

原子燃料セラミックス開発からみた 加速器実験の役割と 将来への期待

—NXOの成果から考えられること—

新クロスオーバー研究(NXO)

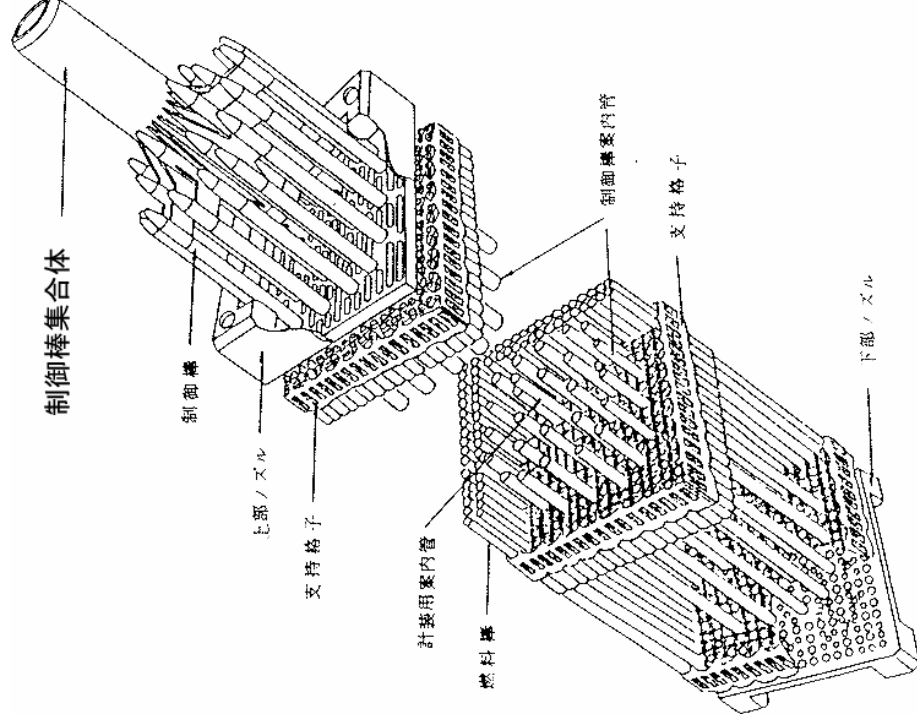
照射・高線量領域の材料挙動制御のための新しいエンジニアリング

プロジェクトリーダー

木下幹康

産業界、軽水炉燃料の改良へ

- 軽水炉 経済性
高燃焼度化
現行5年を7年に
- 燃料体積の膨張の抑止
高燃焼度組織
⇒Xe気泡膨張 (例:15%局所)
- 希ガス(Xe) 放出による燃料棒
内圧の上昇の抑止
高燃焼度組織
⇒Xeが気泡に局在(機械的
破壊で放出)



産業界からの期待 1

- 改良燃料(酸化ウラン系)材料の開発は1980年代から国内外で百億円規模で実施したが、いまだに高燃焼度組織を制御する決定打はできていない。
- 理由は、炉内での核分裂照射による組織変化を、材料選定の段階で考慮しなかった故である。

炉内照射現象の“理解を軽んじていた” ツケを払っている
(Cook & Look Attitudeを踏襲していた)

金属材料開発で成功した加速器利用研究が未発達だった。
セラミックスの照射損傷? It is Not Science yet !! (某碩学)

産業界からの期待 2

- 一回の炉内照射試験は、10億円単位の予算が必要になる(材料試験であれば～5億円で可能)
- 実炉照射まで含めると数倍から一桁上になる。
- 高燃焼度照射は、結果を確定するまでに実炉では最低7～15年、材料試験照射で4～8年の長期研究となる。

産業界からの期待 3

燃料高度化の技術戦略マップ(原子力学会等)

- (ステージ0) (現在)
 - 製造プラントの焼結炉温度の低下のため添加物開発
 - ステージ1 (～2020)
 - 混合酸化物燃料(U+Pu)O₂, (軽水炉用(Th+Pu)O₂)セラミックスの開発
 - (U, Ce)O₂、(Th, Ce)O₂タンデム照射でシミュレーション可能
 - ステージ2 (2020～2030)
 - ウラン濃縮度5%超の燃料の許認可と実用化
燃焼度で現行の～2割増
- タンデムによる高燃焼度加速試験方法の確立

新クロスオーバー研究の目的

高燃焼度での組織変化を、炉外で再現して、そのメカニズムを説明する。

- タンデム加速器をつかう
- 模擬物質 (CeO_2) と実機燃料 (UO_2) を照射
- 高分解能TEMで観察する
- 放射光やラマンで欠陥のなかみを調べる
- 計算科学でメカニズムを調べる

NXOの成果

- タンデムで核分裂エネルギー重粒子で、酸化ウランの照射を可能にした。その結果、炉内での繰り返し照射(トラック)の効果が明らかになりつつある。
 - タンデム加速器で、高燃焼度燃料の、組織変化(亜結晶の形成)の再現を(模擬材CeO₂で)実現した。
- ➔ 第一原理計算で、しきい条件の定量評価のため、“計算すべき原子配置モデル”を提案する段階に到達。

謝辞

- 本研究は、JAEA原科研(東海)、タンデム施設の方々の全面的な協力を得て実現したものです。ここに5年間の協力を、深く感謝したいと存じます。

本研究は文部科学省、原子力試験研究費により実施されたことを謝します