



教授 / 博士（工学）

松浦 敬三
Keizo Matsuura

学歴

京都大学 工学部 電気工学第二学科、京都大学 大学院 工学研究科 電気工学第二専攻 修士課程、
京都大学 大学院 工学研究科 原子核工学専攻 博士課程 研究指導認定退学

経歴

原子燃料工業（株）熊取事業所 技術開発部部長、環境安全部部長
福井工業大学教授、図書館長

相談・講演・共同研究に応じられるテーマ

伝熱流動現象に関わる技術相談及び解析評価、伝熱及び流体機器設計、原子炉安全性評価

メールアドレス

matsuura-k@fukui-ut.ac.jp



主な研究と特徴

「軽水型小型モジュール炉における超高燃焼度金属燃料の開発」

現在、世界各国で次世代原子炉として安全性の高い小型モジュール炉（Small Modular Reactor, SMR）が開発されているが、大型軽水炉と比べて経済性が劣ることが指摘されている。これを克服する一つ的手段として燃料の高燃焼度化による燃料コストの低減が挙げられている。しかし、従来から用いられている酸化物燃料（ UO_2 ）ペレットの場合、高燃焼度化にともなうペレットと被覆管の相互作用（Pellet Cladding Mechanical Interaction, PCMI）が燃料の破損を引き起こすことが懸念されていた。そこで、燃料材料として酸化物でなく、クリープし易い金属（ UZr , UPuZr ）を用いることでこの相互作用を緩和し、高燃焼度化を実現できるかを検討している。図1は、従来の酸化物燃料と金属燃料の両者を用いた場合の被覆管応力の変化を解析した結果である。高燃焼度領域（ $100,000 \text{ MWd/t}$ 超）において金属燃料を用いた場合の被覆管応力が酸化物燃料と比較して低下し、被覆管の破損は生じないことを確認できた。これは、金属燃料の場合、ペレットと被覆管が接触後に軸方向クリープ変形が発生し、被覆管の周方向変形を緩和するためと考えている。

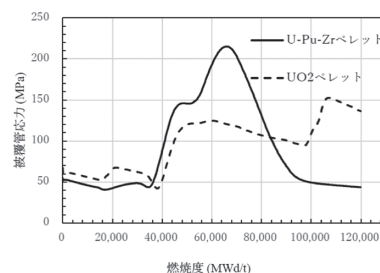


図1. 定格運転時のUPuZr燃料の UO_2 燃料の被覆管応力

今後の展望

金属燃料の物性モデルと照射挙動としてのクリープ、FPガス放出、スウェリングのモデル化および照射挙動解析コードFEMAXI-7への実装を完了したことから、今後、実炉の燃料設計を進めていきたいと考えている。また、金属燃料は月面原子炉の燃料候補として有望であるので、宇宙空間での燃料挙動についても検討していきたい。

Department of Applied Nuclear Technology

Key words

Small modular reactor, metallic fuel, accident tolerant fuel, nuclear reactor thermal hydraulics, gas-liquid two-phase flow, computational fluid dynamics, critical heat flux, nuclear fuel cycle simulation



Doctor of Engineering / Professor

Keizo Matsuura

Education

Department of Engineering, Faculty of Electric Engineering II, Kyoto University
Kyoto University Graduate School of Engineering, Engineering Master Program
Kyoto University Graduate School of Engineering, Engineering Doctoral Program

Professional Background

Nuclear Fuel Industries, Ltd. Kumatori Works, Director of fuel engineering and development, Director of environmental safety.
Professor, Director of the Library, Fukui University of Technology.

Consultations, Lectures, and Collaborative Research Themes

Technical consultant and analysis of thermal hydraulic phenomena, Design of thermal hydraulic equipment, Nuclear Reactor Safety Evaluation

e-mail address

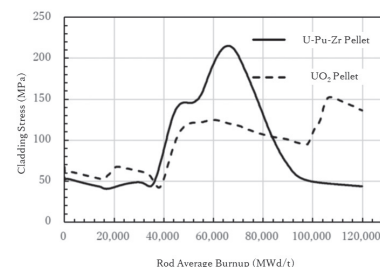
matsuura-k@fukui-ut.ac.jp



Main research themes and their characteristics

Development of Ultra-High Burnup Metal Fuel for Light Water Small Modular Reactor

Currently, small modular reactors (SMRs), which are considered highly safe next-generation reactors, are being developed around the world; however, it has been pointed out that they are less economical than large light-water reactors. One way to overcome this challenge is to reduce fuel costs by increasing fuel burnup. However, with conventional oxide fuel (UO_2) pellets, there have been concerns that the pellet-cladding mechanical interaction (PCMI) associated with high burnup could lead to fuel failure. Therefore, we are investigating whether this interaction can be mitigated and high burnup achieved by using metals (UZr , UPuZr) that are prone to creep, rather than oxides, as the fuel material. Figure 1 shows the results of an analysis of changes in cladding stress when using both conventional oxide fuel and metal fuel. It was confirmed that in the high burnup range (over $100,000 \text{ MWd/t}$), cladding stress is reduced when using metal fuel compared to oxide fuel, and no cladding failure occurs. We believe this is because, in the case of metal fuel, axial creep deformation occurs after the pellet and cladding tube come into contact, thereby mitigating circumferential deformation of the cladding tube.



Future prospects

Having completed the development of a physical property model for metallic fuel, as well as models for irradiation-induced behavior such as creep, fission product gas release, and swelling, and having implemented these into the irradiation behavior analysis code FEMAXI-7, we intend to proceed with fuel design for an actual reactor. Furthermore, since metallic fuel is a promising candidate for a lunar reactor, we also plan to investigate its behavior in space.