

## 原子炉燃料の健全性評価のための非破壊分析技術の開発 (11) 中性子源開発 III

Development of Nondestructive Methods Adopted for Integrity Test of Next Generation Nuclear Fuels

### (11) Development of neutron source in KURRI-LINAC III

\*高橋 佳之<sup>1</sup>, 鬼柳 善明<sup>2</sup>, 堀 順一<sup>1</sup>, 佐野 忠史<sup>1</sup>, 伊藤 大介<sup>1</sup>, 阿部 尚也<sup>1</sup>, 李 在洪<sup>3</sup>,  
中島 健<sup>1</sup>, 宇根崎 博信<sup>1</sup>, 瓜谷 章<sup>2</sup>, 渡辺 賢一<sup>2</sup>

<sup>1</sup>京都大学原子炉実験所, <sup>2</sup>名古屋大学, <sup>3</sup>京都大学大学院工学研究科

MA 含有 TRU 燃料の健全性評価のために、パルス中性子・制動 X 線混在場を用いた総合的な非破壊分析システムを開発し、その実用性を評価することを目的とした研究開発を行っている。本研究では、京都大学原子炉実験所に付設された電子線型加速器（以下、京大炉ライナック）の中性子源（減速材、反射材、コリメータ）の開発とその性能について報告する。

**キーワード：**非破壊分析法、中性子イメージング、核燃料、京大炉ライナック、パルス中性子源

### 1. 緒言

次世代原子炉システムにおける MA 含有 TRU 燃料の健全性評価に資する非破壊システムを開発するために、新たな研究開発プロジェクト N-DeMAIN が 4 年間の計画で平成 26 年度より開始された。本事業では、パルス中性子源による中性子の共鳴吸収法を採用し、これによって核種濃度定量、物性値定量とそれらの可視化技術の高度化を実現する。これらを遂行するため、パルス中性子源および中性子輸送系に求められる性能として、高強度中性子束、高時間分解能、さらに、高 L/D の中性子源システム（減速材・反射材・コリメータ系）が挙げられる。本研究では、これらを満足するために、数値計算を基に設計を行い、京大炉ライナックに新たな中性子源システムを導入した。この性能を評価するために、京大炉ライナック 12m 測定室において、Time-of-flight (TOF) 測定実験ならびに Dy 転写法による測定実験を実施した。

### 2. 性能試験

中性子束と TOF スペクトル測定では、中性子ビーム上に B-10 濃縮試料を設置し、そこから放出される 捕獲ガンマ線を測定することにより、間接的に中性子スペクトルと中性子束を得た。本実験によって得られた中性子束は、平均ビーム電流  $1\mu\text{A}$  当たり熱中性子で  $2.36 \times 10^2 [\text{n}/\text{cm}^2/\mu\text{A}/\text{s}]$ 、熱外中性子で  $2.13 \times 10^2 [\text{n}/\text{cm}^2/\mu\text{A}/\text{s}]$  となり、最大出力時で熱中性子束  $4.72 \times 10^4 [\text{n}/\text{cm}^2/\text{s}]$ 、熱外中性子束  $4.26 \times 10^4 [\text{n}/\text{cm}^2/\text{s}]$  の中性子束が得られ、本研究で必要な中性子束としての性能を得られることが分かった。

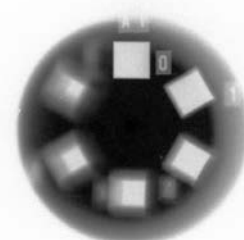


図 1 Dy 箔転写結果

L/D の評価では、中性子ビーム上に約 1cm 角の  $\text{Gd}_2\text{O}_3$  セラミックプレートに 10cm 間隔で位置をずらしながら設置し、それを通過した中性子により Dy を放射化させ、照射後そこから放出される  $\beta$  線をイメージングプレートに転写する転写法にて中性子イメージング画像を得た。図 1 に転写結果を示す。本報告では、上記の実験で得られて結果を基に、本中性子源システムの総合的な性能について報告を行う。

本報告は、文部科学省の原子力システム研究開発事業による委託業務として、京都大学が実施した平成 26、27、28 年度の「次世代原子炉燃料の健全性評価のための非破壊分析技術の開発」の成果を含む。

\*Yoshiyuki Takahashi<sup>1</sup>, Yoshiaki Kiyonagi<sup>2</sup>, Jun-ichi Hori<sup>1</sup>, Tadafumi Sano<sup>1</sup>, Daisuke Ito<sup>1</sup>, Naoya Abe<sup>1</sup>, Jeahong Lee<sup>3</sup>, Ken Nakajima<sup>1</sup>, Hironobu Unesaki<sup>1</sup>, Akira Uritani<sup>2</sup> and Kenichi Watanabe<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kyoto University Research Reactor Institute, <sup>2</sup>Nagoya University, Nuclear Engineering, Kyoto University<sup>3</sup>