



小角散乱による単層カーボンナノチューブの直径評価

藤澤 一範, 竹内 健司, 遠藤 守信
国立大学法人 信州大学

キーワード：カーボンナノチューブ, 単層

1. 背景と研究目的

単層カーボンナノチューブ (SWCNT) の工業利用が活発化するにつれ, SWCNT における構造の違いが SWCNT の粉体・分散体としての物性に大きな影響を与えるようになってきている. しかし SWCNT はスケールの異なる複数の構造, 単一チューブ構造 (直径, 長さ等), 単一チューブが束状になったバンドル構造 (バンドル径等), そしてバンドルが成すマクロ構造を有しているため, 単一手法による SWCNT 構造の詳細な把握は難しい. 既存の直径分析手法である透過型電子顕微鏡 (TEM) では分析体積が小さくまた分析に時間がかかることや, ラマン分光法では一部の SWCNT のみしか評価できないことが問題となっており, 他の分析手法の必要性が高まってきた. そこで XRD の SAXS 領域に生じる SWCNT バンドル由来のピークに注目し直径分析手法としての有用性を検討した.

2. 実験内容

同様の合成手法によって作製された異なる 28 種類の単層カーボンナノチューブを用意し, 吸引ろ過法を用いることにより各試料をシート状に成型した. 得られた SWCNT シートを試料ホルダに固定し BL8S3 にて SAXS 領域から WAXS 領域までの散乱を測定した.

3. 結果および考察

SWCNT では, 直径の近い SWCNT 同士が成すバンドルが六方最密充填構造を持つ際に回折ピークを生じると考えられている^[1]. いずれも直径凡そ 1.6 nm として設計されている SWCNT であるが, SAXS 領域から生じた(10)と考えられるピークから直径を求めると, 1.47~2.18 nm となり, 同じ手法によって合成された SWCNT においても大きな差が生じていた. 得られた値は窒素吸着やラマン分光から求められた多孔体として評価した直径, および SWCNT の光吸収/振動から評価した直径とは弱い相関を示した. これは XRD, Raman, 窒素吸着の各手法が結晶構造, 電子状態, 細孔構造の異なる側面から SWCNT を分析していることに由来する. 結晶構造により SWCNT 直径を評価している以上, 他手法と同様に単独での SWCNT 直径評価は困難であるが, 多角的に SWCNT 直径を分析手法の一つとして利用できると考えられる.

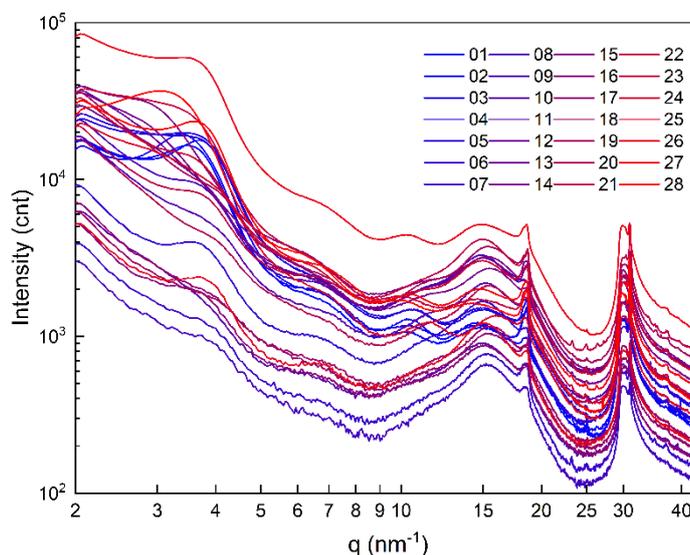


Fig.1 単層カーボンナノチューブの SAXS/WAXS

4. 参考文献

1. M. Abe, et al., Structural transformation from single-wall to double-wall carbon nanotube bundles, Phys. Rev. B. 68 (2003) 5–8.