

熱刺激電流スペクトルのトラップ状態可視化技術 による機能性材料の評価

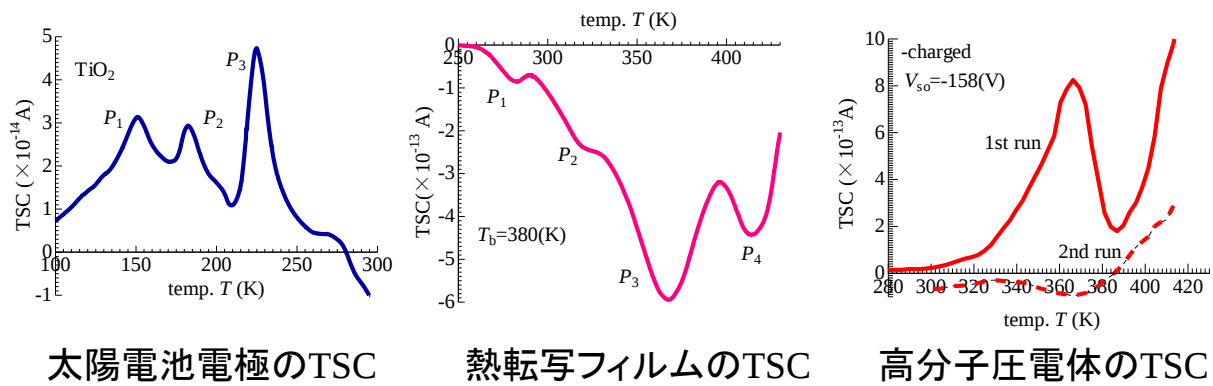
現在、機能性材料の研究・開発は、半導体材料、有機半導体デバイス、有機太陽電池、電気絶縁材料、セラミック材料、生体材料等いろいろな分野で活発に行われている。熱刺激電流(Thermally Stimulated Current:以後、TSC)法は、材料の基礎及び機能開発に必要な物性評価、そして電子デバイス素子の開発として、分野横断的に適用範囲が拡大している。TSC計測は材料中に凍結された電荷を、一定の昇温速度で材料を加熱することで、外部回路に流れる電流を計測するといった極めてシンプルな手段である。検出した信号(TSCスペクトル)は、温度に対して起伏を示し、一般的には大小・複数のピークが観測される。つまり、TSCスペクトルのピークを解析することで、圧電材料、環境材料等の性能改善、電気物性評価に必要なトラップや緩和過程等の情報を得ることができる。

熱刺激電流(TSC)測定技術

技術の融合

最新のTSCスペクトル解析技術

機能性材料のTSCスペクトル



太陽電池電極のTSC

熱転写フィルムのTSC

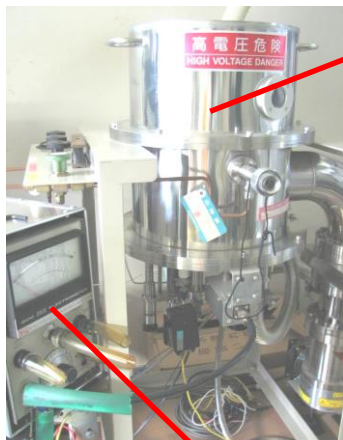
高分子圧電体のTSC

従来のTSCスペクトルからのトラップ評価は、旧態依然として多くは単一トラップを前提にし、必要なデータからトラップ深さ E_t (eV)を直接求め確定するという点評価手段である。

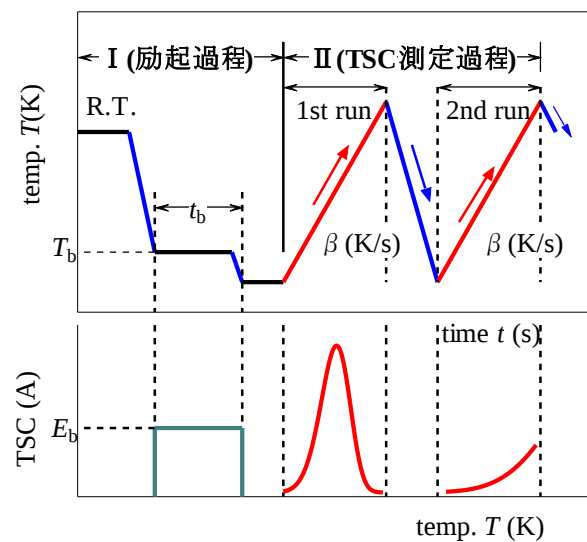
こらからのTSCスペクトル評価のあり方

TSCスペクトルの分離と解析ができる技術

TSC実験装置と測定パターン



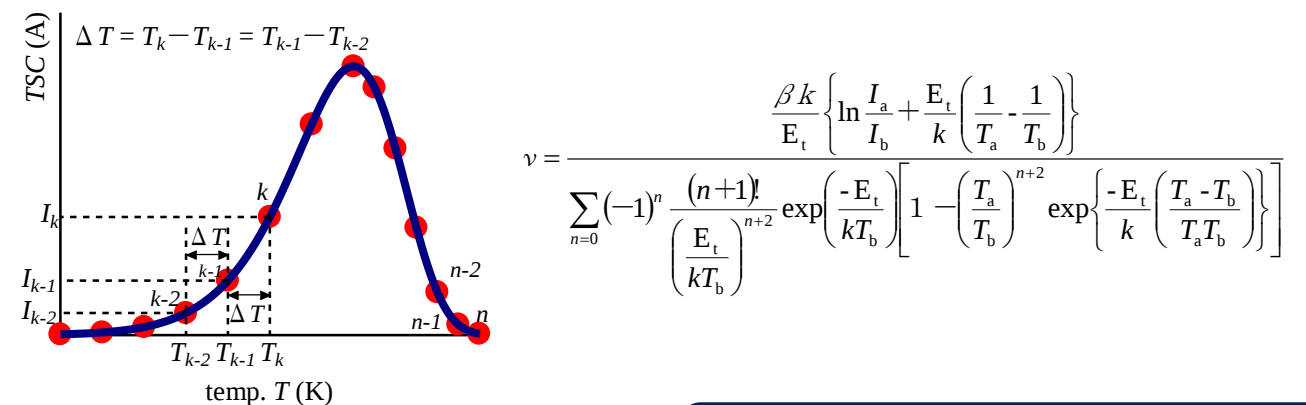
チャンバー

電流計
KEITHLEY610C

キーポイント フレーズ

座標変換による トラップ状態の可視化

状態可視化理論式

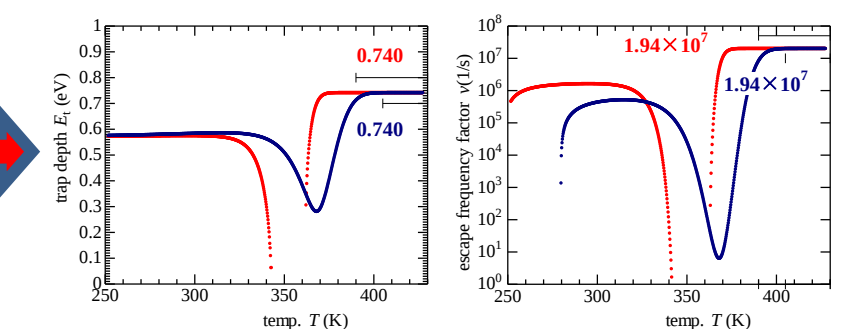
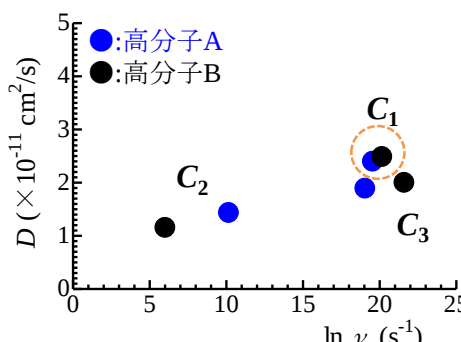
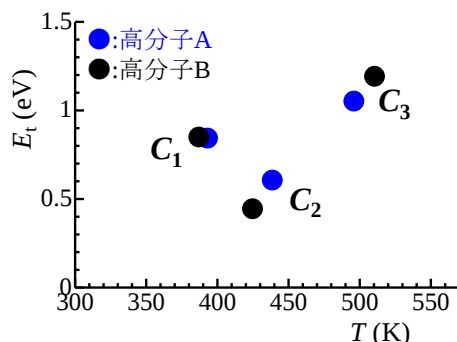
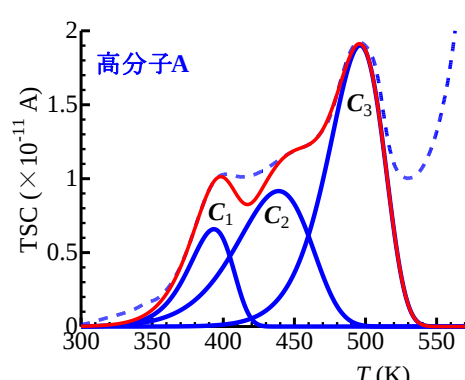
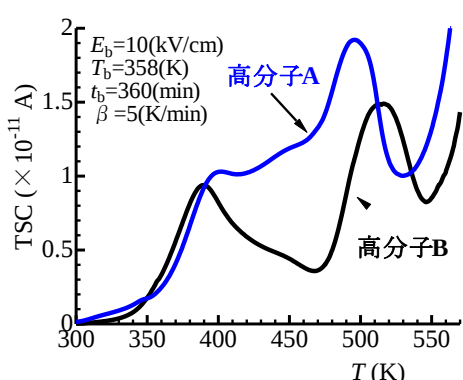


単一性の検出

TSCスペクトルの分離へ

高分子材料の成分評価

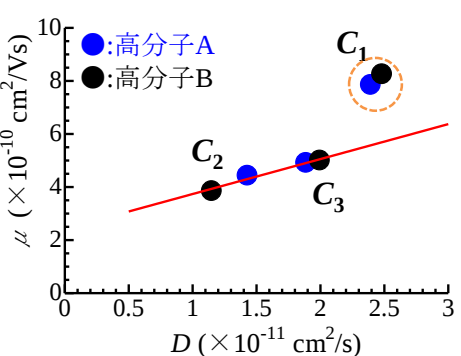
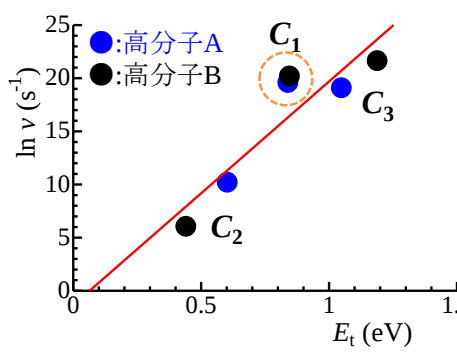
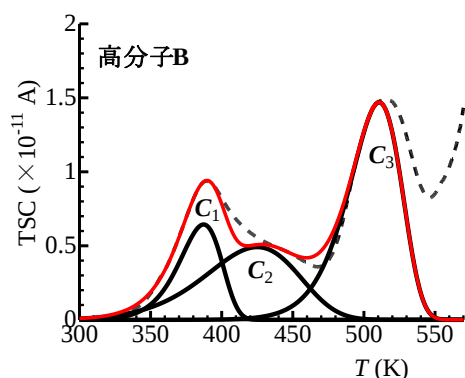
アインシュタインの関係式とTSCスペクトル分離評価から拡散定数と移動度の評価



アインシュタインの 関係式

$$\mu = \frac{e}{kT} D$$

k: ボルツマン定数



評価物性量	高分子 A			高分子 B		
	C ₁	C ₂	C ₃	C ₁	C ₂	C ₃
活性化エネルギー E_t (eV)	0.841	0.604	1.05	0.847	0.442	1.19
ピークトップ温度 T_m (K)	393.39	438.91	496.20	387.28	425.00	510.73
離脱周波数因子 ν (1/s)	3.11×10^8	2.60×10^4	1.90×10^8	5.73×10^8	4.11×10^2	2.43×10^9
拡散定数 D ($\times 10^{-11}$ cm ² /s)	2.39	1.43	1.89	2.48	1.15	2.00
移動度 μ ($\times 10^{-10}$ cm ² /Vs)	7.85	4.43	4.91	8.25	3.85	5.00
電荷量 Q ($\times 10^{-9}$ C)	3.18	7.41	11.70	3.00	4.94	8.51
全電荷量 Q_{TOTAL} ($\times 10^{-9}$ C)	22.29			16.45		

C₁: 高分子固有のトラップ
C₂: イオン成分
C₃: イオン成分