

共鳴 SWAXS 法の展開と無機材料評価への応用

奥田浩司¹、竹下浩樹¹、加藤真行¹、落合庄治郎¹、才田淳治²、横山嘉彦³、中嶋一雄³、平井光博⁴、櫻井伸一⁵、北島義典⁶、坂田修身⁷、井上勝晶⁷、佐々木園^{5,7}、増永啓康⁷、太田昇⁷

1 京大院工、2 東北大学際 C、3 東北大金研 4 群馬大院工 5 京都工繊大工

6 KEK-PF 7 JASRI/SPring-8

金属・無機系の多元系材料の組織形成過程や構造評価では異常分散効果を利用した元素敏感な散乱法が有効であり、異常小角散乱法として1980年代より放射光施設で進められてきている。異常小角散乱法 (ASAXS 法) は通常析出過程 (固相中の拡散相変態過程) では良く知られた手法となっている。一方、小角散乱と高角領域の回折を組み合わせる SWAXS 法は、小角散乱法によるナノ組織評価と高角回折ピークの解析による歪やドメイン解析など、組織の階層性に対応する階層的データの時間分割測定を可能にする事から、複数の秩序パラメータが競合する相転移現象の解明や、階層的に機能を定める組織構造がいくつか存在する多相組織の制御には重要である。現実的にはこれらの「時間分解」「異常分散」「階層性」すべてを同時に満たした測定はできないが、材料固有の課題を解明するために必要な2つを自由に組み合わせることができるビームラインは材料研究の小角ビームラインとして必須であると考えられる。従来は異常分散効果を利用した小角・小中角散乱測定は実質的には SPring8 に限られていたが、新 BL15A ではスペクトル範囲の特徴により、単に波長可変と言うだけではなく、PF ならではの実験設計が可能になると考えられる。

ここでは新 BL15A の特徴である約 2keV から 13keV 程度の領域での共鳴 SWAXS の利用によって期待される研究の展開を、軟 X 線/硬 X 線共鳴 GISWAXS/反射率法による表面ナノ構造の研究と、硬い X 線領域でのコントラスト増強時間分解 SWAXS 測定を例として報告する。前者は異常分散と階層性、後者は時間分解と階層性を意識したもので、いずれも材料のナノ構造の特徴とその形成過程を理解する上で通常の小角散乱法では得がたい重要な情報を豊富に取得できる。これらの例を用い、金属系の材料評価に必要な評価内容の観点からは新 BL15A のスペックで実現される性能、意義がどのようなところに位置づけられるかを考える。さらに現在進行中の材料系で必要な波長・階層領域についても簡単に紹介する。