

乱れた絶縁体における最小 Urbach エネルギー：普遍性と成因

Minimal Urbach Energy in Disordered Insulators: Universality and Origin

北大工, 田中啓司

Hokkaido Univ., Keiji Tanaka

E-mail: keiji@eng.hokudai.ac.jp

絶縁性非晶物質（ガラス、アモルファス半導体、液体）の多くは、温度変化にあまり依存しない、指数関数型スペクトル $\exp(\hbar\omega/E_0)$ 「Urbach 端」を示すことが知られているが（左下図*），その成因は未知のところが多い．特に、「Urbach エネルギー E_0 は、乱れ構造の増加とともに大きくなる」とされているが、「乱れ構造」の実態が不明である．ここでは、 $E_0 \geq 50$ meV であり、それが Einstein-Smolukovskii 密度揺らぎに由来する、という仮説を提唱する．

右下図*は、水などの液体をも含む種々の非晶物質の E_0 を (Tauc) 光学ギャップ E_g の関数としてプロットしたものである．驚くべきことに、「 E_g が 0.7 ~ 10 eV と大きく変化しても、 $E_0 \geq 50$ meV となっている」．逆に、 $E_0 < 50$ meV の非晶物質は見当たらない．なお図では、 E_0 も E_g も室温の値をプロットしたが、低温の値としても、この結果は大きくは変らない．ちなみに結晶 GaAs では、300K で $E_0 \approx 10$ meV であり、低温ではさらに小さくなる．

非晶物質における普遍的な最小 Urbach エネルギー 50 meV の存在理由は何だろう？未だ荒削りの推論だが、「単純液体に固有な Einstein-Smolukovskii 密度揺らぎ（中距離構造のスケール）が吸収端エネルギーの乱れを誘発し、それが凍結された結果がガラスにおける最小 Urbach エネルギーとして発現する」と言えそうである．

*K. Tanaka, J. Non-Cryst. Solids **389** (2014) 35-37.

