

材料の 5D イメージングへの期待

木村正雄^{1,2)}、武市泰男^{1,2)}、丹羽尉博¹⁾、仁谷浩明^{1,2)}、

村尾玲子³⁾、君島堅一¹⁾、阿部仁^{1,2)}、平岡裕章⁴⁾、大林一平⁴⁾

¹⁾KEK-IMSS-PF, ²⁾総合大・高エネ科学研究科, ³⁾新日鐵住金・先端研, ⁴⁾東北大学・AIMR

材料の高機能化・高度化に伴い、その microstructure が様々なスケール (nm~mm) で特徴的な microstructure を有する (= 階層構造) 材料の研究開発が進められている。その機能発現メカニズムを解明し、機能の最適を進めて行くためには、材料中の様々な heterogeneity の空間的な観察(x,y,z -3D)を、時間 (t) かつ、機能発現の観点 (例えばエネルギー分解, E) の 5次元(5D)で観察する“5D イメージング”が重要となる。そうした視点からの研究が環境/資源科学やエネルギー科学等の様々な分野で取り組まれている。

こうした材料の 5D イメージングは、材料の破壊・腐食・劣化といった現象の理解にも不可欠となる。特に、これらの現状の解明には、空間 (x,y,z -3D)および時間 (t) について広いレンジにわたるマルチスケールでの観察を行うことが重要になる。例えば、航空機タービンの劣化では、酸素や水素存在下での高温サイクル中に、基材とセラミックコーティングの界面の局所で劣化や欠陥が生じ、これが伝搬してマクロ的な破壊につながる。こうした劣化起点をマルチスケールで“5D イメージング”を行うための取り組みを始めた[1]。

酸化物の劣化挙動のモデルケースとして取り上げ、鉄鉱石の焼結反応により作成した焼結鉄の還元プロセスのメカニズム解明を進めている。焼結鉄は複数の酸化物相と大小の通気網から更生されている[2]ため、 μm ~mm のマルチスケールで組織と Fe の化学状態のマッピングを行う必要がある。PF BL-15A1 および SSRL BL6 での化学状態マッピングを中心に、放射光と in house 線源の両方を用いた X-CT 観察や粉末試料の *in situ* 観察等も含めて、総合的なイメージングの観察に取り組んでいる。さらに、得られたイメージから情報を引き出す新たなアプローチとして、パーシステントホモロジーからのアプローチの検討も進めている。

こうした取り組みを参考に、実材料での“5D イメージング”を実現していく必要性・期待・課題について議論したい。

本研究の一部(MK,YT,YN による取り組みの一部)は、内閣府 戦略的イノベーション創造プログラム 革新的構造材料 ユニット D66 (SIP-IMASM) の一環として実施しました。

参考文献

- [1] Kimura M, Murao R, Ohta N, Noami K, Uemura Y, Niwa Y, Kimijima K, and Takeichi Y, 2015 *J Phys. Conference Series* submitted.
- [2] Kimura M and Murao R, 2013 *ISIJ Int.* **53** 2047.

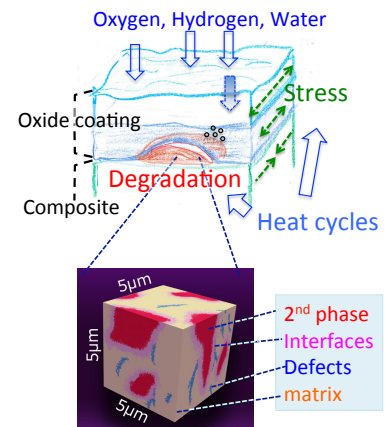


図 構造材料の 5D イメージング(模式図)