

軽水炉燃料の高燃焼時の リム組織の解明

背景

電気事業では、軽水炉の燃料サイクル費の低減、および使用済み燃料体数の削減のため、燃料の高燃焼度化が段階的に進められています。燃料に用いられる燃料ペレットでは、高燃焼時に結晶粒が微細化し、微少な気泡が集積した組織（リム組織）が外周部で観察されています。リム組織の形成される領域は燃焼度とともに拡大し、それにより燃料の温度、圧力の上昇が予想されます。高燃焼度まで燃料を健全に確保するには、リム組織の特性を把握する必要があります。

これまでの研究と主な成果

当所では、リム組織の解明にいち早く取り組み、核特性解析、燃料温度解析から、リム組織の形成条件を推定しました。リム組織の特性解明を進めるため、当所は国際共同研究HBRPを主催し、照射試験と照射後試験を実施しました（平成4～12年度）。HBRPには電気事業、国内燃料メーカ、フランス電力庁、米国電力研究所、スウェーデン共同体、ノルウェーエネルギー研究所、EU超ウラン元素研究所などの幅広い機関の参加と協力がありました。HBRPの中で、リム組織が形成される条件、リム組織形成後の物性データ（熱拡散率、密度変化、ガス保持率）をはじめて明らかにしました。これらの結果から、リム組織形成が燃料健全性へおよぼす影響を評価することが可能となりました。HBRPの成果は、電気事業の進める高燃焼度化で既に利用され、さらなる利用拡大が期待されます。

今後

HBRPの成果を補完するため、新たな国際共同研究HBRP-NTを当所で主催しています。HBRP-NTでは、高燃焼度化とともに利用の拡大するガドリニア添加燃料について詳細な照射後試験を行い、リム組織の特性データを取得しています。また、照射期間と費用の縮小を目的とした照射試験技術を開発し、今後の燃料の大幅高燃焼度化およびウラン-プルトニウム混合燃料の高燃焼度化の確証試験に利用する計画です。

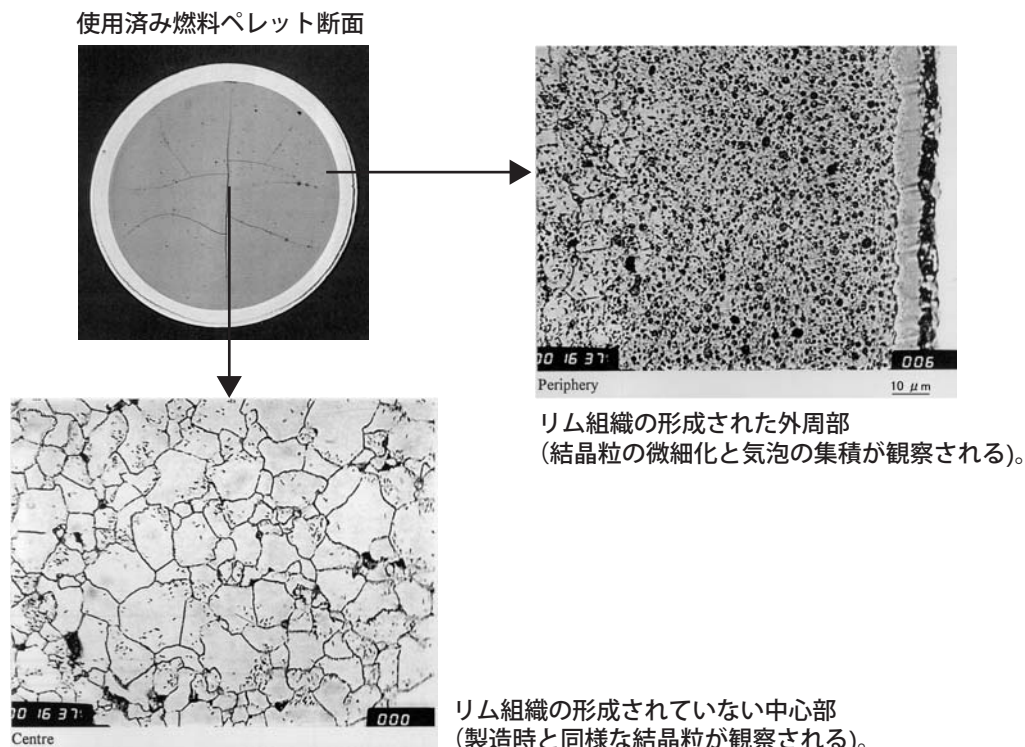


図1 高燃焼時に燃料ペレット外周部で形成されたリム組織の顕微鏡写真

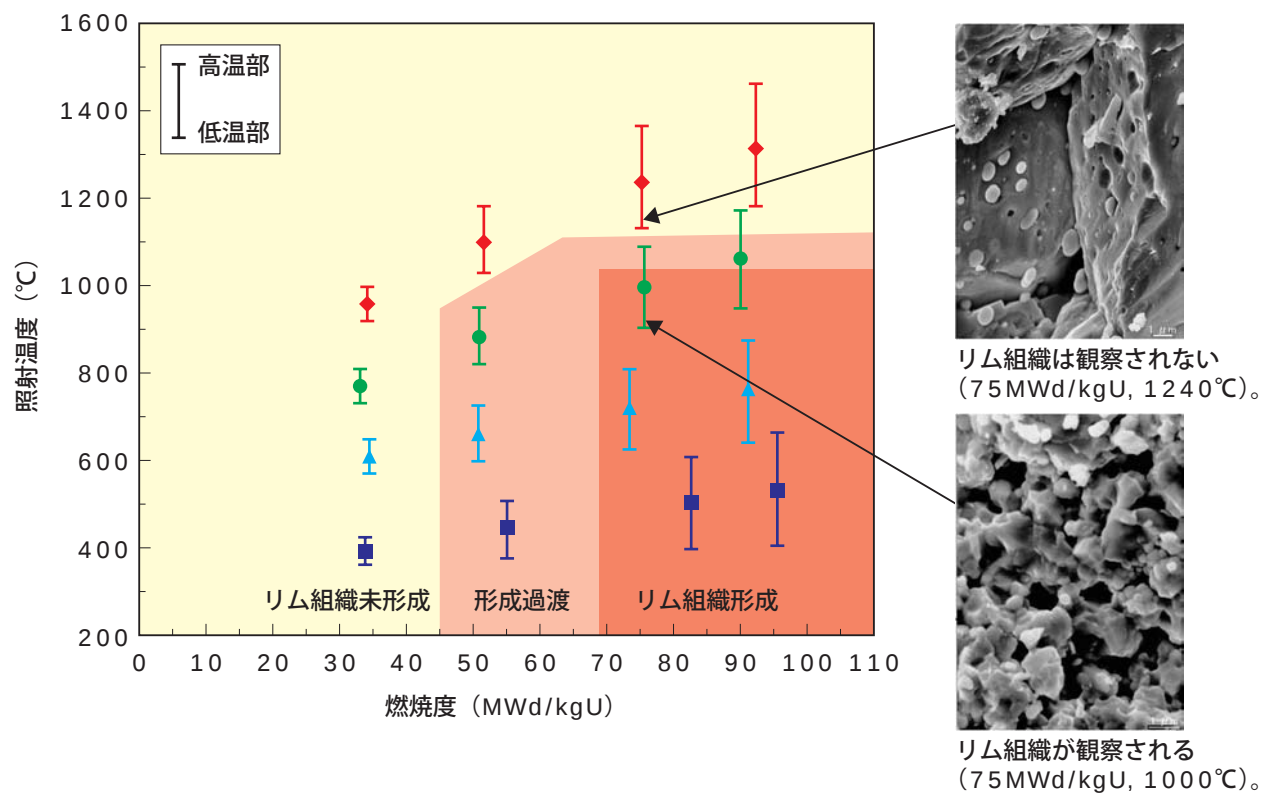


図2 リム組織の形成される燃焼度と温度のしきい値の特定
当所が推定したリム組織形成のしきい値とほぼ一致。

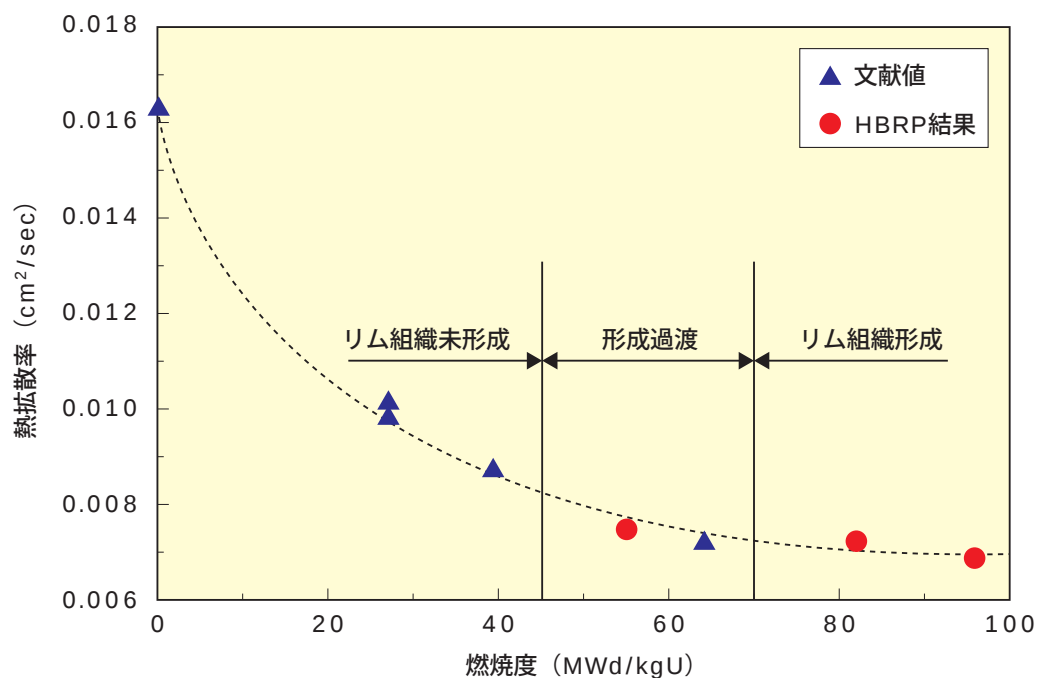


図3 燃焼度にもなう熱膨散率の変化とリム組織形成の関係（燃料温度400°Cの場合）
リム組織の形成により熱膨散率の低下は加速されない。

お問い合わせ先

財団法人 電力中央研究所

原子力技術研究所 発電基盤技術領域 主任研究員 亀山 高範
電話：(03) 3480-2111(代表) FAX：(03) 3480-2493