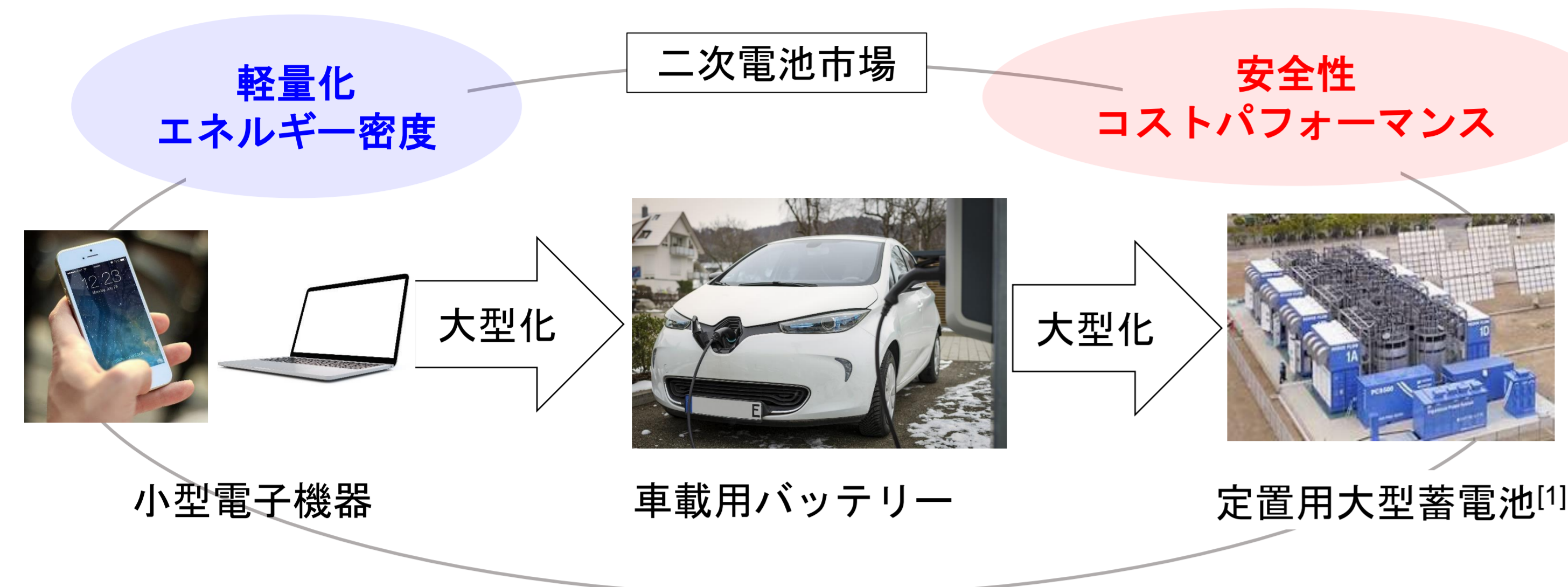


# バッキーボウルを用いた水系Na イオン電池

田島正俊  
九大院統合新領域

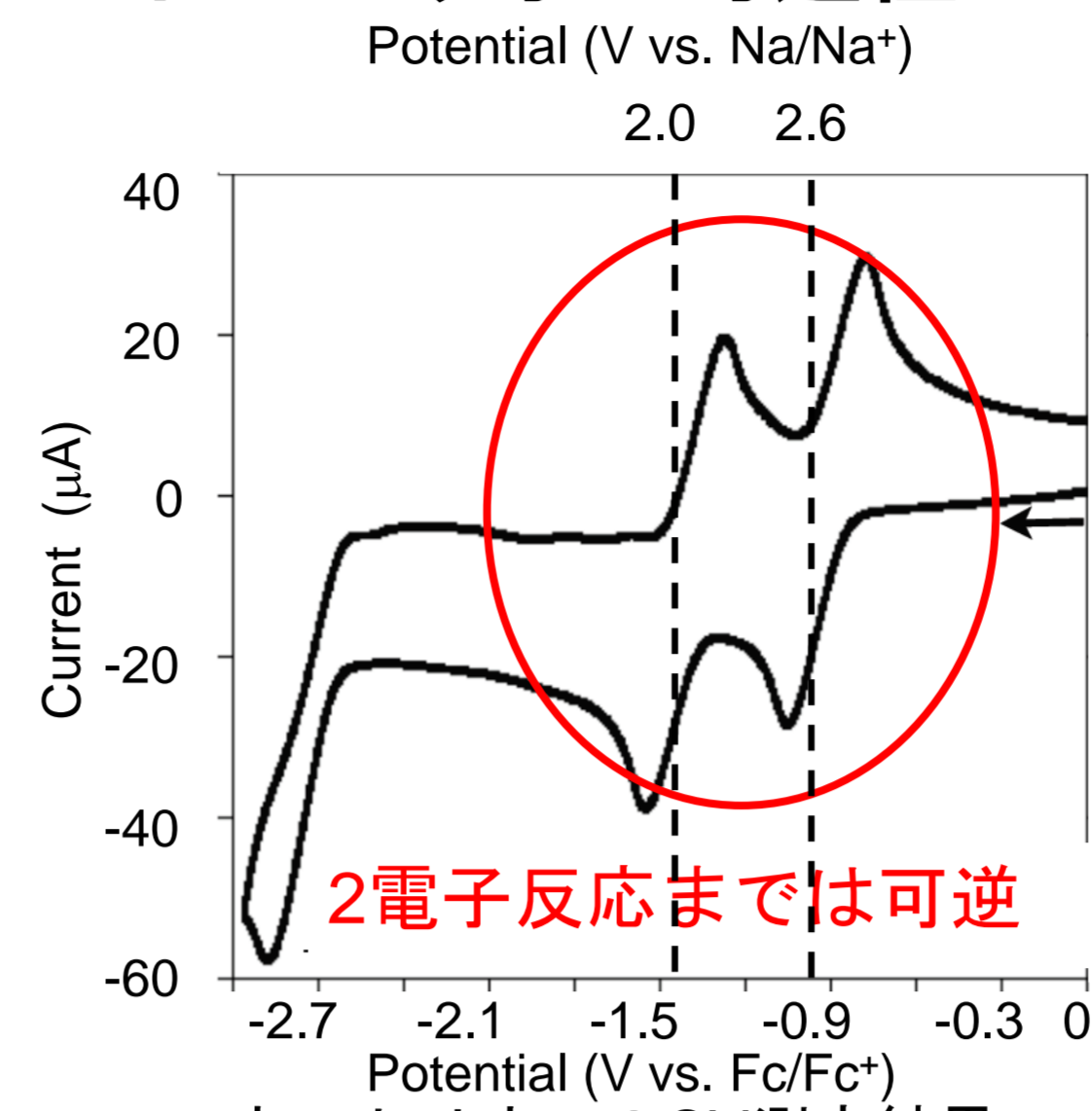
## Introduction

### ■大型蓄電池への社会ニーズの変化



[1] <https://sei.co.jp/products/redox/> より引用

### ■スマネントリオン可逆性・2酸化還元特性



スマネントリオンの理論容量

	理論容量 (mAh/g)
1電子反応	88
2電子反応	175
3電子反応	263

▶ 高濃度水系電解液電位窓内での可逆的な酸化還元反応から水系電池への応用も可能

[2] H. Sakurai, et al., Chem. Lett. 43 (2014) 1297.

### ■Naイオン電池

ナトリウムイオンとリチウムイオンの比較

	クラーク数	炭酸塩 (\$/t)	イオン体積 (Å <sup>3</sup> )	標準電極電位 (V vs. SHE)
Na	2.63	150	6.54	-2.714
Li	0.006	5000	3.05	-3.045

▶ Naイオン電池は低コスト・高パフォーマンスではあるが、**大きいNaイオン体積、低エネルギー密度**が課題

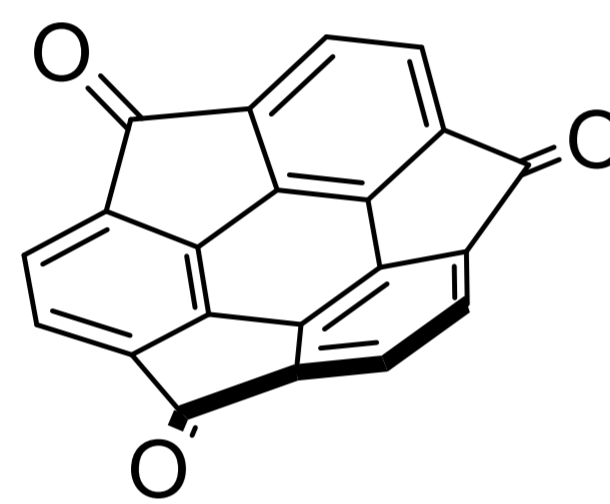
### ■電極材料としてのスマネントリオンの優位性

湾曲しているためπ-π相互作用が弱くなり、大きいNaイオンの挿入・脱離に適する可能性

多電子酸化還元反応による高容量化によりNaイオン電池の低エネルギー密度をカバーできる

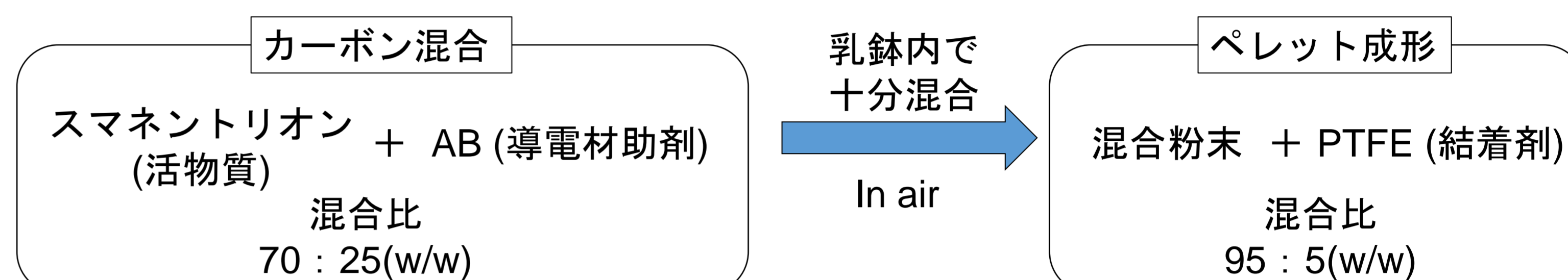
五員環を有しているため電子受容性が増加し、還元電位が上昇

湾曲したπ平面を有する有機材料の電池特性の報告はない



スマネントリオンの構造

### ■ペレット作成・セル構成

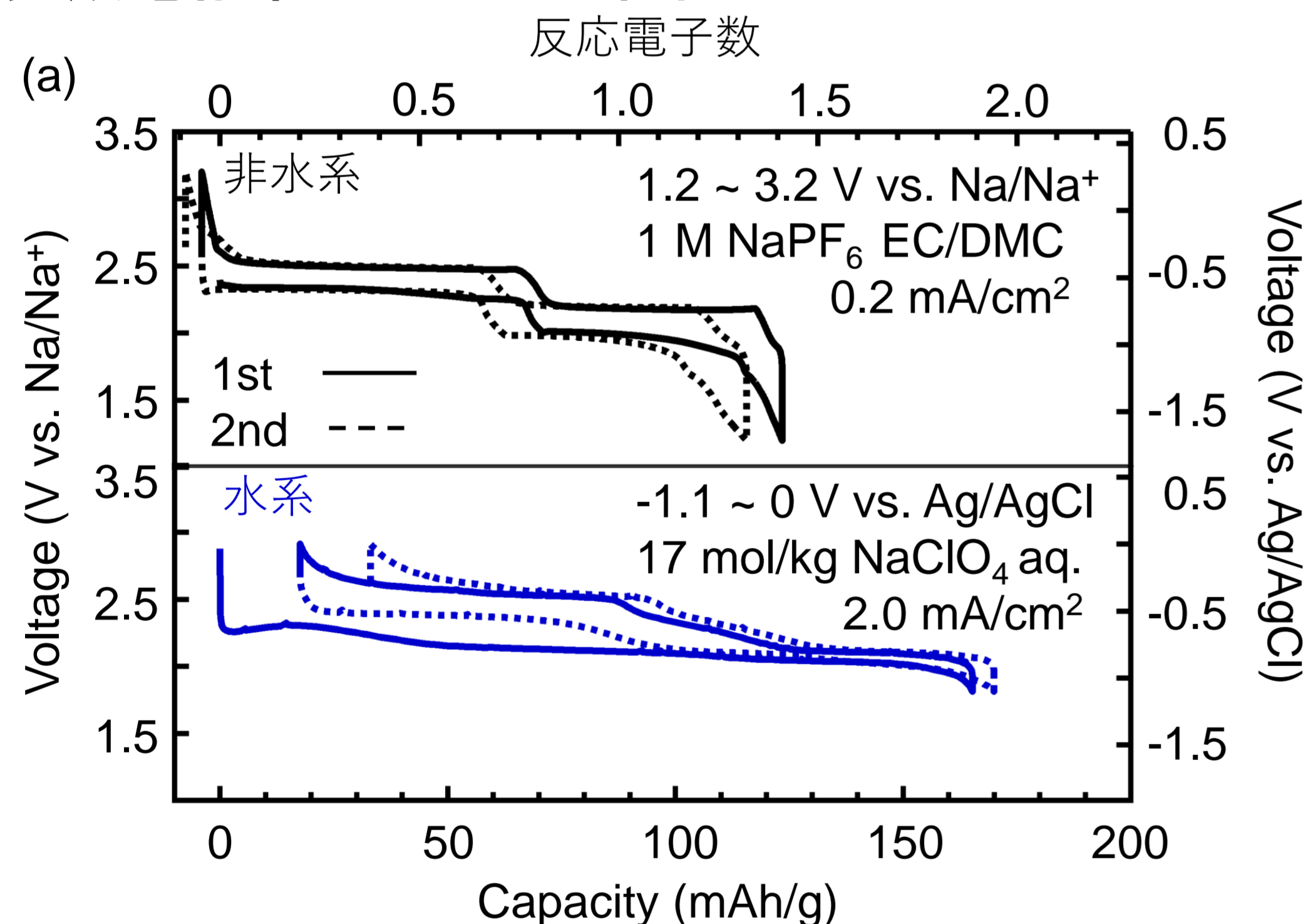


セル	ピーカーセル (水系セル)	コインセル (非水系セル)
図		
測定条件	2.0 mA/cm <sup>2</sup> @ 25 °C	0.2 mA/cm <sup>2</sup> @ 25 °C
作用極	スマネントリオン、AB*、PTFE**	スマネントリオン、AB*、PTFE**
対極	AC***、PTFE	AC***、PTFE
参照極	Ag/AgCl in sat. KCl aq. (0.199 V vs. SHE)	

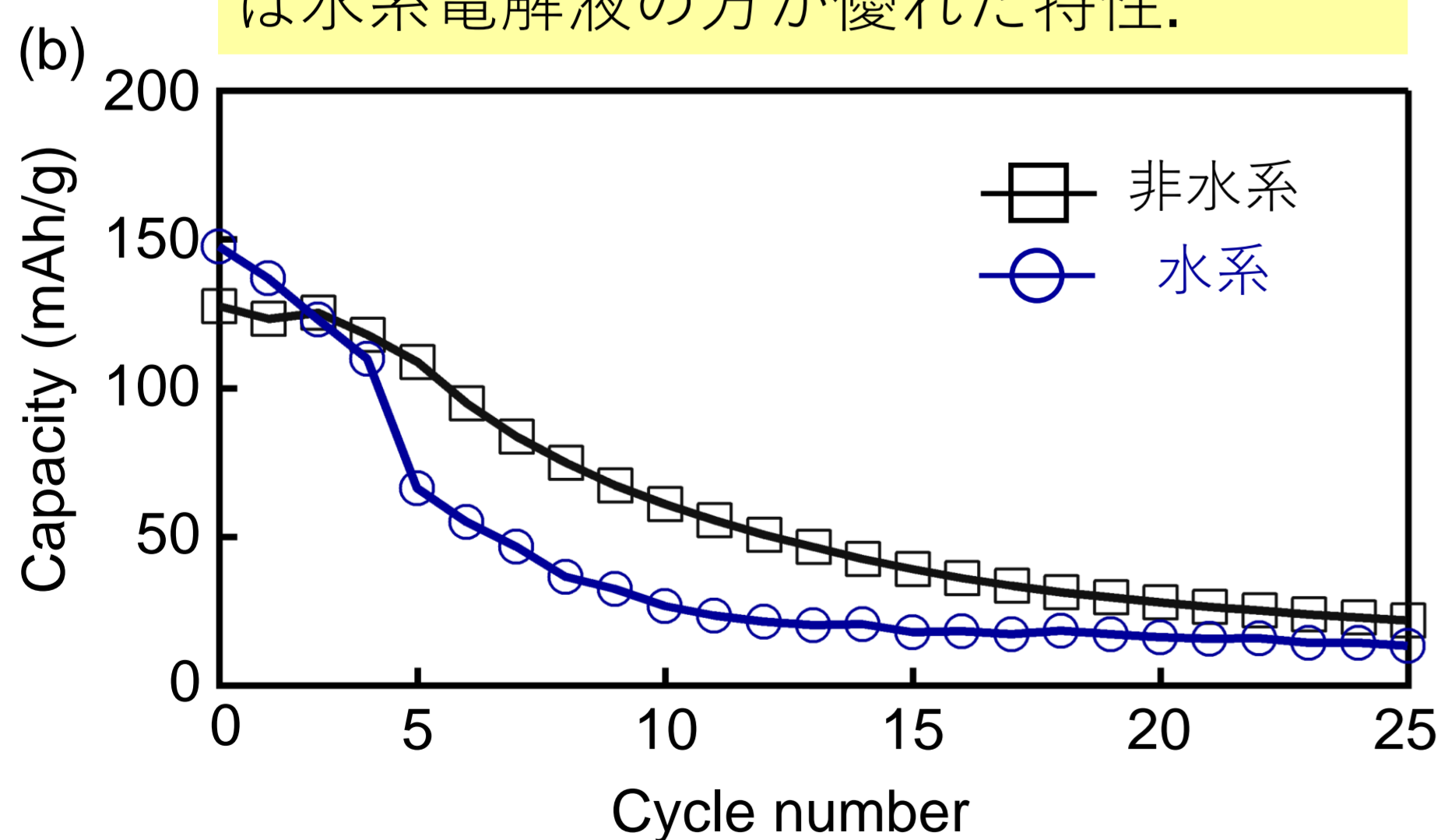
\*AB: Acetylene Black  
\*\*PTFE: Polytetrafluoroethylene  
\*\*\*AC: Active Carbon

## Result & Discussion

### ■充放電結果・サイクル特性



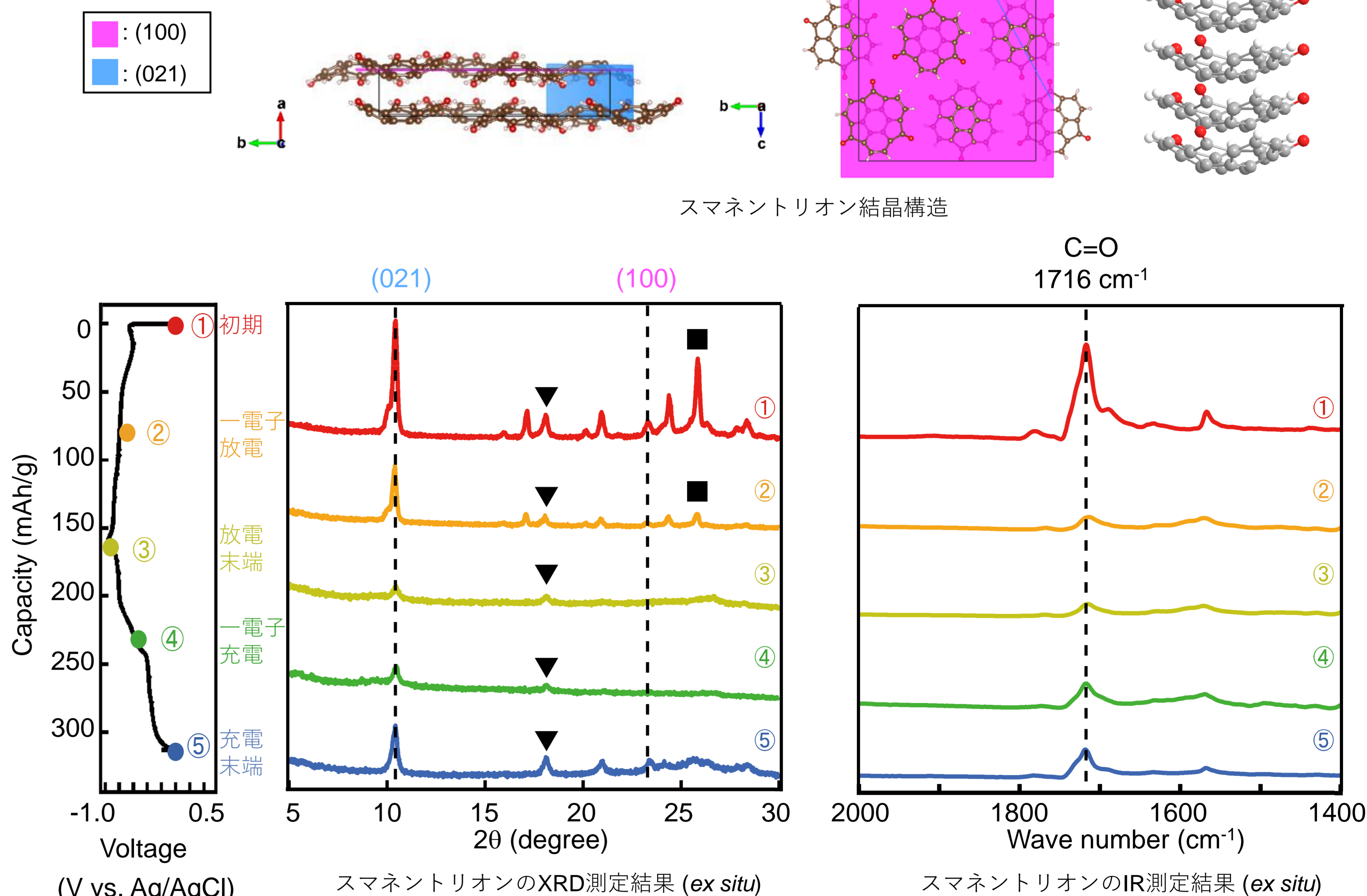
溶液中での酸化還元に対応した位置に2段のプラトーを観測。初回充放電特性は水系電解液の方が優れた特性。



非水系・水系Naイオン電池の (a) 充放電プロファイル、(b) サイクル特性

スマネントリオンの溶出によりサイクル劣化が起こる。

### ■水系Naイオン電解液中における反応機構解明



10°付近において初期状態①→放電末端③で減少、放電末端③→充電末端⑤で増加。カラム間にNaイオンが入り込み反応が進む。

1716 cm<sup>-1</sup>において②→③で減少、③→⑤で増加。C=Oの還元・酸化によって、放充電が行われていることを確認。

## Future plan

- Mg, Al, Caなどの多価カチオンに応用することにより、エネルギー密度の向上が期待できる。
- 他の湾曲したπ平面を持つコラニューレンやワーブドナノグラフェンなども電池に応用し平面構造の物質と比較することにより、これまで解明されていなかった挿入・脱離のメカニズムを把握できる可能性がある。

## Acknowledgement

本研究は文部科学省 元素戦略プロジェクト 研究拠点形成型 触媒・電池の元素戦略研究拠点 ESICB(課題番号JPMXP0112101003)および科研費基盤A (課題番号20H00400) の支援を受けて実施されました。