

# 実機プラント材料分析による原子炉容器照射脆化評価技術実習

## (2) アトムプローブ分析実習

Evaluation technique training of reactor vessel irradiation embrittlement using actual plant material

(2) Atom probe analysis

\*西田 憲二<sup>1</sup>, 藤井 克彦<sup>2</sup>, 小島 敦子<sup>2</sup>, 橋本 貴司<sup>3</sup>, 村上 健太<sup>4</sup>

<sup>1</sup>電中研, <sup>2</sup>INSS, <sup>3</sup>JAEA, <sup>4</sup>長岡技科大

原子炉圧力容器鋼のアトムプローブ分析について実習を行った。実習は、試料作製、測定、データ解析について行い、JAEA ふげんと電中研横須賀の二箇所で開催した。何れの場所でも実機サーベイランス試験片を使用し、得られた測定データから溶質原子クラスターを抽出、評価する方法についても経験してもらった。

**キーワード**：原子炉圧力容器，照射脆化，アトムプローブ

### 1. 緒言

原子炉圧力容器の照射脆化の要因の一つは、鋼材中に存在する銅などの溶質原子がナノメートルサイズの析出物（溶質原子クラスター）を形成することである。日本電気協会規程に定められる脆化予測法においても、照射量の増加に対する溶質原子クラスターとマトリックス損傷の形成を基本として脆化量が定式化されている[1]。アトムプローブは、溶質原子クラスターを分析できる数少ない手法であるが、残念ながら装置が広く普及しているとは言えずユーザーも限られている。そこで、本実習では圧力容器鋼のアトムプローブ分析についての一連の作業を原子力材料の研究に関わる多くの方々に学んでもらった。

### 2. 実施内容

アトムプローブ実習は JAEA ふげんと電中研横須賀の二箇所で開催した。例外的な短期間実習を除いて実習には4～5日を費やし、座学から試料作製、測定、データ解析までを一通り行った。試料には何れの場所でも実機サーベイランス試験片を使用した。そのため、実習の一部は放射線管理区域内で行った。試料作製はそれぞれ電解研磨法と集束イオンビーム（FIB）法で行った。アトムプローブ装置は何れもカメカ社の LEAP を用いた。測定データから照射によって形成した溶質原子クラスターを抽出、評価する方法についても経験してもらった。

### 3. 結論

5年間の受講者はのべ社会人24名（うち大学教員8名）、学生34名の計58名であった。全ての参加者に実機サーベイランス試験片からデータが取得される様子と得られたデータから溶質原子クラスターに関する情報を抽出する過程を体験してもらえた。これまで、実機サーベイランス試験片のアトムプローブ分析は非常に限られた人間のみが関わってきたが、本実習により多くの受講者に体験してもらうことができた。特に大学教員に受講してもらえたことで、間接的にはあるが、さらに本手法の一般化が期待される。

### 参考文献

[1] 原子炉構造材の監視試験方法 JEAC4201-2007 [2013年追補版]，日本電気協会，2014

本実習は、経済産業省資源エネルギー庁の原子力の安全性向上を担う人材の育成事業により行われたものである。

\*Kenji Nishida<sup>1</sup>, Katsuhiko Fujii<sup>2</sup>, Atsuko Kojima<sup>2</sup>, Takashi Hashimoto<sup>3</sup>, Kenta Murakami<sup>4</sup>

<sup>1</sup>CRIEPI, <sup>2</sup>INSS, <sup>3</sup>JAEA, <sup>4</sup>Nagaoka Univ. of Tech.