

低エネルギー電子線透過分光と主成分分析法による

有機半導体の電子線損傷の解析

Electron radiation damage of organic semiconductors analyzed by low energy electron transmission and principal component analysis

千葉大院融合理工¹, 千葉大院工², 千葉大分子キ³ (M1) 寺戸航佑¹, ○吉田弘幸^{2,3}

Chiba Univ.^{1,2,3} Kosuke Terado¹, ○Hiroyuki Yoshida^{2,3}

E-mail: terado415@chiba-u.jp

有機分子の電子照射による損傷閾値は、質量分析法を用いた研究[1]により調べられていて、およそ 5 eV である。これは、C - C や C - H 結合の解離に必要なエネルギーと解釈できる。しかし、電気陰性度の高い -F、-CN などの官能基を持つ分子では、より低いエネルギーの電子線照射でも解離することが知られている[2]。

前回の発表[3]では、有機分子の電子照射に対する安定性について、低エネルギー電子透過 LEET により検討した。LEET は試料に低速の電子線を照射し、試料に流れる電流を測定する。真空蒸着法またはスピコート法により作製した試料薄膜に、5~60 分間、1~7 eV のエネルギーの揃った電子線を照射し、LEET スペクトルのエネルギーシフトから分子損傷の定量化を試みた。しかしこの解析方法では、測定分子に依存したスペクトル形状の変化を取り込むことができなかった。そこで本研究では、主成分分析 PCA を用いて得られたスペクトルの強度や形状の変化を定量化し、損傷閾値と損傷過程を議論する。

太陽電池のアクセプター材料[3]とペンタセンについて PCA 解析した。固有ベクトルの面積と主成分の係数との積を変化量とした。解析の結果、第1成分はスペクトルの強度、第2成分がスペクトルの変化をよく表すことが分かった。Fig. 1 に照射時間60分での照射電子エネルギーと第2成分の変化量の関係を示す。ITIC では、2 eV を超える

と変化量が大きくなり、7 eV の電子照射によってさらに大きく変化する。このことから、2~5 eV 程度と 5~7 eV では異なる反応が起きていると考えられる。一方、ペンタセンでは、5 eV から大きな変化が起こっており、質量分析による先行研究の結果とも一致する[4]。

このように、PCA による解析により、スペクトル変化を定量化できた。これにより、損傷閾値を ITIC や Y6 など非フラーレンアクセプターで 2 eV、C₆₀ では 3 eV、ペンタセンは 5 eV と決定した。

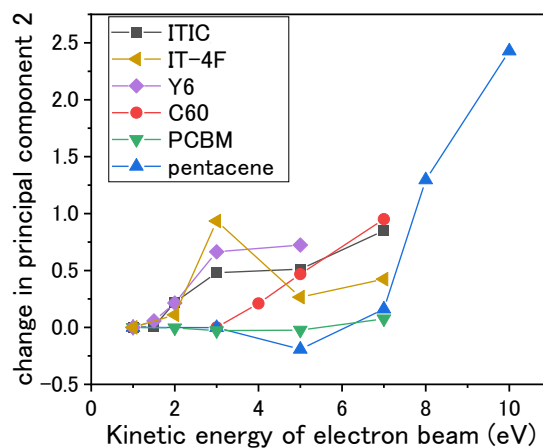


Figure 1 2nd component of PCA results as a function of introduced electron kinetic energy.

- [1] B. Boudaïffa et al. *Science*, **287**, 1658 (2000).
- [2] e.g. C. Mitterdorfer et al., *Int. J. Mass Spectrom.* **306**, 63 (2011).
- [3] 寺戸、吉田、2021 年応用物理学会春季学術講演会 18a-Z23-5
- [4] M. Muftakhov et al., *Tech. Phys.* **63**, 1854 (2018).