

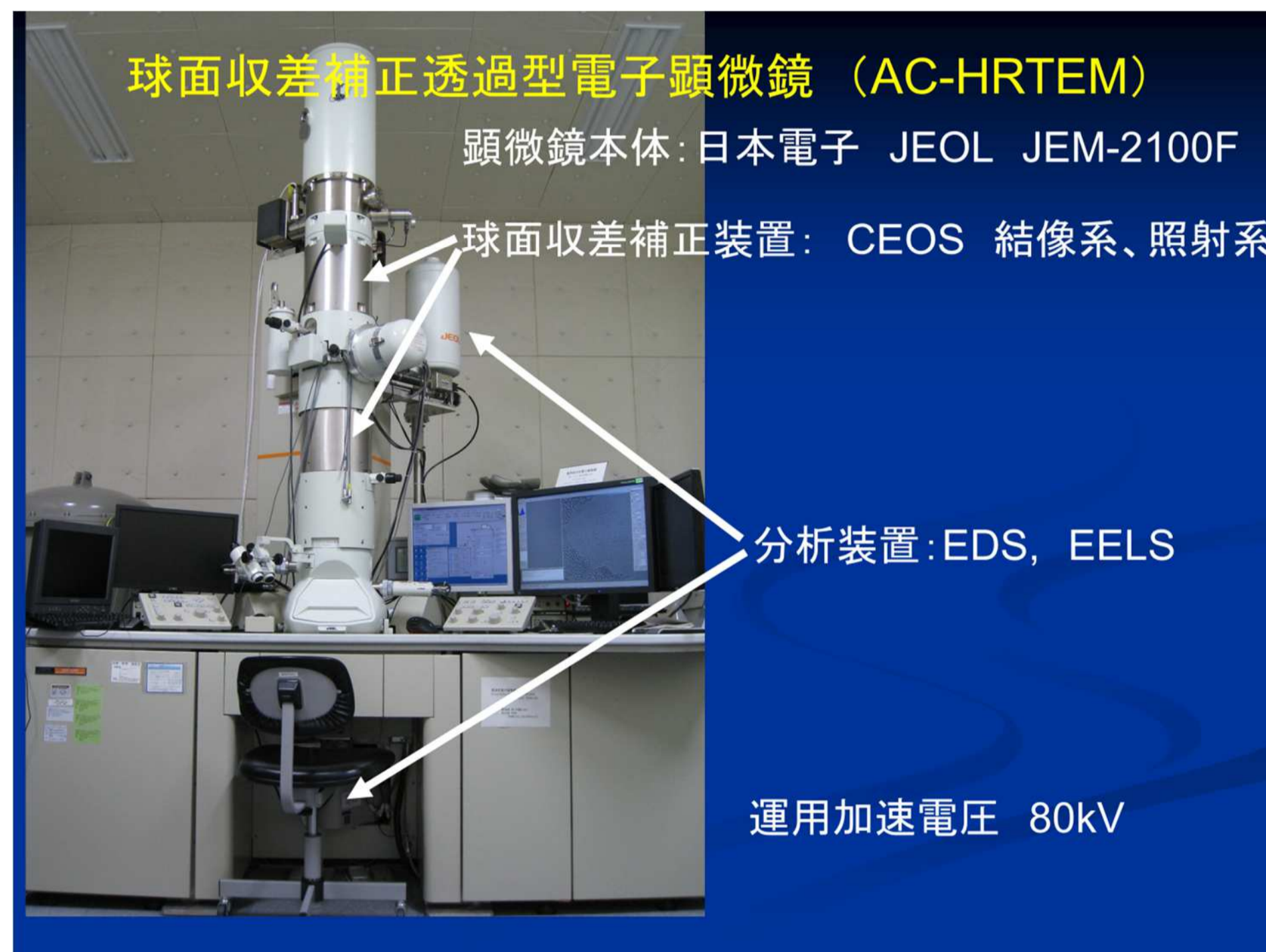
CNT複合RO膜を元素分析する

信州大学先鋭材料研究所、水環境土木工学科・林 卓哉
RIST

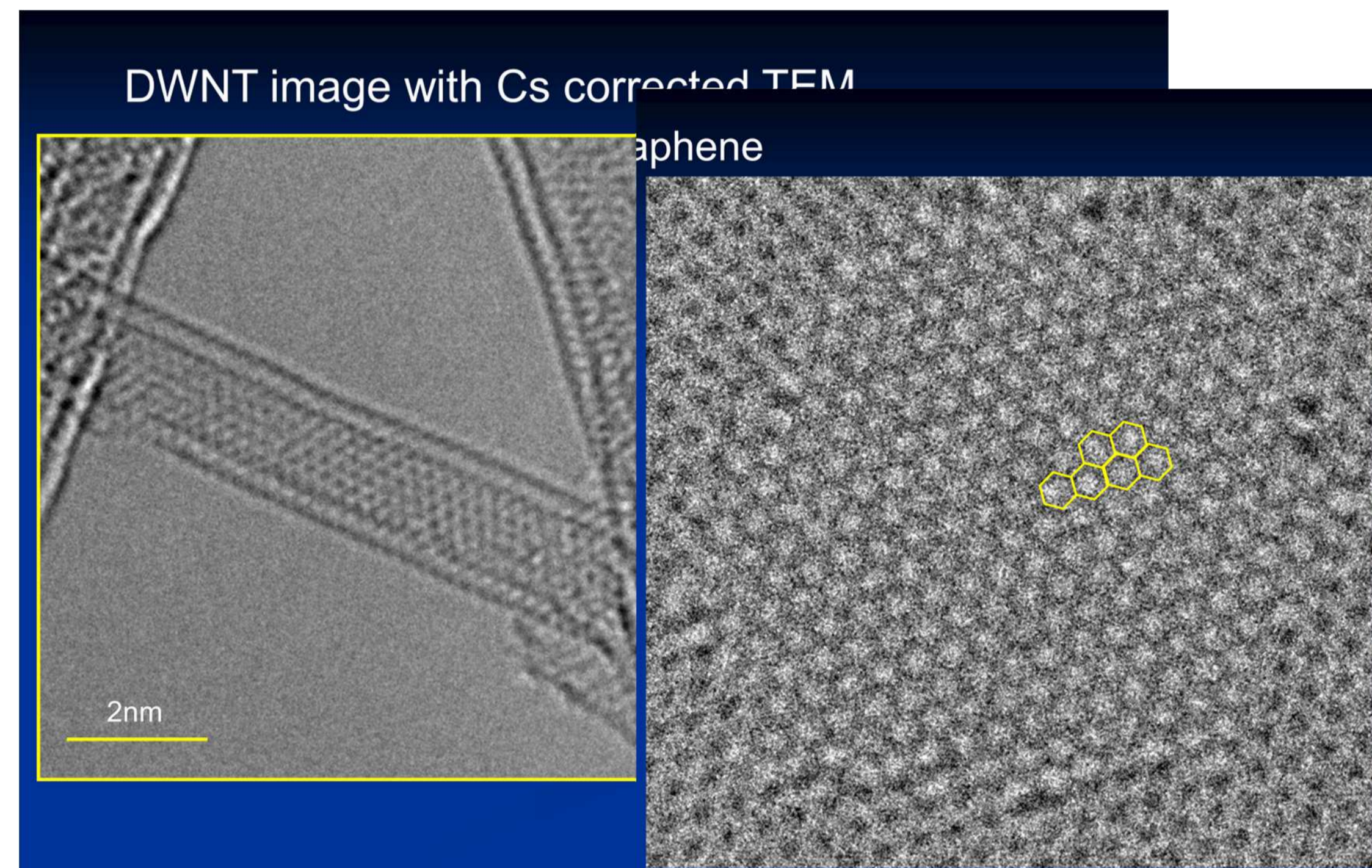
- ① 当研究グループでは、RO膜の高性能化のための、微細構造解析手法を開発しています。
- ② 本研究では、電子顕微鏡による構造解析に取り組み、膜開発の効率化を実現します。
- ③ 膜材料の構造解析手法を確立し、環境エネルギー材料への展開をしていきます。

1.透過型電子顕微鏡(TEM)

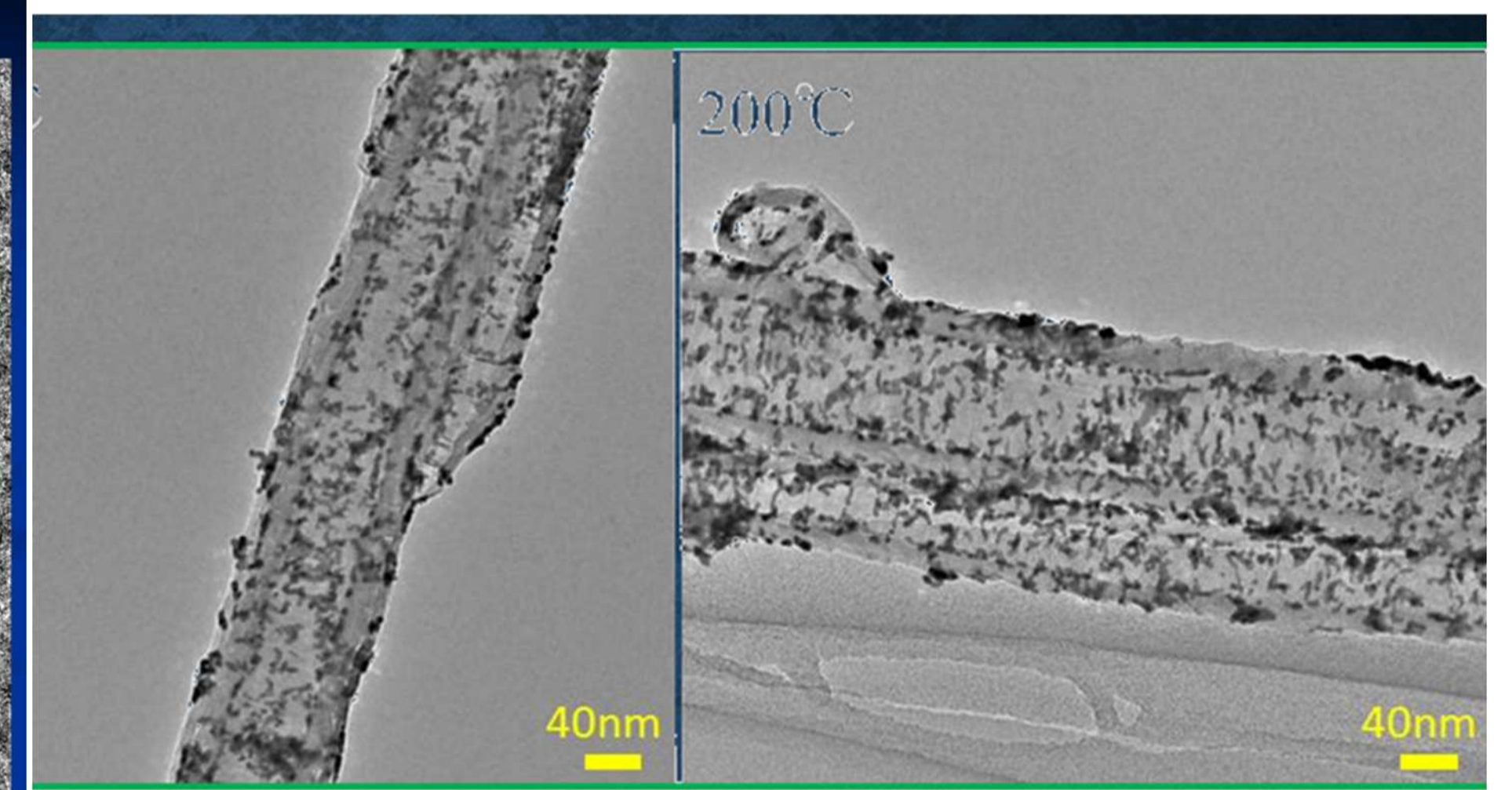
原子レベルでナノ材料などの微細構造を明らかにできる。元素分析をナノスケールで行える。



収差補正TEM



カーボンナノチューブ、グラフェンのTEM像

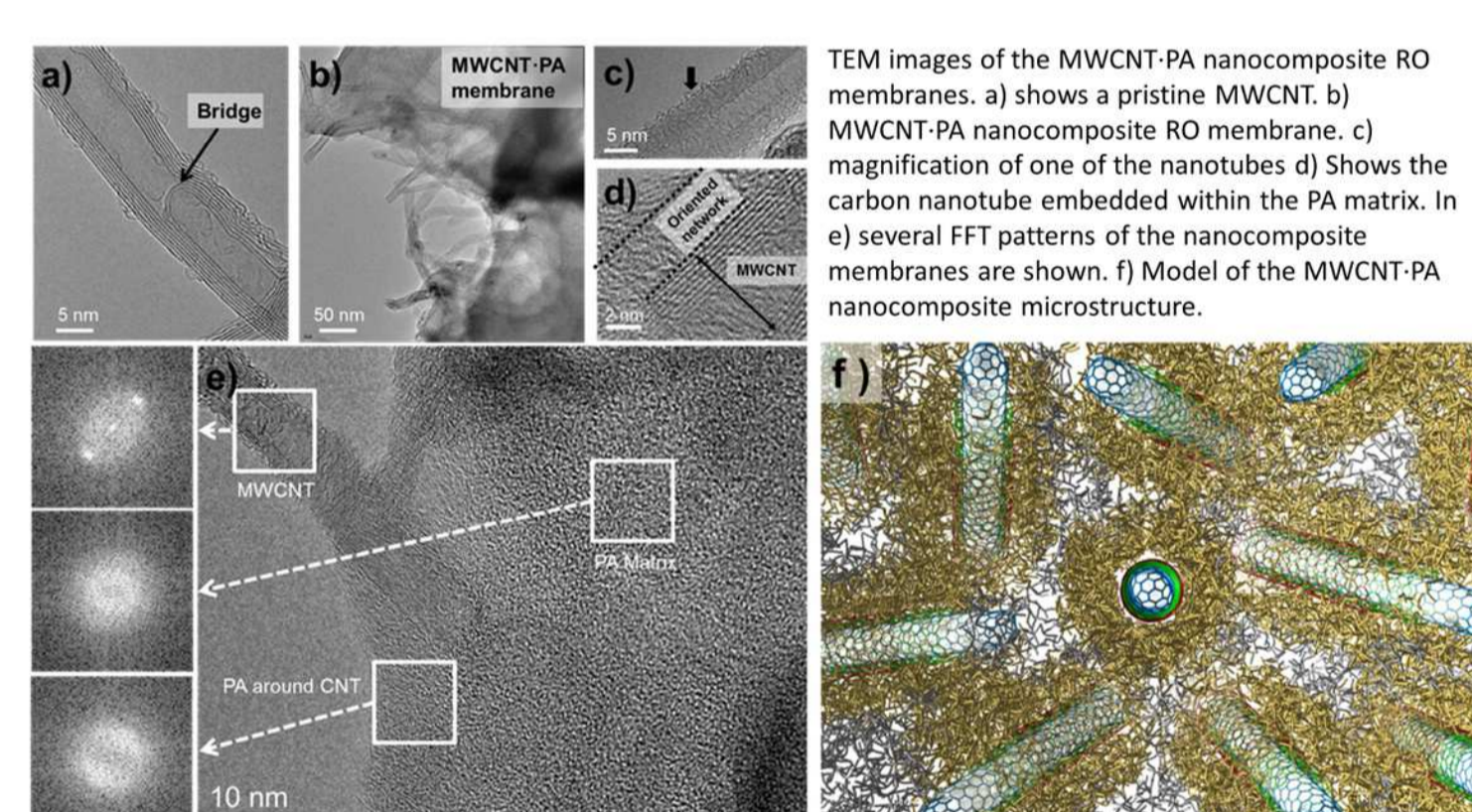


燃料電池用材料のTEM像

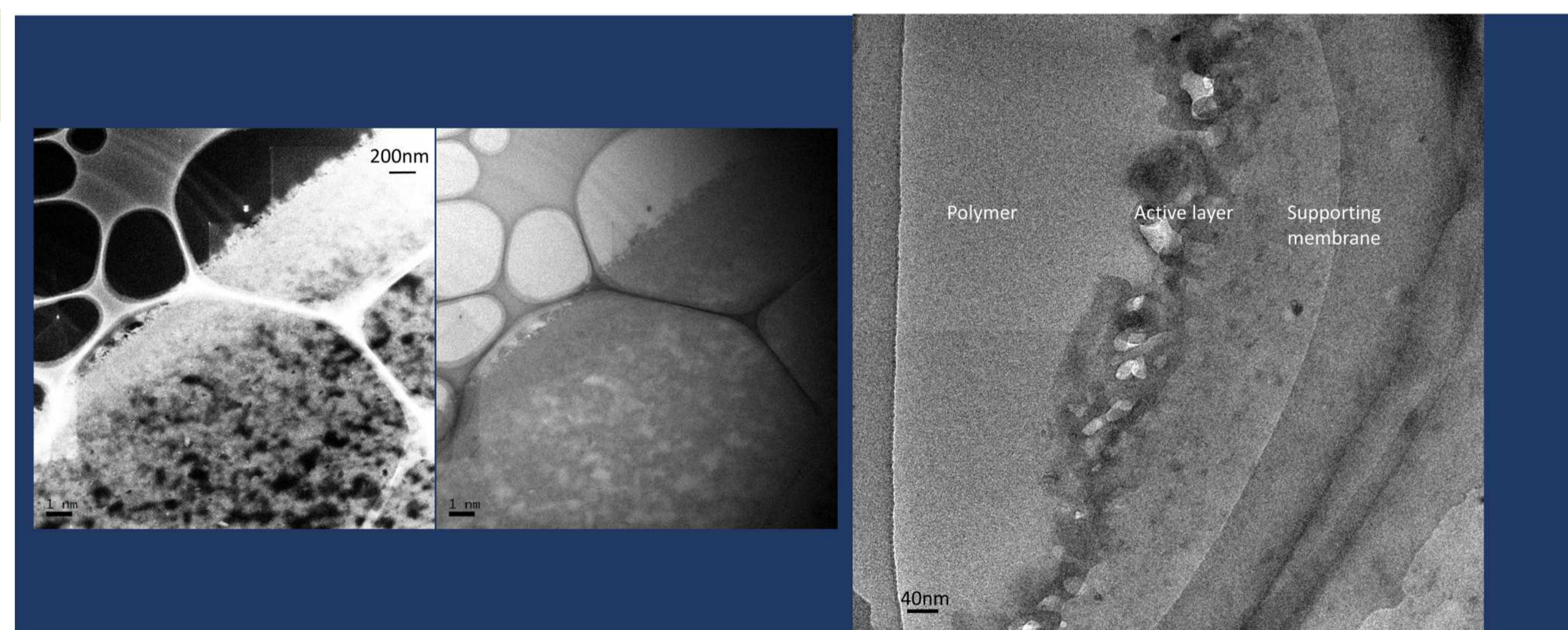
2.膜材料のTEM観察

断面の膜構造、元素分布、炭素結合状態(sp²,sp³)の分析

Microstructure of MWCNT-PA nanocomposite membranes is well consistent with both experimental and MD simulation



CNT/PA膜のTEM像とモデル



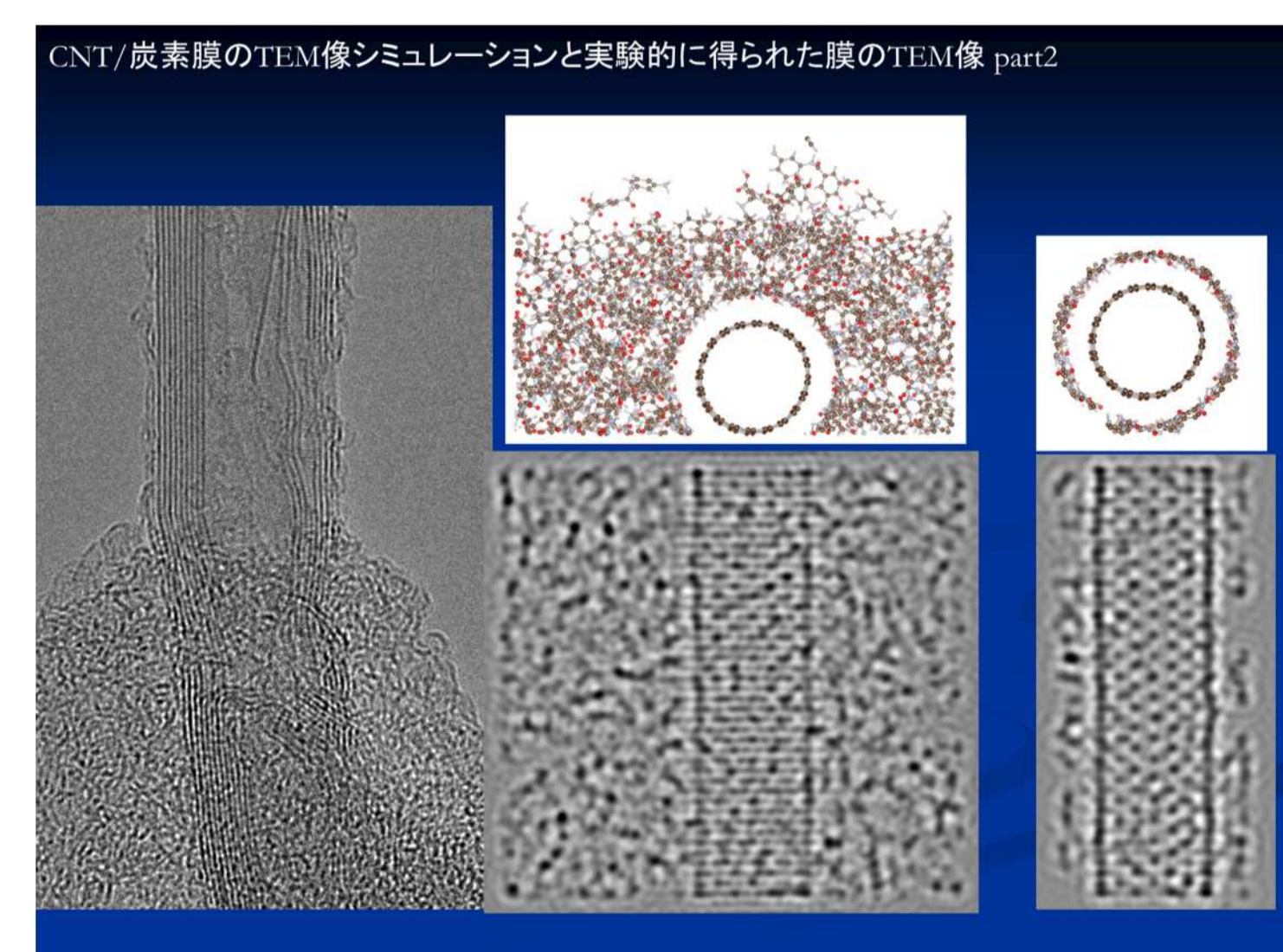
RO膜断面のTEM像

透過型電子顕微鏡(TEM)の電子エネルギー損失分光法(EELS)を利用したナノ領域からの結合状態解析

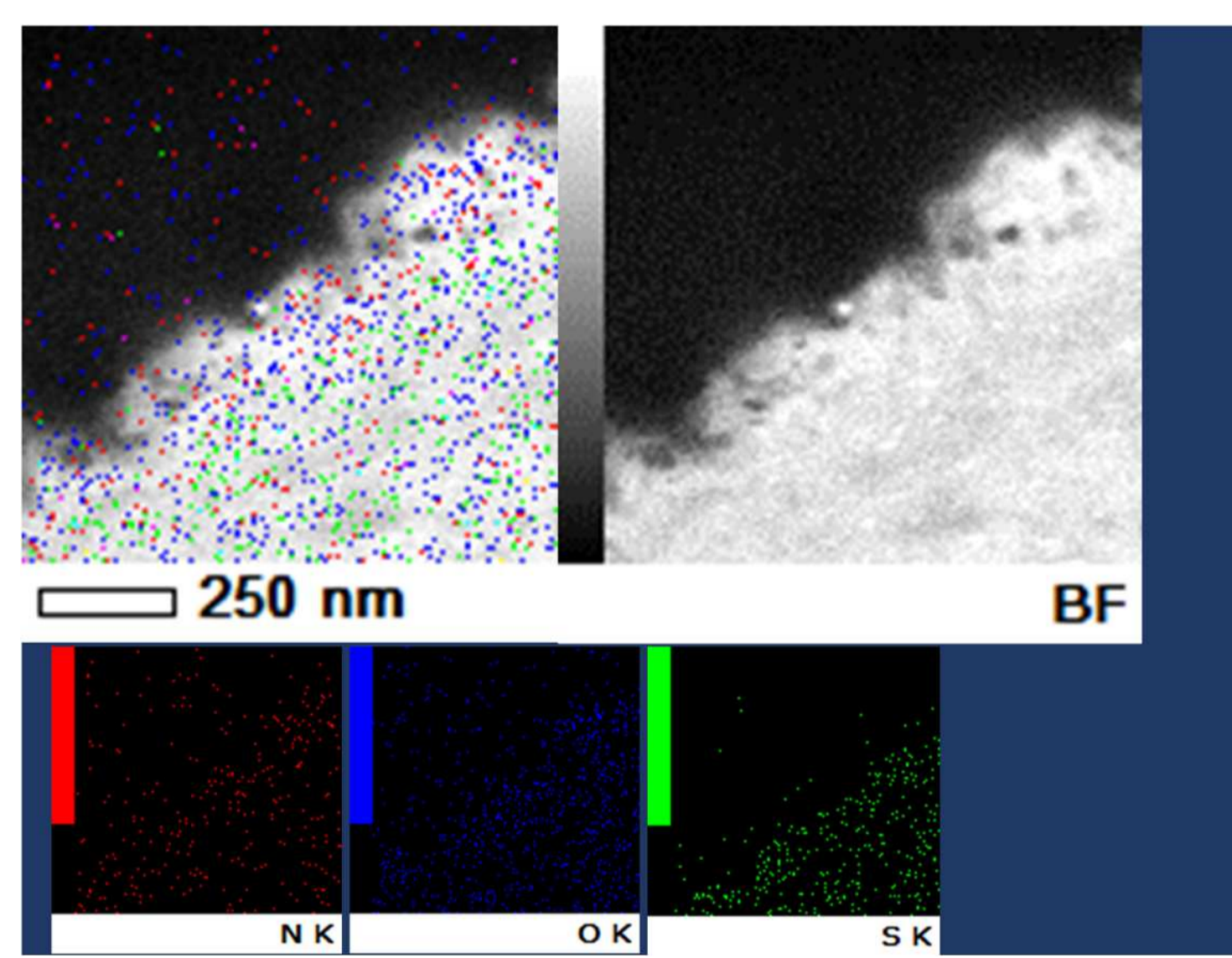
NPS, Ramanで得られるマイクロメートルオーダーの情報では平均化されてしまうsp²とsp³の比率もTEM/EELSによる測定ではナノ領域ごとに異なっている。膜構造とsp²/sp³の比率より精密な関連付けにTEM/EELSを使用する。

DLC-0005	DLC-0003	DLC-0007	DLC-0001	100W-30min
		π (sp ²) ratio (%)	σ (sp ³) ratio (%)	
DLC-0005		68.8	31.2	
DLC-0003		76.1	23.9	
DLC-0007		80.1	19.9	
DLC-0001		69.8	30.2	
100W-30min-0001		84.8	15.2	

カーボン膜の結合状態比



CNT周囲の膜のTEM像と像シミュレーション比較



PA膜,基材の元素マッピング
PAは窒素、機材は硫黄リッチ

結果

J0003	J0002(1)	J0002(2)
sp ² :sp ³ ~75:25 ~1.91g/cm ³		
大領域 ~1.93g/cm ³		sp ² :sp ³ ~68:32 ~1.79g/cm ³
		sp ² :sp ³ ~67:33 ~1.62g/cm ³
※ Amorphous carbon: 1.8~2.1 g/cm ³ , graphite: 2.260 g/cm ³ , diamond: 3.513 g/cm ³		

膜材料の局所密度推定

【今後の展開】

膜材料、環境エネルギー材料の構造、元素分析とシミュレーションを通じた効率的な材料開発の手法を広く適用、採用してもらえよう、各方面に働きかける。