

1995年11月の用語解説

● 照射誘起電気伝導 (Radiation-Induced Conductivity: RIC)

絶縁性セラミックスでは、金属のように伝導帯に電子が存在せず、価電子帯に電子が存在するため、自由電子による電気伝導がなく、高い電気絶縁性をもつ。中性子及びガンマー線等の放射線を絶縁性セラミックスに照射すると、セラミックス中の価電子帯にある電子を伝導帯へと励起し、放射線のイオン化に応じて伝導電子とホールを生成するため、電気伝導が生じ、絶縁抵抗が劣化する。これを照射誘起電気伝導 (Radiation-Induced Conductivity: RIC) と呼ぶ。この RIC は伝導電子とホールが極めて短時間 (10^{-11} 秒程度) で再結

合するので、照射中のみに生じる現象である。

核融合炉には、炉内構造物、RF 窓、計測系等に種々のセラミックス絶縁材料を用いる。これらは、核融合炉の稼働中、14MeV までの中性子及び副次的に発生するガンマー線に曝される。14MeV 中性子は核分裂炉中性子に比べ、イオン化効率が悪く、RIC によるセラミックス絶縁材料の絶縁性劣化が懸念されている。このため、種々の照射装置を用い、核融合炉における絶縁性劣化を評価するための試験を実施している。

(原研 野田健治)

● 照射誘起偏析・析出 (Radiation-Induced Segregation; RIS, Radiation-Induced Precipitation; RIP)

合金や不純物を含む材料が照射を受けた場合、点欠陥の流れによって固溶する溶質原子の移動が誘起され、結晶粒界やキャビティー、転位などの点欠陥消滅場所 (シンク) の近傍で溶質原子濃度が上昇または低下する。このように照射によって溶質原子濃度が不均一化する現象を照射誘起偏析と呼び、局所的な組成変化から母相と異なる相が析出する現象を照射誘起析出と呼ぶ。照射誘起析出は材料の強度特性劣化やスウェリングの直接または間接的原因となり、照射誘起による粒界偏析はステンレスにおける応力腐食割れを促進する (照射促進応力腐食割れ; IASCC)。

照射誘起偏析においては、多くの場合、母相に対して原子半径の小さい (undersized) 溶質原子は点欠陥のシンクで濃化し、原子半径の大きい (oversized) 原子は反対に欠乏する。このような現象を広くサイズ効果と呼ぶ。照射誘起偏析の機構として、溶質原子が点欠陥と複合体を形成することによるシンク方向への移動、原子空孔と位置を交換することによるシンクとは反対方向への移動、母相との点欠陥の易動度の違いにより移動方向が決まる逆カーケンドール効果 (inverse Kirkendall effect) などが提唱されている。

(核融合研 加藤雄大)

● カスケード損傷 (Displacement Cascade)

結晶性材料が中性子、イオン、電子などの照射を受けたとき、構成原子があるしきい値以上の運動エネルギーが与えられると、もとの格子位置から弾き出される。このような損傷を弾き出し損傷 (displacement damage) と呼び、これに必要なエネルギーを弾き出ししきいエネルギー (displacement threshold energy) と呼ぶ。入射粒子によって弾き出された原子が大きい運動エネルギーを持っている場合、弾きだしの連鎖が生じる。これをカスケード損傷と呼び、このとき最初に弾き出された構成原子を一次弾き出し原子 (primary knock-on atom; PKA) と呼ぶ。一般にカスケード損傷は PKA エネルギーが数百 eV 以上の場合に

顕著となり、核融合炉ブランケットや核分裂炉炉心における材料の弾き出し損傷は主としてカスケードを伴うものである。高エネルギー PKA によるカスケード損傷では、欠陥集合体の直接形成 (カスケード中心領域への原子空孔集合体形成及びカスケード外殻領域への格子間原子集合体形成) や残存点欠陥生成の効率及びその時間的・空間的不均一性などに特徴があり、単一の弾き出しとは格子欠陥形成において大きく異なったものとなる。また、カスケード損傷による局所的な原子混合 (cascade mixing) や衝撃波 (shock wave) は、既存のミクロ組織の変質を誘起すると考えられている。

(核融合研 加藤雄大)