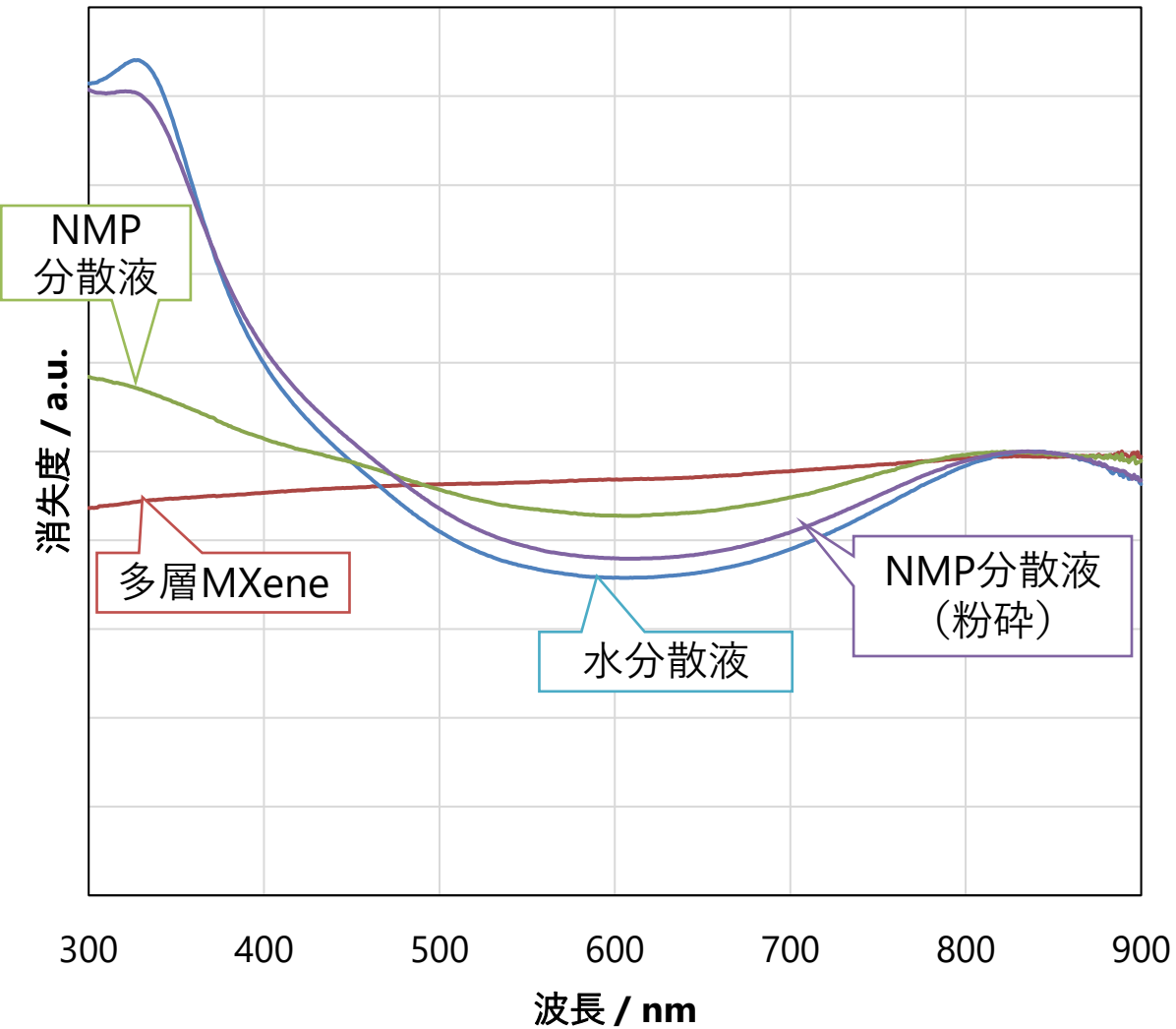
	多層 Ti <sub>3</sub> C <sub>2</sub> MXene	Ti <sub>3</sub> C <sub>2</sub> MXene 水分散液	Ti <sub>3</sub> C <sub>2</sub> MXene NMP分 散液	Ti <sub>3</sub> C <sub>2</sub> MXene NMP分散 液 (粉碎)
濃度 / %	-	3.8	2.9	0.89
形状	アコー ディオン 状	シート状	シート状	シート状
粒径 (d50) / μm	7.4	5.5	7.5	1.2
紫外可視 吸光スペ クトル	平坦な 吸光特 性	300nm, 800nm付 近に吸収 ピーク	300nm, 800nm付 近に弱い ピーク	300nm, 800nm付 近に吸収 ピーク

# MXene分散液の物性（粒度分布）



	多層 Ti <sub>3</sub> C <sub>2</sub> MXene	Ti <sub>3</sub> C <sub>2</sub> MXene 水分散液	Ti <sub>3</sub> C <sub>2</sub> MXene NMP分 散液	Ti <sub>3</sub> C <sub>2</sub> MXene NMP分散 液(粉碎)
濃度 / %	-	3.8	2.9	0.89
形状	アコー ディオ ン状	シート状	シート状	シート状
粒径 (d50) / μm	7.4	5.5	7.5	1.2
紫外可視 吸光スペ クトル	平坦な 吸光特 性	300nm, 800nm付 近に吸収 ピーク	300nm, 800nm付 近に弱い ピーク	300nm, 800nm付 近に吸収 ピーク

# MXene分散液の物性（消失スペクトル）



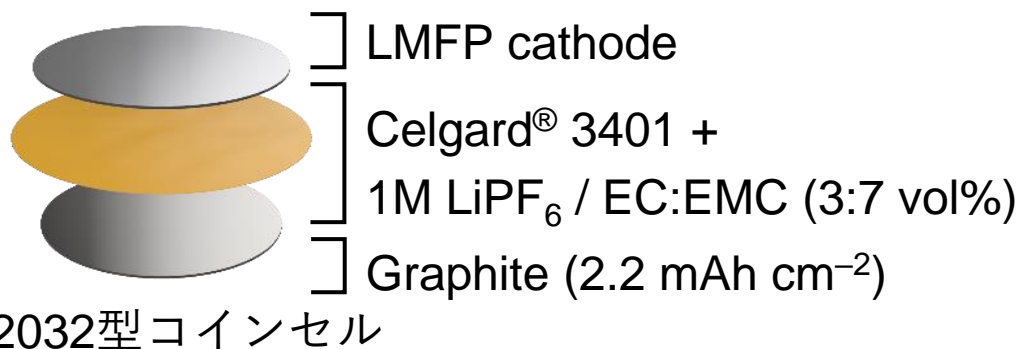
	多層 $\text{Ti}_3\text{C}_2$ MXene	$\text{Ti}_3\text{C}_2$ MXene 水分散液	$\text{Ti}_3\text{C}_2$ MXene NMP分 散液	$\text{Ti}_3\text{C}_2$ MXene NMP分散 液 (粉碎)
濃度 / %	-	3.8	2.9	0.89
形状	アコー ディオン状	シート状	シート状	シート状
粒径 (d50) / $\mu\text{m}$	7.4	5.5	7.5	1.2
紫外可視 吸光スペ クトル	平坦な 吸光特 性	300nm, 800nm付 近に吸収 ピーク	300nm, 800nm付 近に弱い ピーク	300nm, 800nm付 近に吸収 ピーク

# MXene水分散液を用いたLMFP正極電池

正極組成 (重量比) LMFP : SBR : CMC : MXene = 94 : 2 : 2 : 2



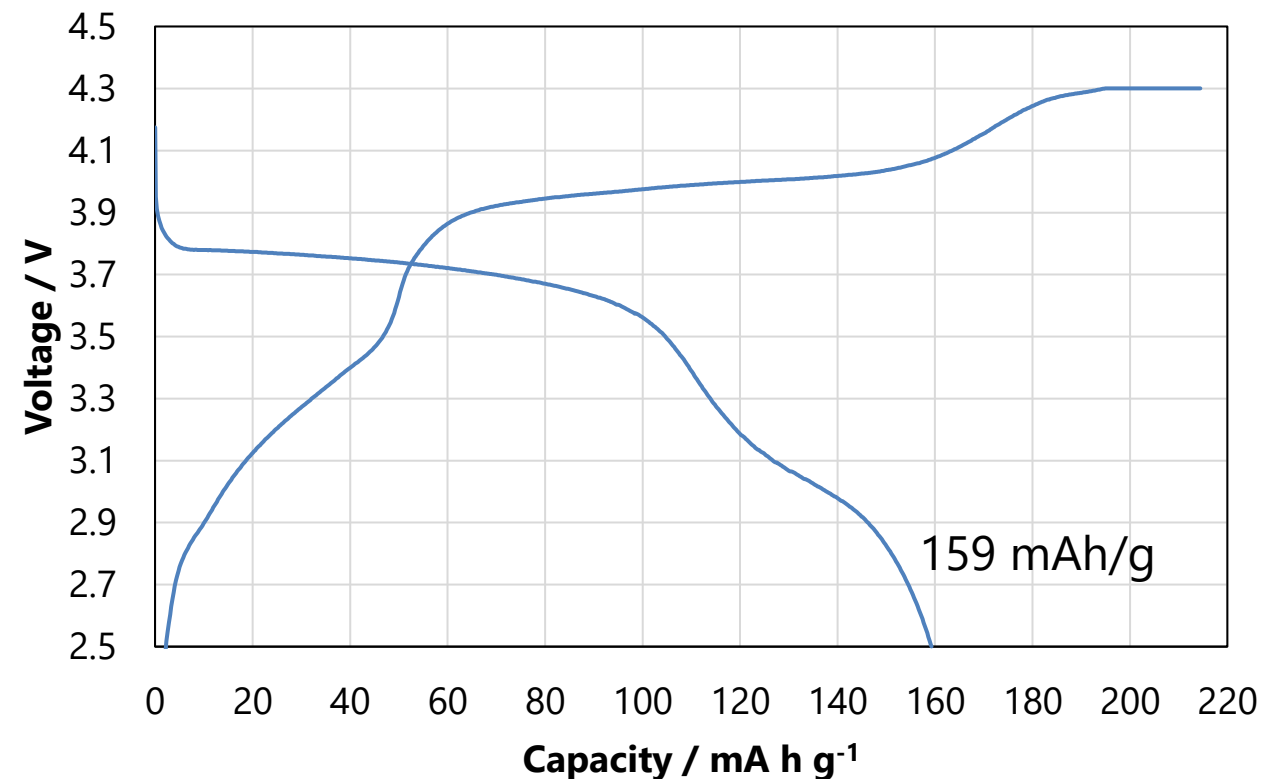
セル構成 (リチウムイオン電池)



充放電条件

- CC-CV充電 / CC放電
- カットオフ電位：4.3 V-2.5 V
- 充放電レート：0.1C
- 測定温度：30 °C

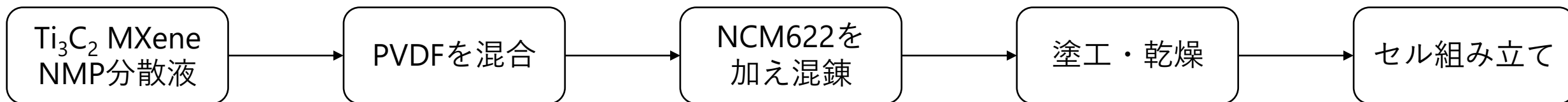
初回充放電特性



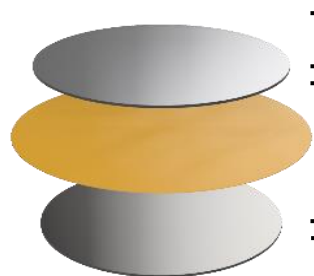


# MXene NMP分散液を用いたNCM622電池

正極組成 (重量比) **NCM622 : PVDF : MXene = 94.7 : 4 : 1.3**



セル構成 (リチウムイオン電池)



NCM622 cathode

Celgard® 3401 +  
1M LiPF<sub>6</sub> / EC:EMC (3:7 vol%)

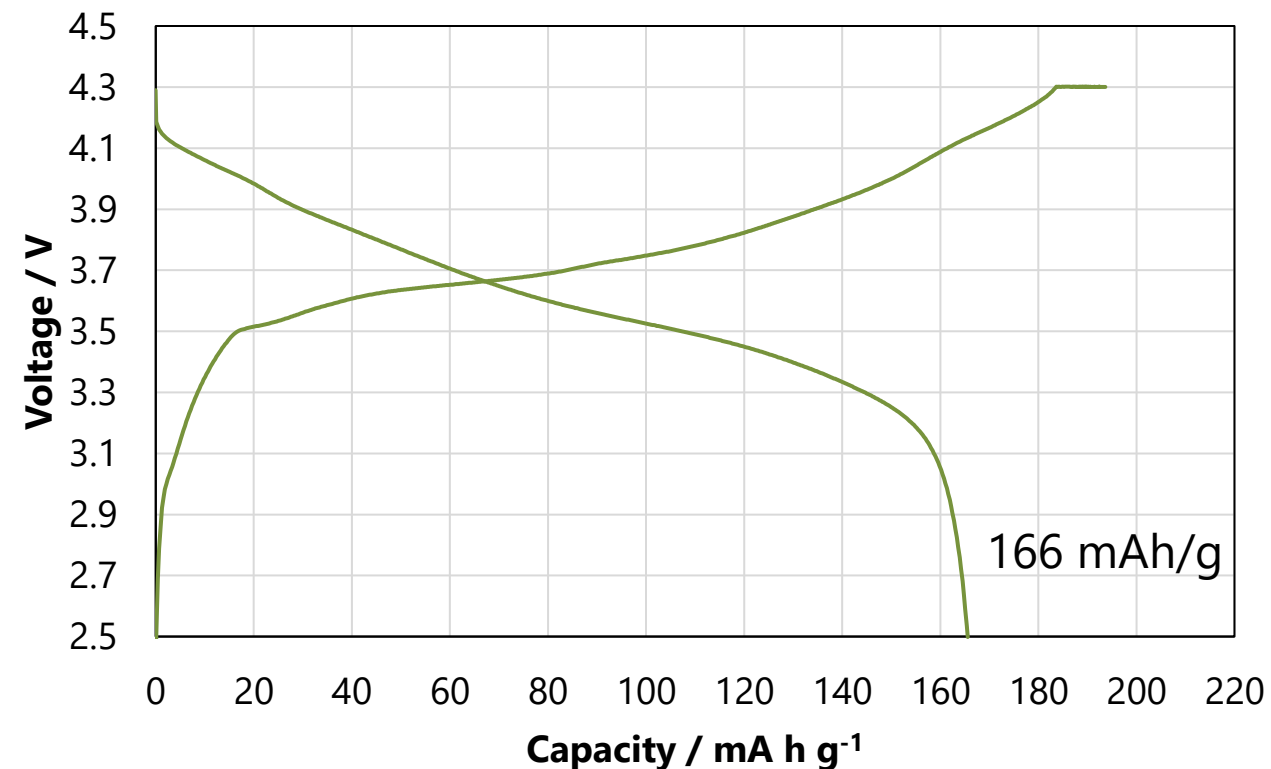
Graphite (2.2 mAh cm<sup>-2</sup>)

2032型コインセル

充放電条件

- CC-CV充電 / CC放電
- カットオフ電位：4.3 V-2.5 V
- 充放電レート：0.1C
- 測定温度：30 °C

初回充放電特性



# MXene粒径と電池特性

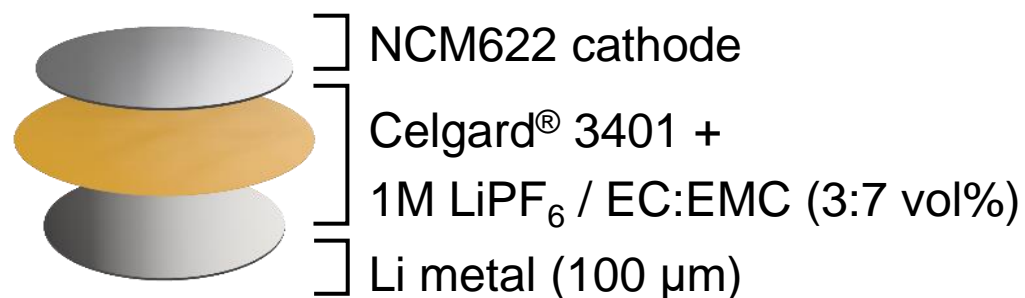
正極組成① MXene NMP分散液 (d50: 7.5  $\mu\text{m}$ )

NCM622 : PVDF : MXene = 94.7 : 4 : 1.3

正極組成② MXene NMP分散液 (d50: 1.2  $\mu\text{m}$ )

NCM622 : PVDF : MXene = 97 : 1 : 2

セル構成 (リチウム電池)

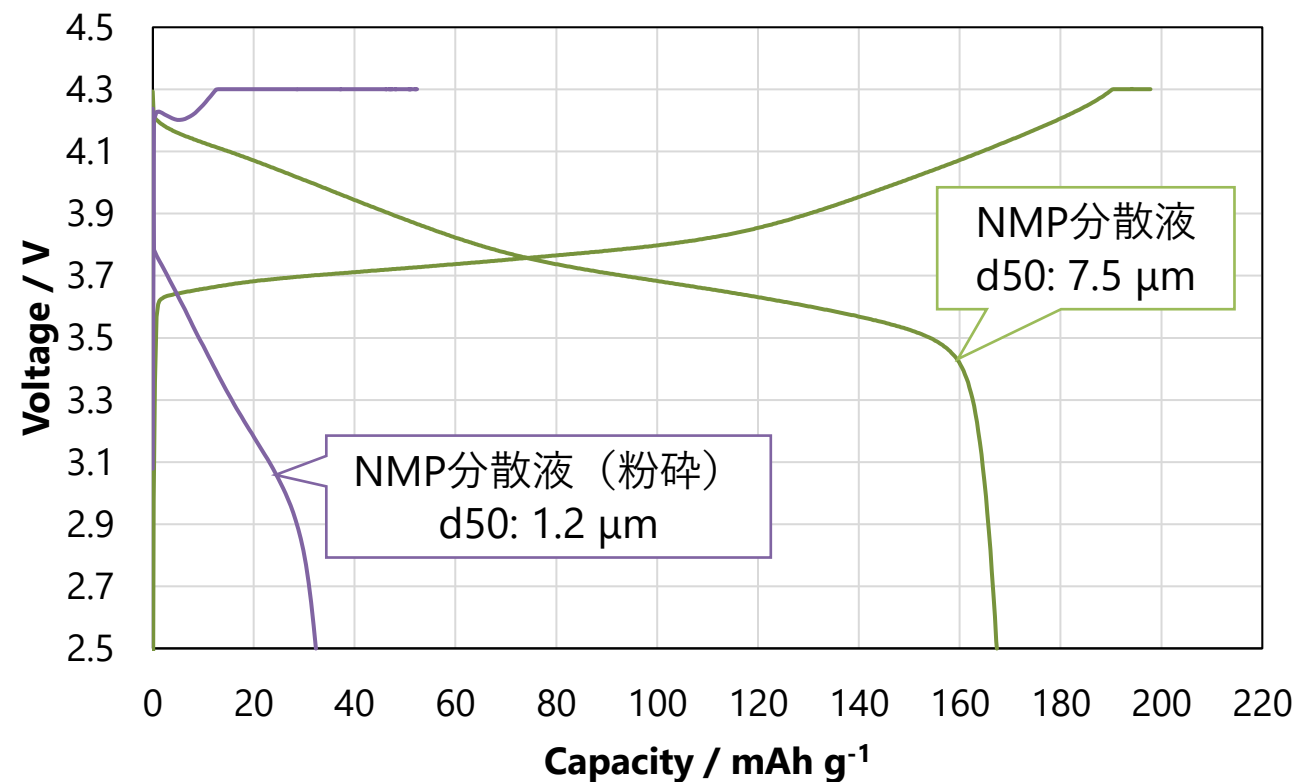


2032型コインセル

充放電条件

- CC-CV充電 / CC放電
- カットオフ電位 : 4.3 V-2.5 V
- 充放電レート : 0.1C
- 測定温度 : 30 °C

初回充放電特性



- 高濃度の $\text{Ti}_3\text{C}_2$  MXene分散液（水、NMP）を作製した
- MXene分散液と活物質、バインダーを混練することで正極スラリーを作製し、これを塗工した正極を用いたリチウム電池及びリチウムイオン電池を作製した
- $\text{Ti}_3\text{C}_2$  MXeneの正極への添加量は2wt%以下でリチウムイオン電池（LMFP系, NCM系）の充放電が可能であった
- 大粒径のMXeneの方が電池特性は良好であった



日本材料技研株式会社

Japan Material Technologies Corporation