

応力研「炉内構造物の経年劣化に関する研究集会」, 2012-7-24

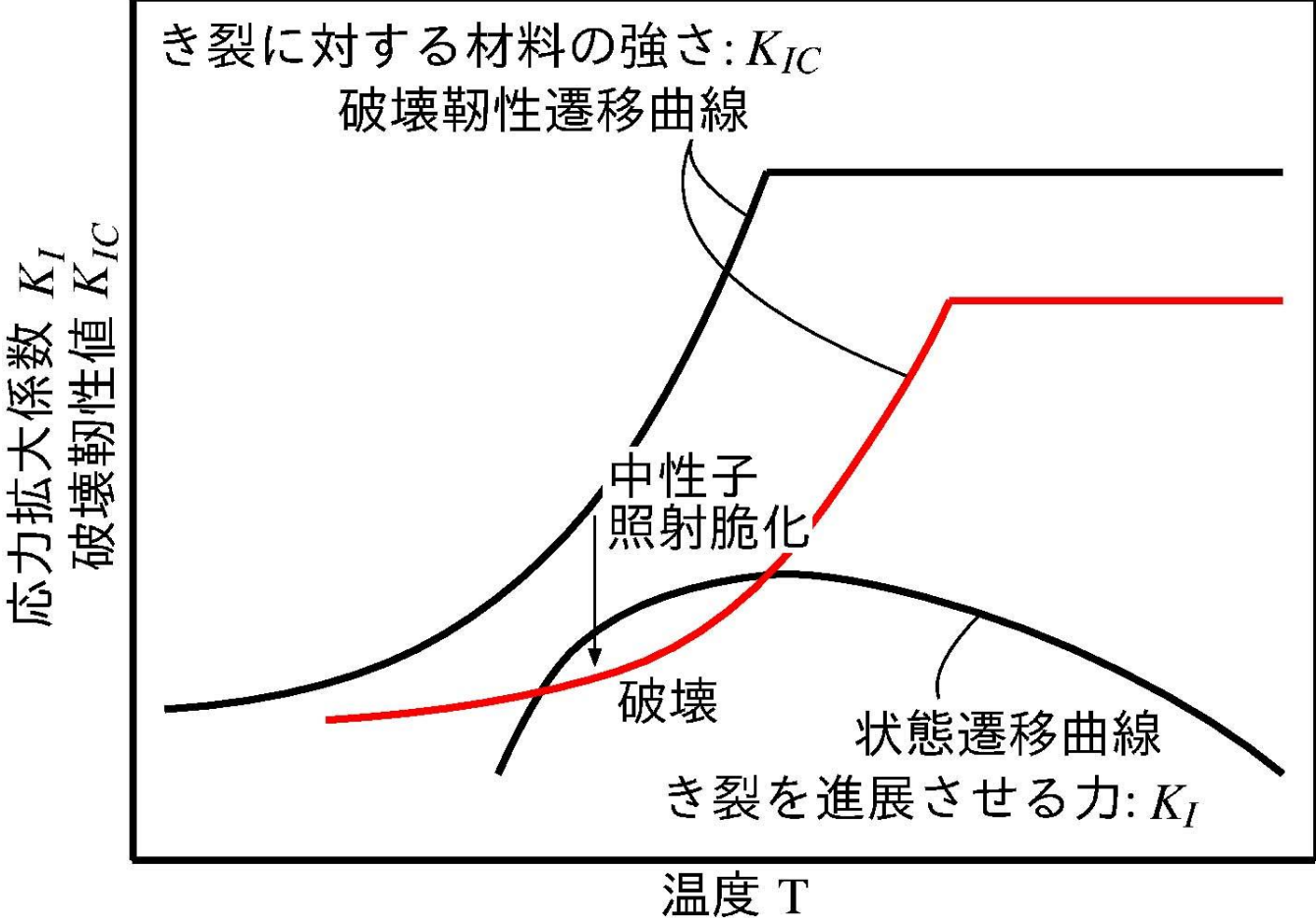
PTS評価におけるき裂深さの影響について

青野雄太

九州大学工学研究院機械工学部門

PTS評価：玄海1号炉の破壊靱性値と応力拡大係数

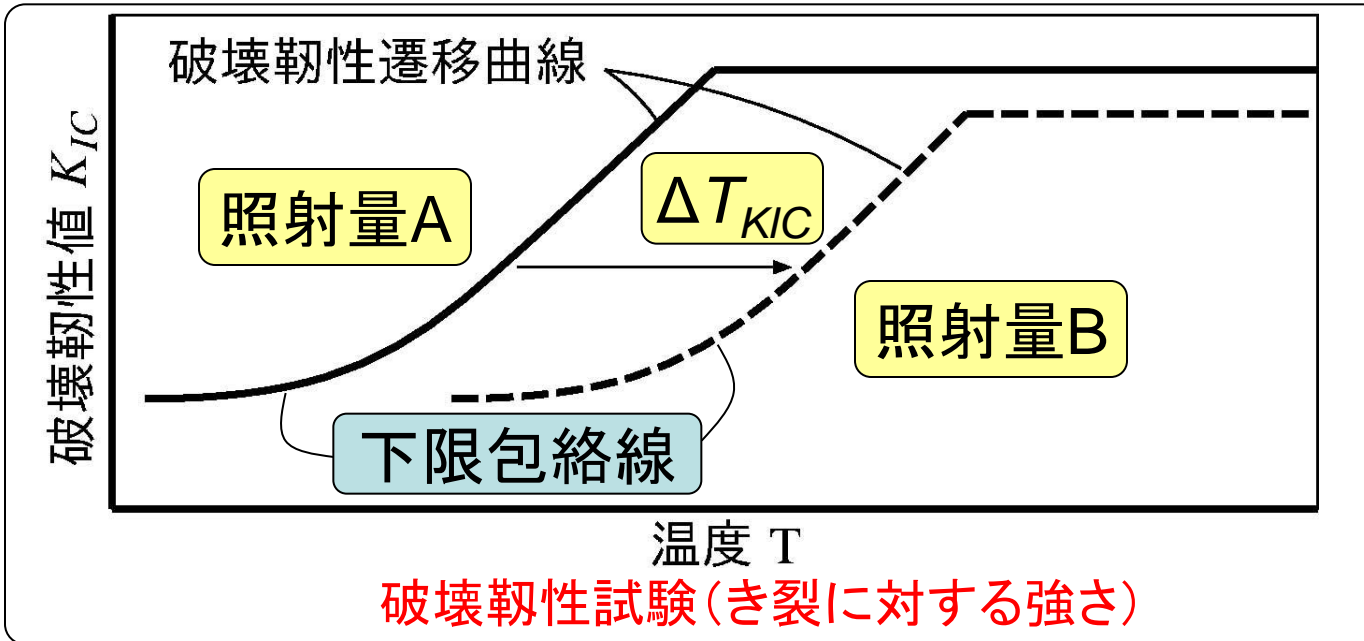
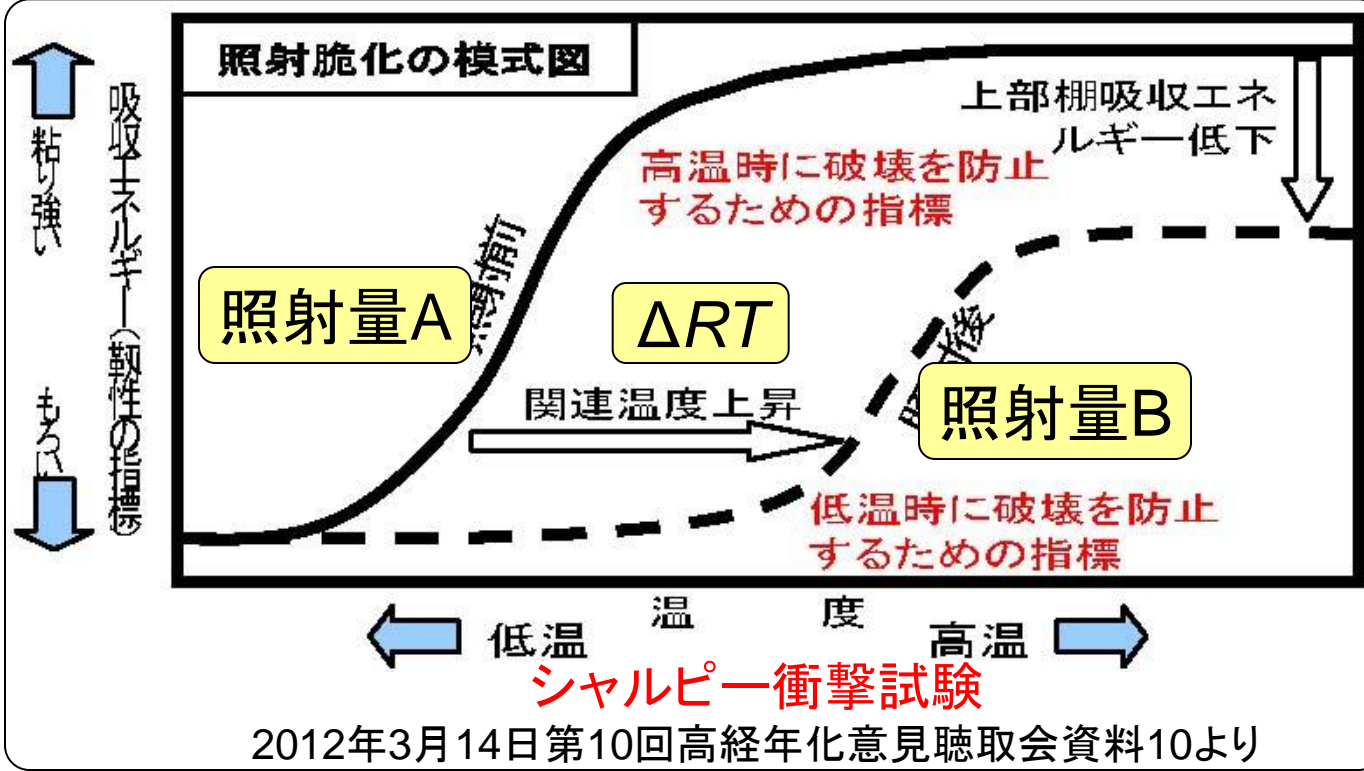
- 1. 温度シフトと破壊靱性値下限包絡線
- 2. 浅いき裂の応力拡大係数



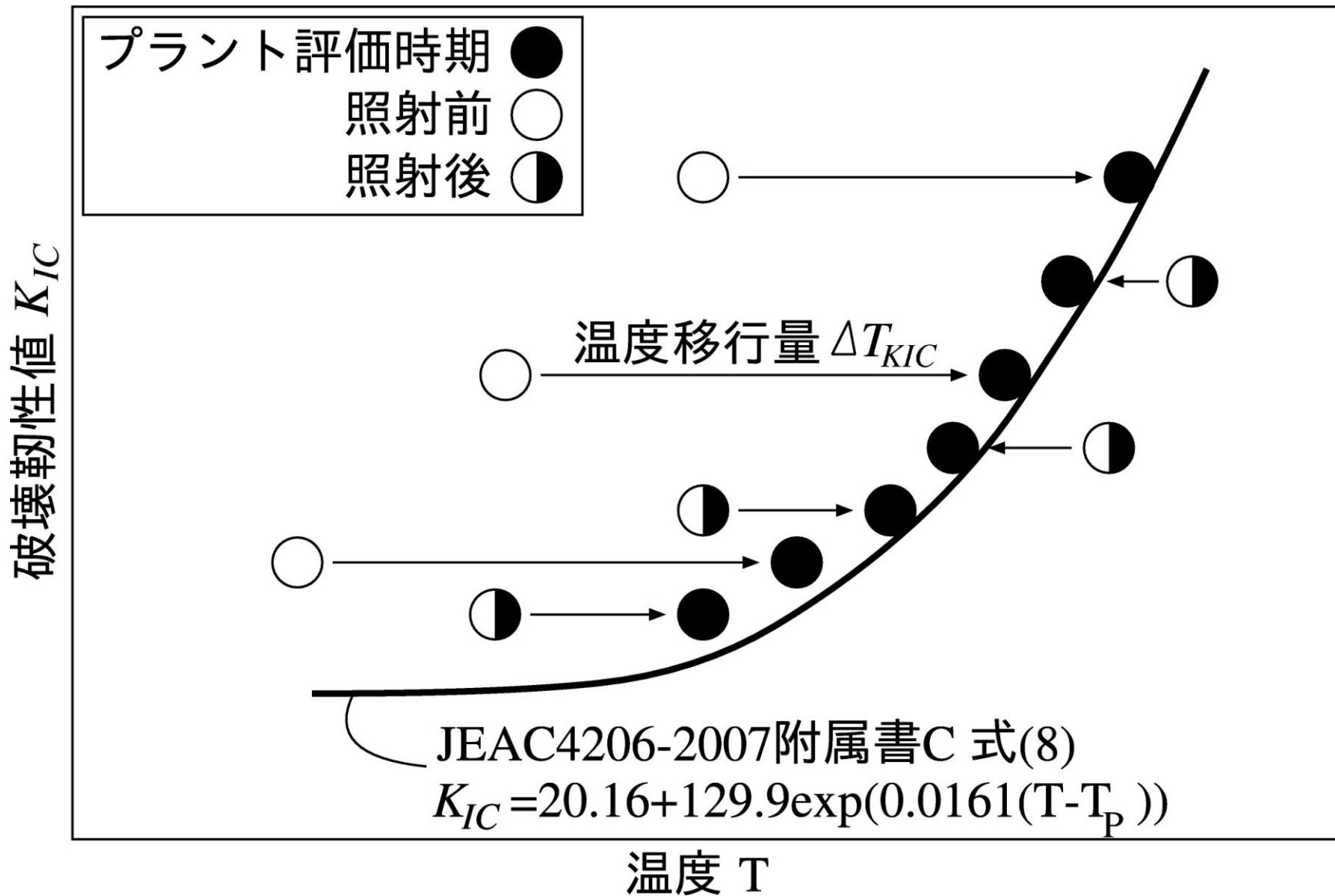
温度シフト の考え方

$$\Delta RT = \Delta T_{KIC}$$

照射量
A < B

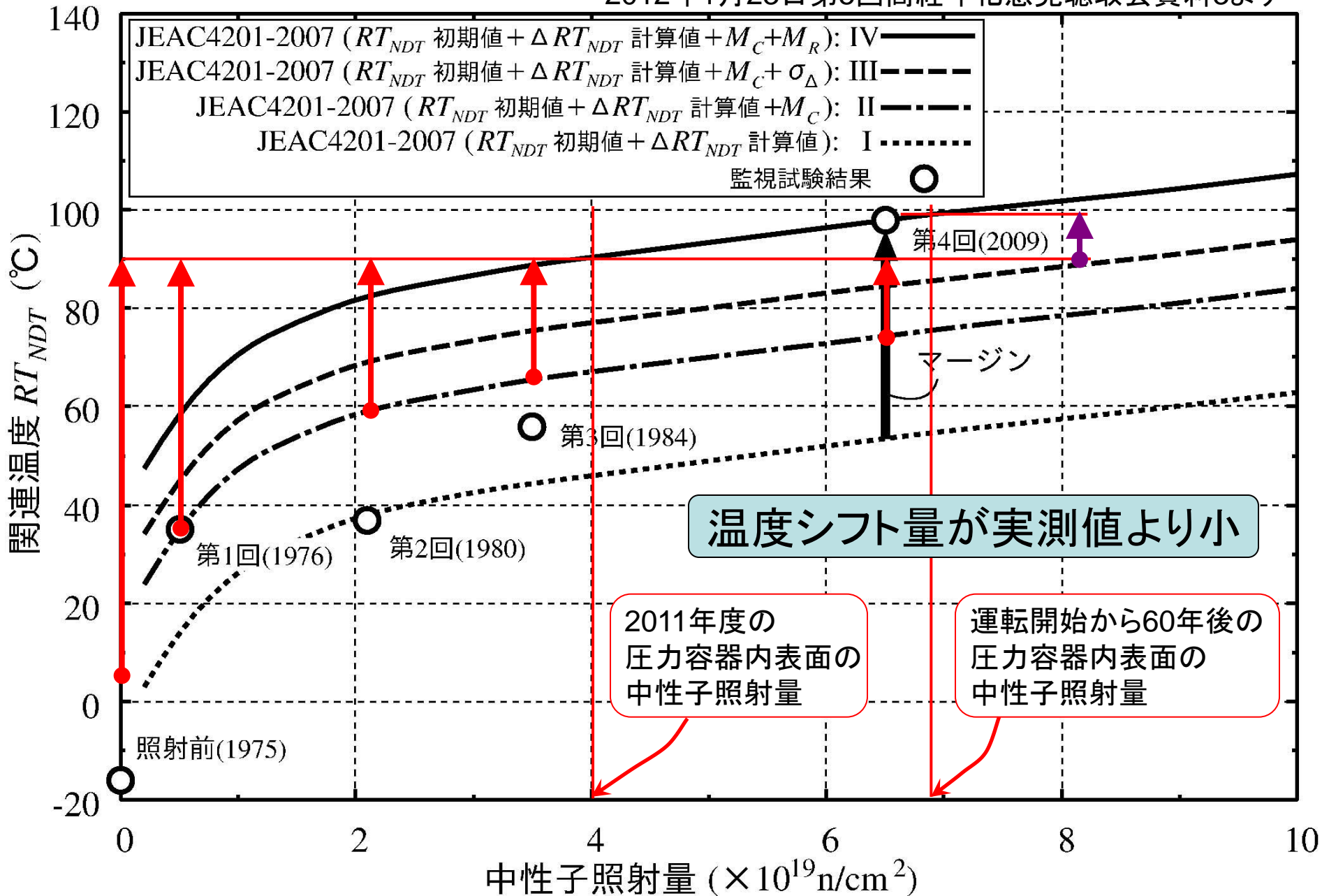


JEAC4206-2007の温度シフト



JEAC4206に基づく温度シフト量: II → IV

2012年1月23日第5回高経年化意見聴取会資料3より

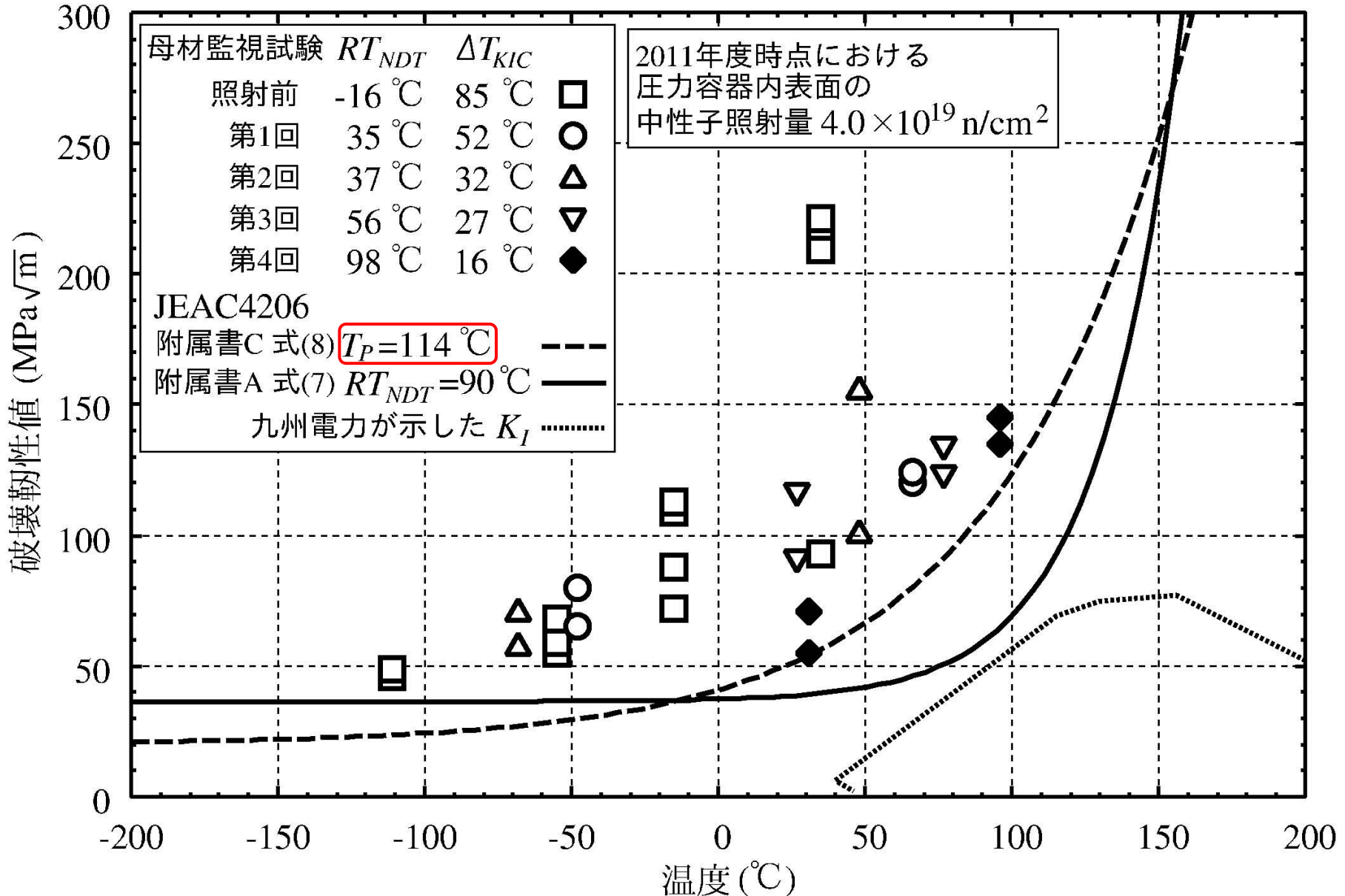


破壊靱性遷移曲線: JEAC4206-2007

九電の計算では $T_P=99^\circ\text{C}$

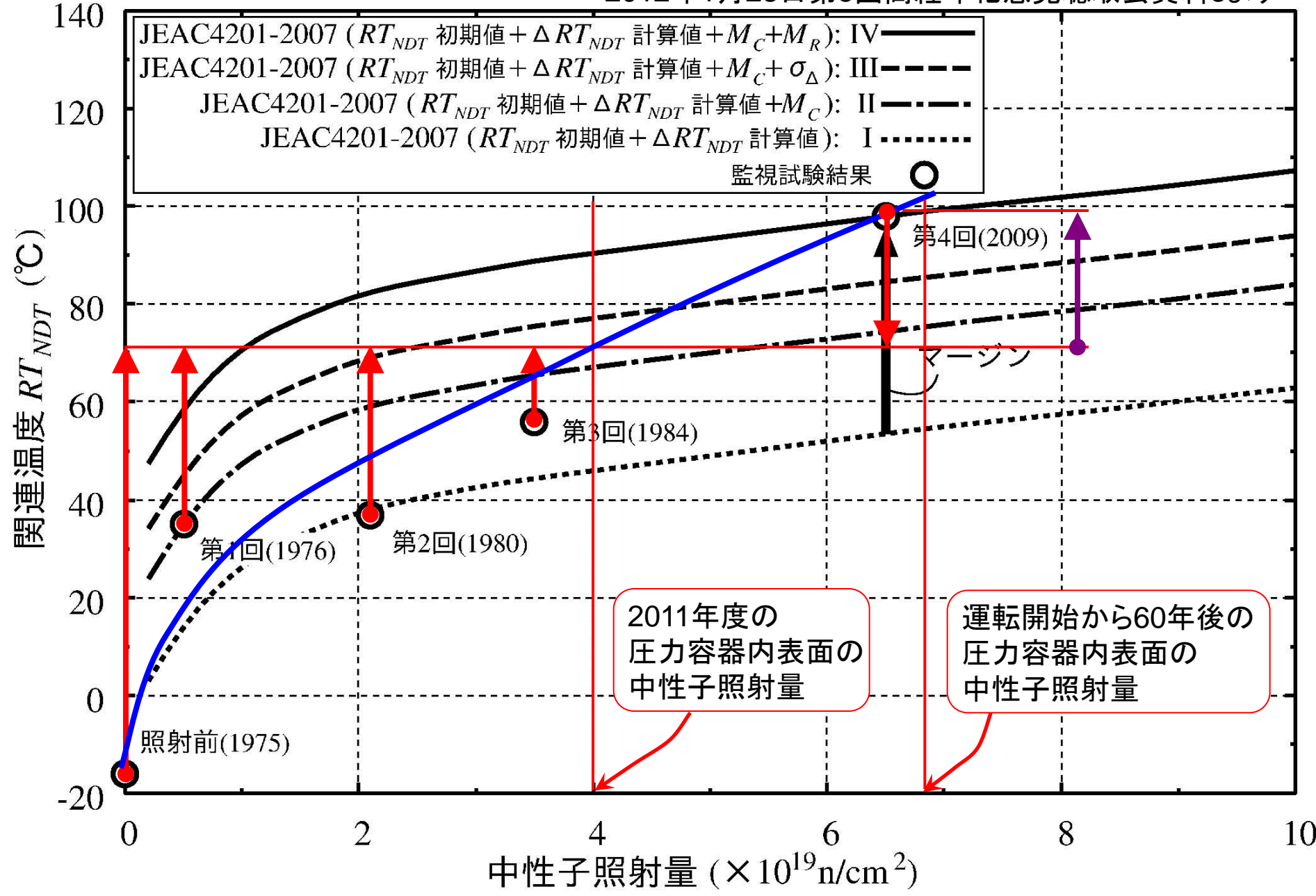
2012年3月19日第11回高経年化意見聴取会資料6より

C(8)は第4回試験結果に依存 $\rightarrow \Delta RT = \Delta T_{KIC}$? 下限値か?



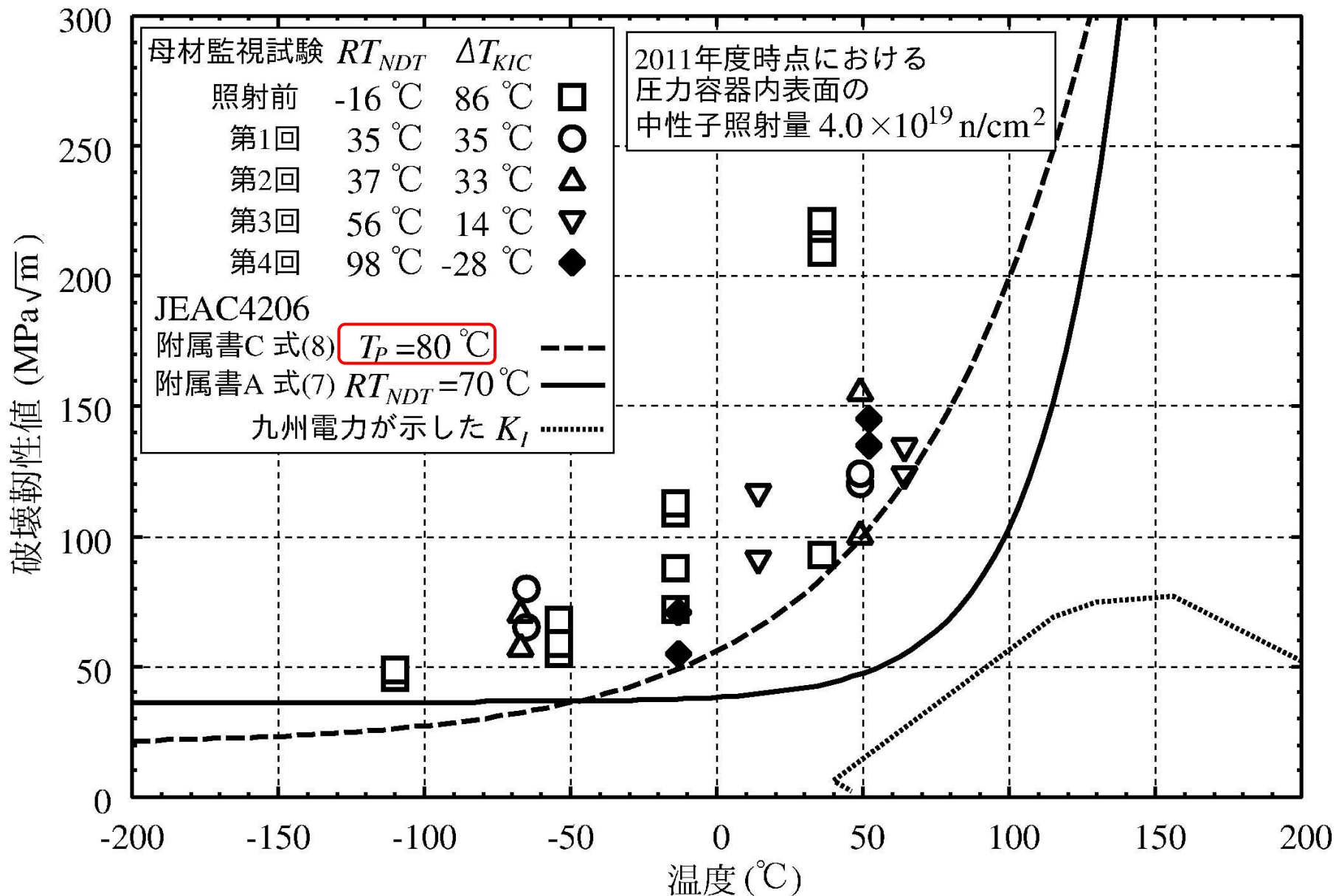
温度シフト量: 実測値を基準にした場合(マージンはゼロ)

2012年1月23日第5回高経年化意見聴取会資料3より



破壊靱性遷移曲線：実測値基準（マージンはゼロ）

C(8)は下限包絡線として正しいか？ $\Delta RT = \Delta T_{KIC}$?



九電のPTS評価

2012年3月14日第10回高経年化意見聴取会資料7より

将来の予測は実測値基準より危険側の評価

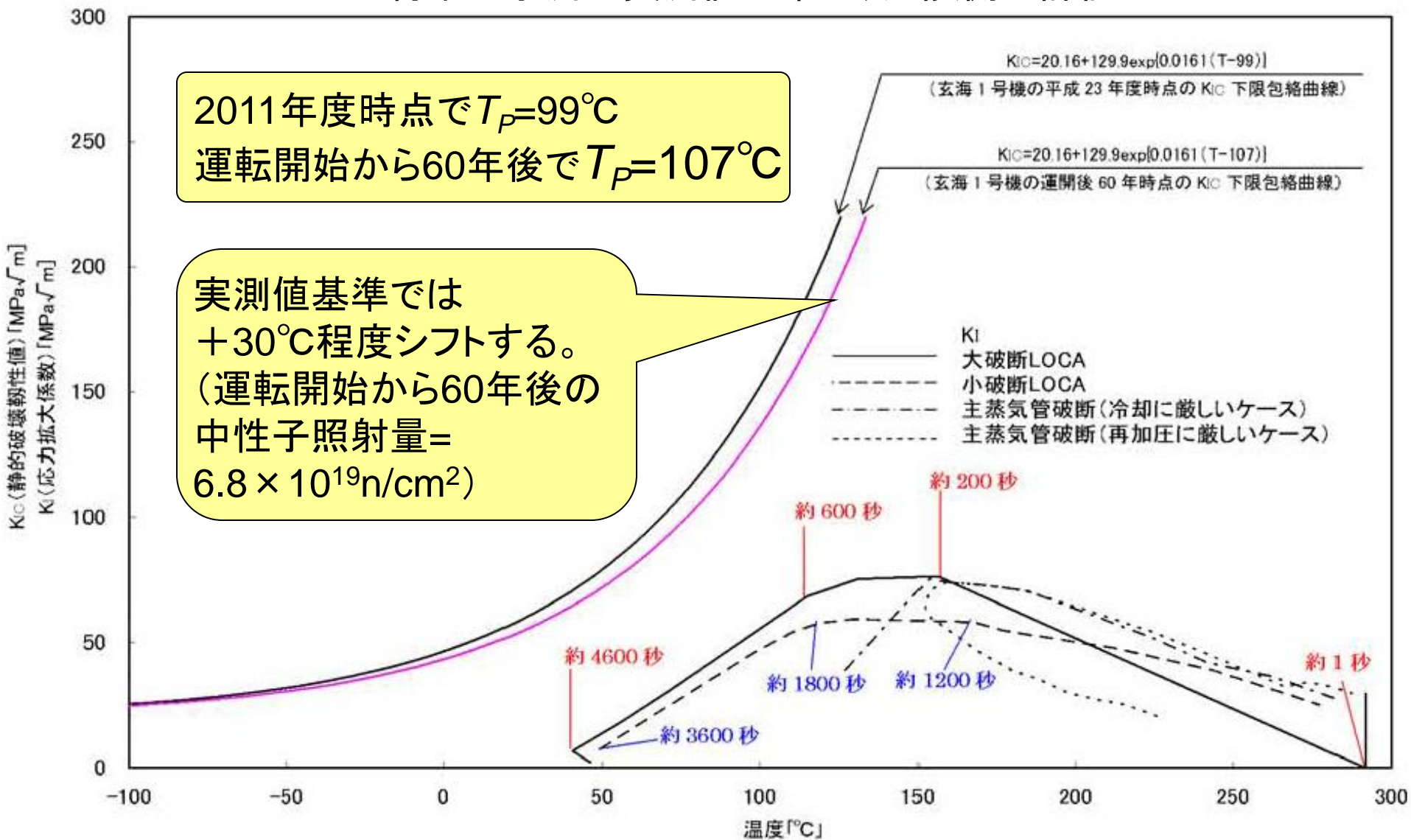
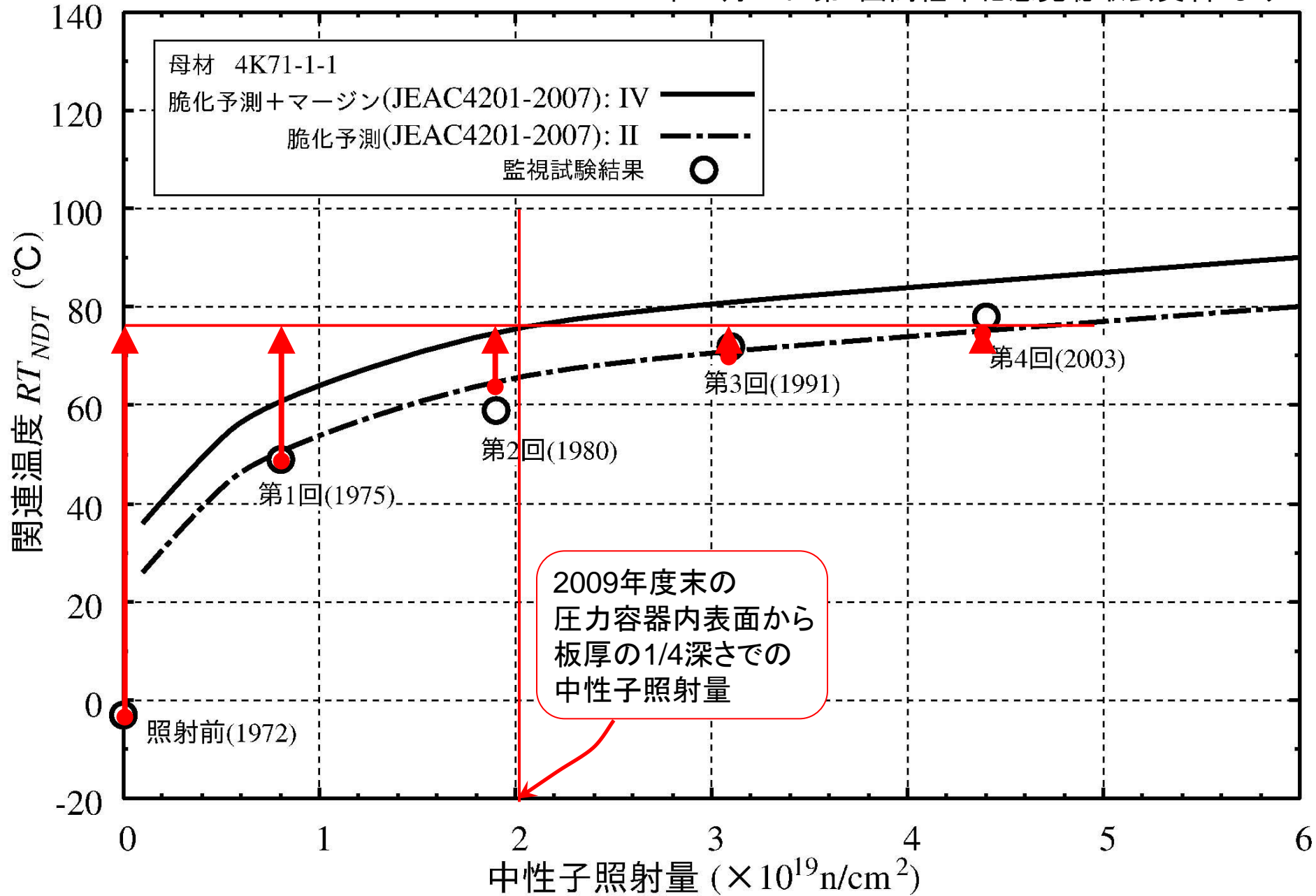


図 玄海1号機 原子炉容器胴部(炉心領域部)中性子照射脆化に対するPTS評価結果

温度シフト量: 美浜2号炉

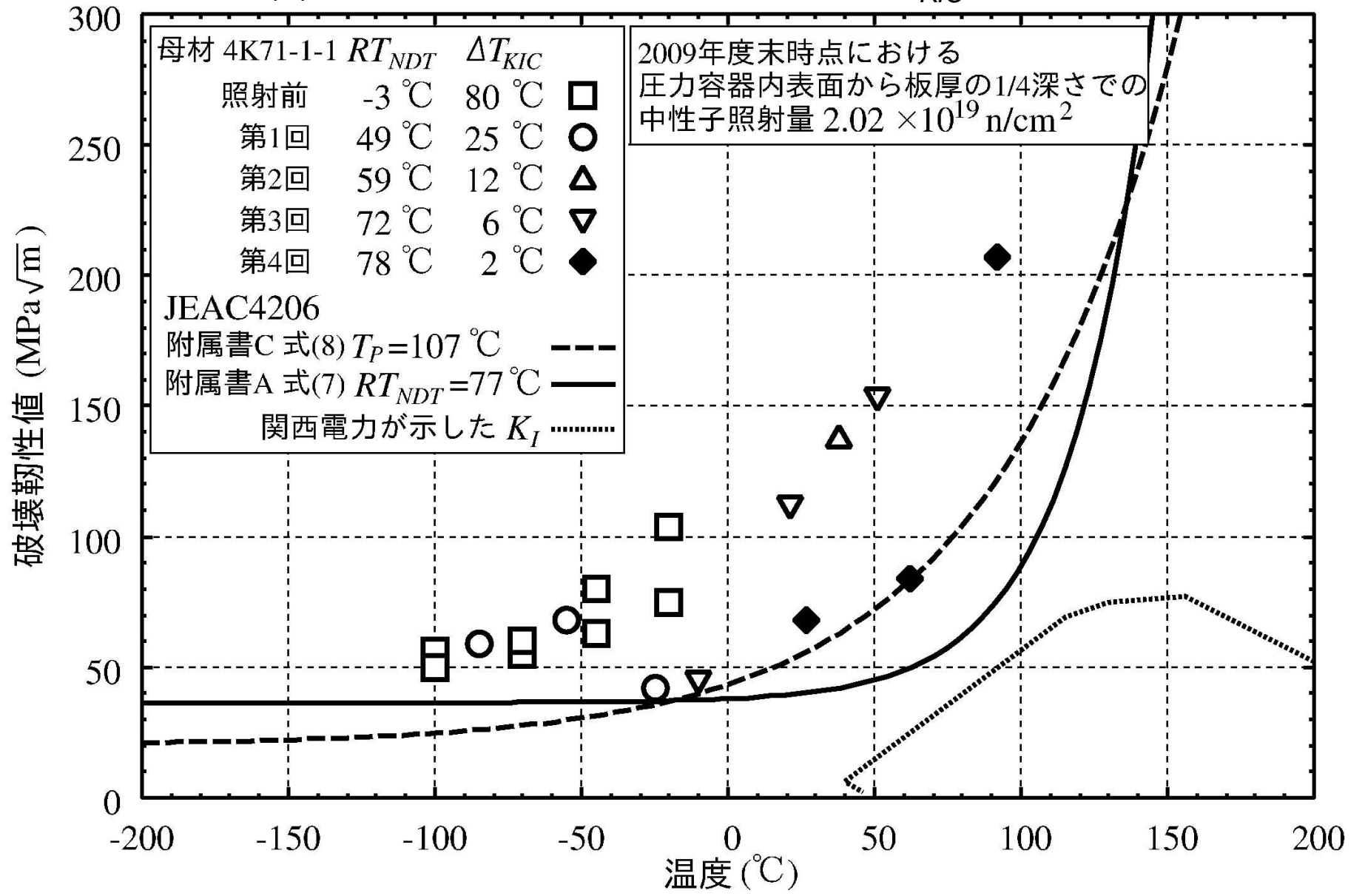
2011年12月28日第3回高経年化意見聴取会資料3より



破壊靱性遷移曲線：美浜2号炉

2012年4月13日第13回高経年化意見聴取会資料2より

C(8)は第4回試験結果に依存→ $\Delta RT = \Delta T_{KIC}$? 下限包絡線?



温度シフトの問題

1. $\Delta RT = \Delta T_{KIC}$ の仮定が不成立。

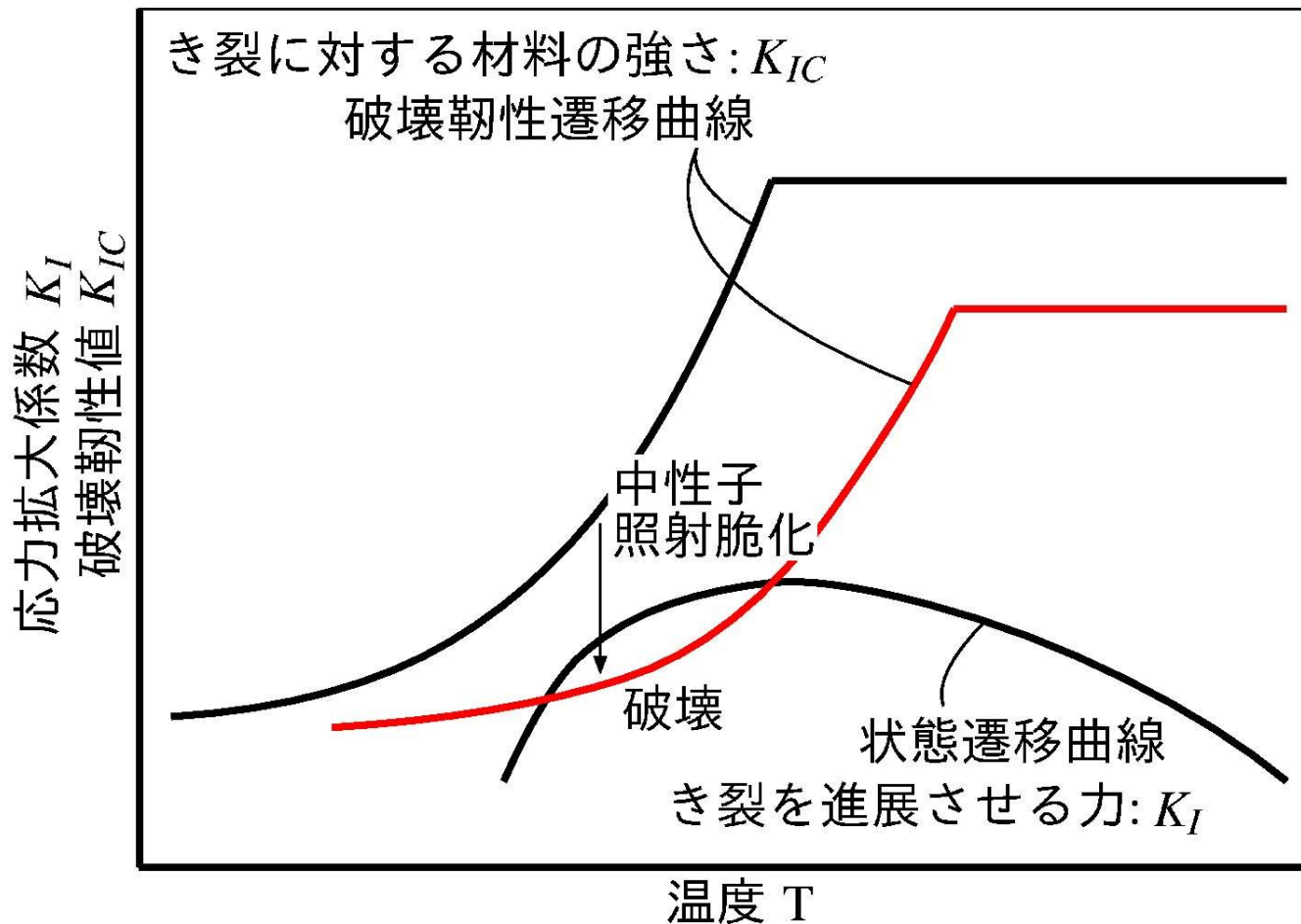
破壊靱性値は温度シフトによる予測以上に
低下している可能性有り

2. 現時点では

JEAC4206附属書Aの式(7)の方が適切
ではないか。

PTS評価：玄海1号炉の破壊靱性値と応力拡大係数

1. 温度シフトと破壊靱性値下限包絡線
2. 浅いき裂の応力拡大係数



JEAC4206-2007:
 压力容器内壁に
 表面長さ60mm,
 深さ10mmのき裂
 本報告:
 表面長さが十分長く、
 深さ3mm, 10mmの
 き裂について検討
 (3.8mm以上のき裂は
 検出可能)

簡易解析の方法

(1) 過渡温度分布

両側境界から熱伝導がある中空円筒の非定常温度分布の解

(2) 各時刻における圧力容器周方向応力

中空円筒の軸対称温度分布下熱応力の解

(3) 各時刻におけるき裂の応力拡大係数

Buchalet & Bamford の近似解

解析条件

圧力容器内半径1.7m, 外半径1.868m

ヤング率200GPa, ポアソン比0.3,

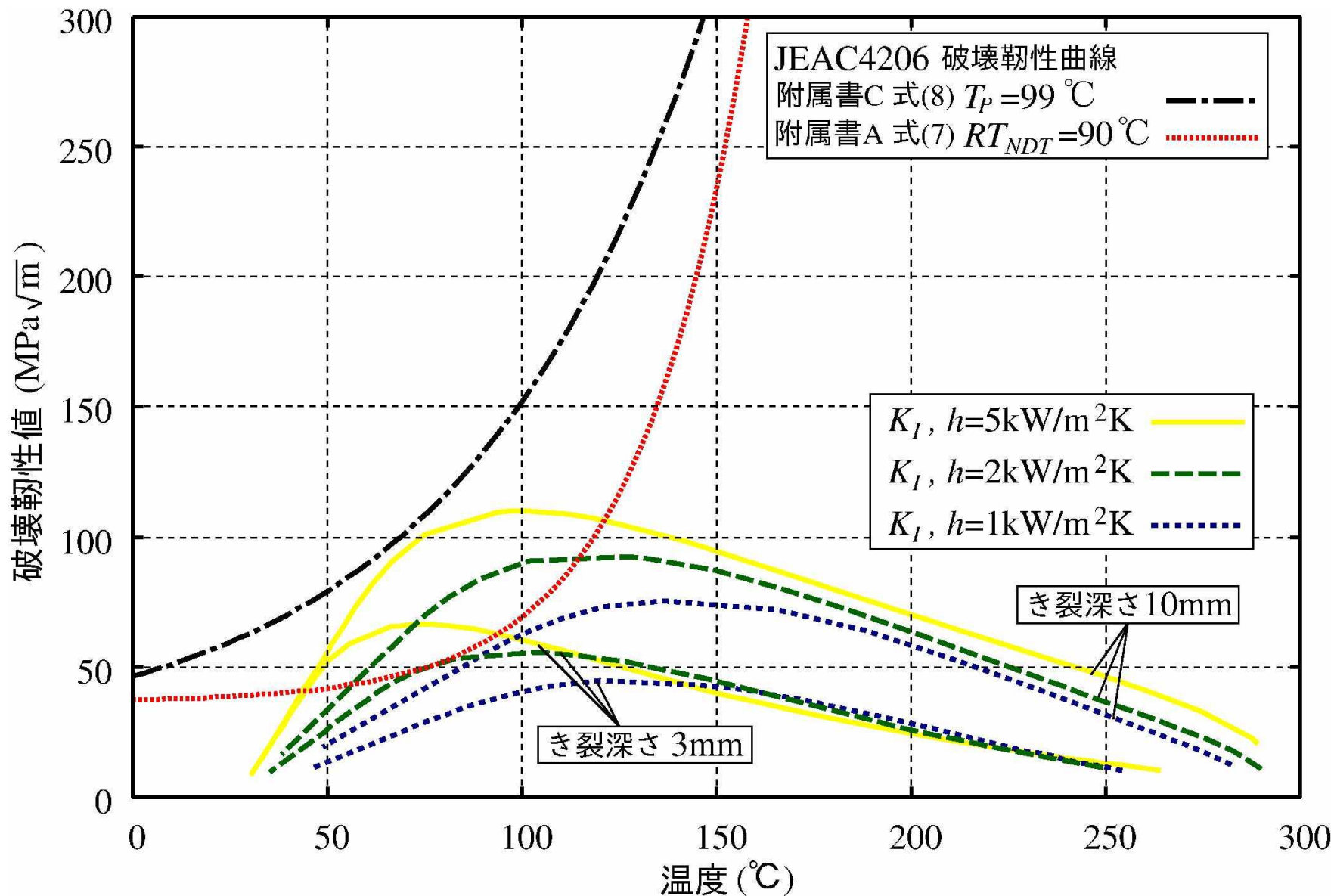
線膨張係数 $1.2 \times 10^{-5} 1/K$, 熱拡散率 $14.1 \times 10^{-6} m^2/s$,

熱伝達率 $h=1, 2, 5 \text{ kW}/m^2K$,

温度変化 $291^\circ\text{C} \rightarrow 27^\circ\text{C}$ (冷却流体は常に 27°C 、外壁は断熱)

玄海1号炉のPTS評価

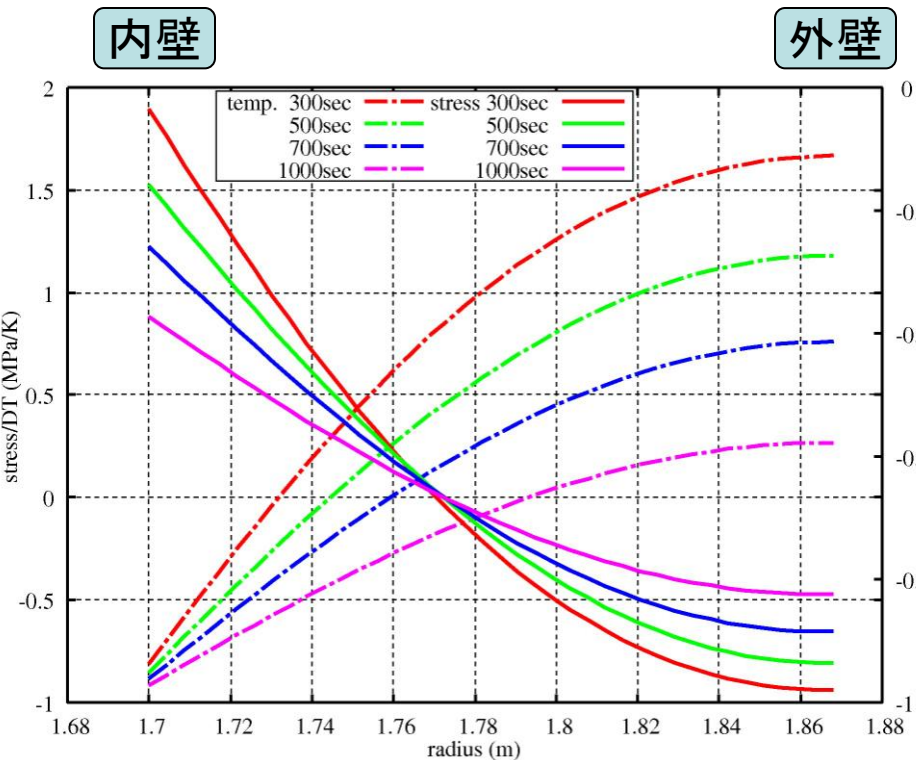
(2011年度時点、压力容器内表面の中性子照射量 $4.0 \times 10^{19} \text{n/cm}^2$)



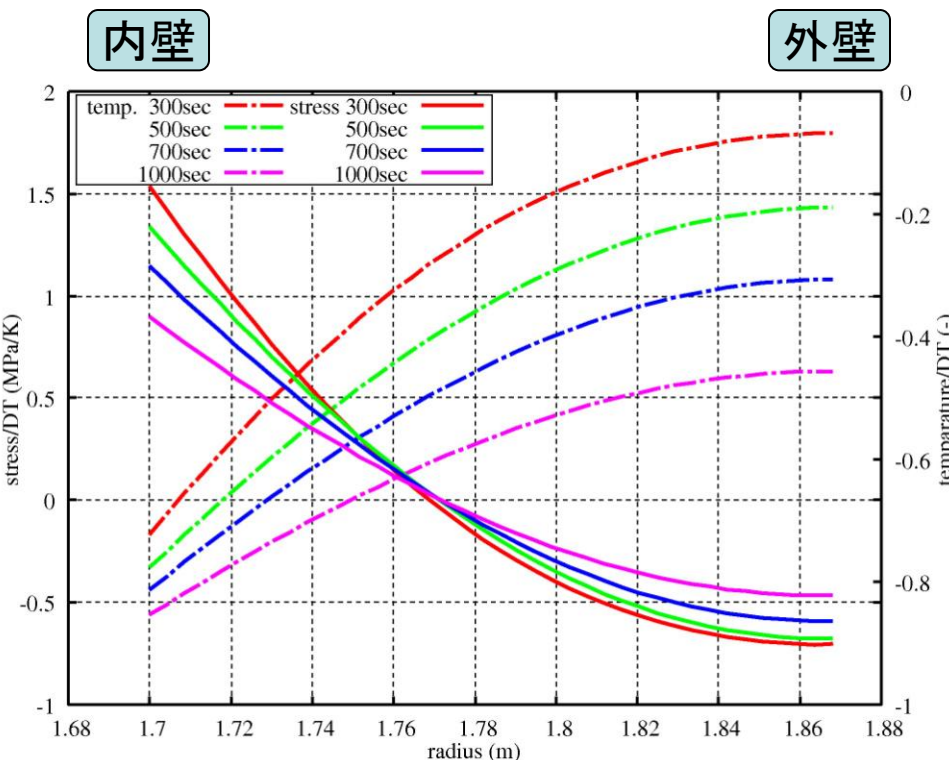
周方向応力分布と温度分布

横軸：半径

左縦軸：応力／温度変化、右縦軸：温度／温度変化



熱伝達率 $h=5\text{kW/m}^2\text{K}$



熱伝達率 $h=1\text{kW/m}^2\text{K}$

熱伝達率によって応力分布は大きく変わる。
場合によっては短いき裂でも危険な場合がある。