# 圧力容器鋼照射脆化の管理高度化に関する研究

Modeling for Advanced Management of Irradiation Embrittlement of RPV Steels

*中筋 俊樹[1]，臼田 景大[1]，大野 健太郎[1]，水田 航平[1]，角田 陽太郎[1]，森下和功[1]

[1]京大

本研究では、照射脆化予測の高度化を行うため、AI を用いて照射脆化の予測を行った。現行の脆化予測法と比較し、AI を活用した新しい照射脆化予測法の構築について議論した。

**キーワード：**照射脆化，原子炉圧力容器鋼，モデリング，AI

## 1. 緒言

重要な経年劣化現象の 1 つに圧力容器鋼の中性子照射脆化が挙げられる。中性子の照射を受けると、圧力容器鋼は脆化し、延性脆性遷移温度（DBTT）は上昇する。照射脆化による DBTT の変化量（ΔDBTT）は原子炉の運転を開始した 40 年ほど前から得られている。そのデータ数は、国内商業軽水炉および材料試験炉で得られたものを合わせると 400 点程度存在する。

近年は、AI やベイズ等のデータサイエンスの研究が盛んに行われており、めざましい進展がみられる。そこでは、ビックデータを活用して世論の動向調査などが行われている。照射脆化のデータは 400 点程度であり、ビックデータでは無いが、AI 等を用いることができるほどのデータ数ではある。そこで、本研究では、データサイエンスの分野を参考にしてデータの高度利用を検討する。データの利用による照射脆化予測の高度化を行うため、AI により照射脆化の予測法の構築を試みた。

## 2. 方法

AI は、SONY 社が提供している Neural Network Console を用いた。現行規制の脆化予測式[1][2]によって得られる ΔDBTT を実測値として取り扱った。特徴量は、中性子束、中性子照射量、Cu 濃度、Ni 濃度とした。学習用データ総数は 1980 であり、学習用データを再現できるニューラルネットワーク構造を AI によって得る。

## 3. 結果および考察

図 1 には、AI によって予測された Cu 濃度[wt%]が 0.1, 0.07, 0.04 における ΔDBTT の照射量依存性を示す。なお、Cu: 0.1, 0.04[wt%]の条件は学習用データである。また、学習用データの間の脆化計算値を確認するため、現行規制の脆化予測法[1][2]で得られる脆化計算値も図中に示す。図 1 から、Cu: 0.1, 0.04[wt%]の条件では、学習させた点の間についても再現できている。また、学習データの照射量の最大値は $7.5\times10^{19}$[n/cm2]であるが、それより高い照射量でも AI による計算値と現行規制の脆化予測法による計算値は一致していることが確認できる。学習に用いていない Cu: 0.07 [wt%]の条件については、現行規制の脆化予測法による計算値と AI 計算値の差の標準偏差は 1.8[℃]程度であり、この範囲で AI による照射脆化量の予測が可能であることが示された。

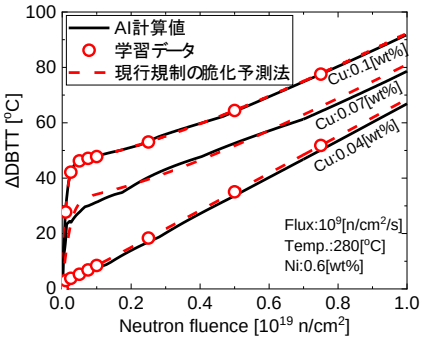


図 1　ΔDBTT の照射量依存性

### 参考文献

[1] （社）日本電気協会，“原子炉構造材の監視試験方法”, JEAC 4201-2007, 2007.

[2] （社）日本電気協会，“原子炉構造材の監視試験方法”, JEAC 4201-2007 [2013 年追補版], 2013.

---

*Toshiki Nakasuji[1], Kagehiro Usuda[1], Kentaro Ono[1], Kohei Mizuta[1], Yotaro Kakuda[1], Kazunori Morishita[1]

[1] Kyoto Univ.