

安全性・経済性向上を目指した MA 核変換用 窒化物燃料サイクルに関する研究開発 (11) 液相生成温度の組成・窒素分圧依存性

R&D on Nitride Fuel Cycle for MA Transmutation to Enhance Safety and Economy

(11) Solid-liquid Phase Transition Temperature: Dependence on Chemical Composition and N₂ Partial Pressure

*有馬 立身¹, 岩佐 龍磨^{1,2}, 高木 聖也²

¹九州大学, ²原子力機構

窒化ジルコニウムを主とした模擬窒化物燃料に対して、レーザー加熱を利用した非接触・高速測定法を用いて、液相生成温度の組成依存性および窒素分圧依存性を評価した。Dy および Er をマイナーアクチノイドの代替物質とし、(Dy,Zr)N および(Er,Zr)N を測定対象とした。

キーワード：窒化物燃料，レーザー加熱，融点，窒素分圧

1. 緒言

窒化物燃料の不活性母材となる ZrN は、高融点、高熱伝導性等の燃料には有利な性質を持つことが知られている。一方、原子炉の安全性の観点からは、その熔融挙動の理解は必要不可欠であるものの、十分であるとは言えない。本研究では、不活性母材にマイナーアクチノイド (MA) が高濃度に添加された燃料の熔融挙動の評価を行っている。H30 年度は模擬窒化物燃料に対する液相生成温度の組成依存性及び窒素分圧依存性の評価を目的とし、レーザー加熱法を用いた熔融試験を実施した。

2. 実験方法

測定対象は、原子力機構から供与された窒化物試料：(Dy,Zr)N 及び(Er,Zr)N であった。ここで Dy 及び Er は MA の模擬物質である。これらを、窒素ガス高圧中で、レーザー加熱法を用いて熔融挙動を調査した。試料の加熱・熔融には半導体レーザー(940 nm)及びロングパルス Nd:YAG レーザー(1068 nm)、温度変化のモニターには高速放射温度計、放射率評価には、室温にて積分球を用い、熔融時に可視・赤外分光計の使用を試みた。窒素分圧は最大約 0.81 MPa まで変化させた。

3. 結果と考察

相転移温度 (=熱停留点) として、昇温及び降温の両過程で現れる温度変化曲線の傾きが小さくなるところに着目した(図 1)。窒化物試料は熱衝撃に対して脆く、熱伝導率が高いため、熱停留点での放射率取得は困難であった。推測ではあるが、室温での放射率を考慮すると、熔融温度及び固化温度の組成依存性は Er 及び Dy の添加により低下するものと考えている。窒素分圧依存性については、分圧の増加と共に熔融/固化温度が上昇する傾向が見られた(図 2)。

*本報告は、原子力機構が受託し、九州大学が再委託先として実施した平成 30 年度文部科学省原子力システム研究開発事業「安全性・経済性向上を目指した MA 核変換用窒化物燃料サイクルに関する研究開発」の成果の一部です。

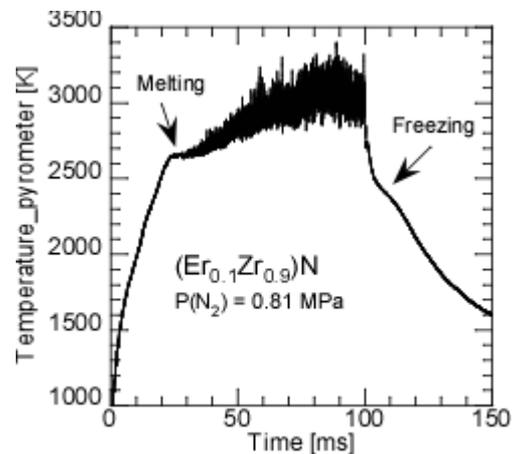


図 1 (Er_{0.1}Zr_{0.9})N の温度上昇・降下曲線

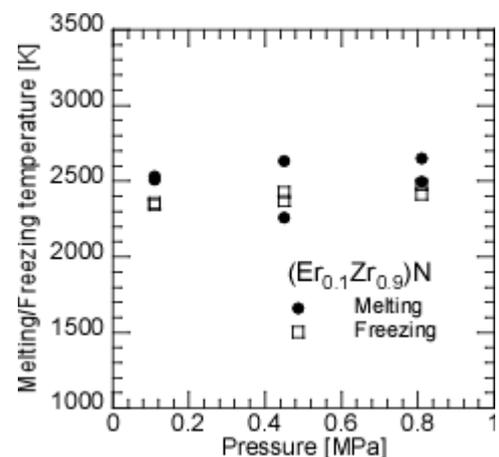


図 2 (Er_{0.1}Zr_{0.9})N の熔融及び固化温度

*Tatsumi Arima¹, Tohma Iwasa^{1,2}, Seiya Takaki², ¹Kyushu Univ., ²Japan Atomic Energy Agency