

CCNE連続オンライントーク「原発ゼロ社会への道」2022  
第8回

# 原発運転延長問題に見る 原子力規制の形骸化

2022年11月16日

コメント： 井野博満  
原子力市民委員会 アドバイザー



# 4. 原子炉容器の中性子照射脆化はなぜ危険か

## ■ 過酷事故発生のおそれ

原子炉冷却機能喪失事故が発生

非常用炉心冷却設備 (ECCS) が作動  
原子炉内に注水 (← 貯留タンクの冷水)

原子炉容器が急冷され、加圧熱衝撃を受ける

脆化した容器内面にひび割れがあると、  
ひび割れが急速に拡大し、容器が損壊

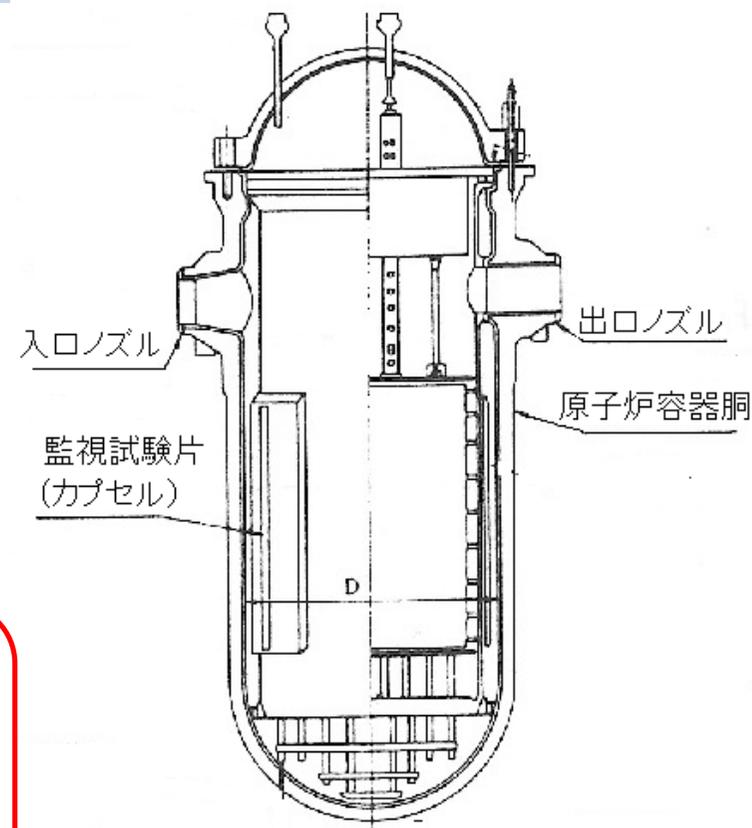
損壊部より冷却水が流出、炉心冷却不全に

炉心が損傷し過酷事故が発生

設計基準事故

- ・原子炉冷却材喪失
- ・主蒸気管破断
- ・蒸気発生器伝熱管破断
- ・その他

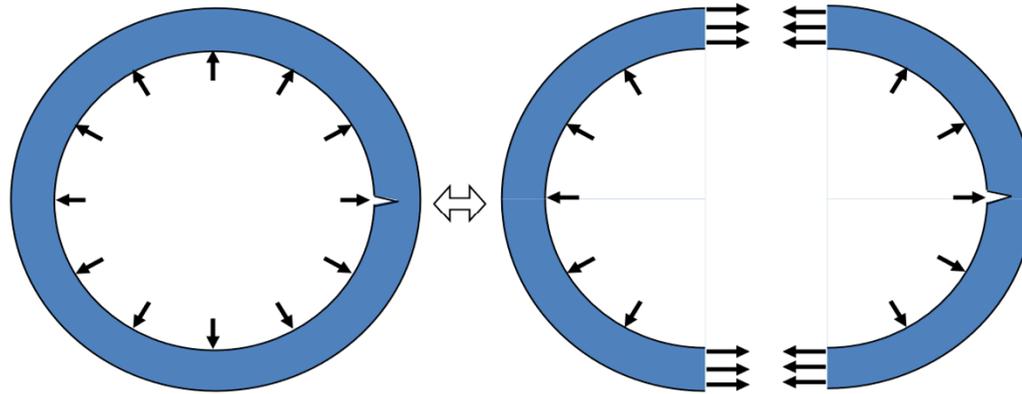
安全設備の  
正常作動が  
過酷事故を  
招く！



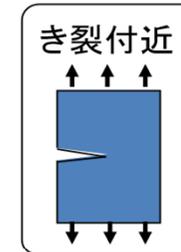
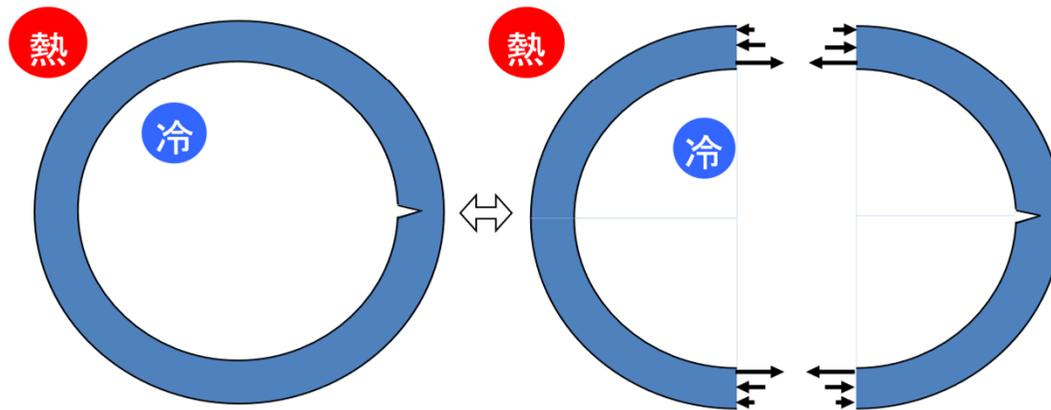
原子炉容器構造概念図  
(PWR)

### 圧力容器に作用する応力

内圧：断面に引張応力



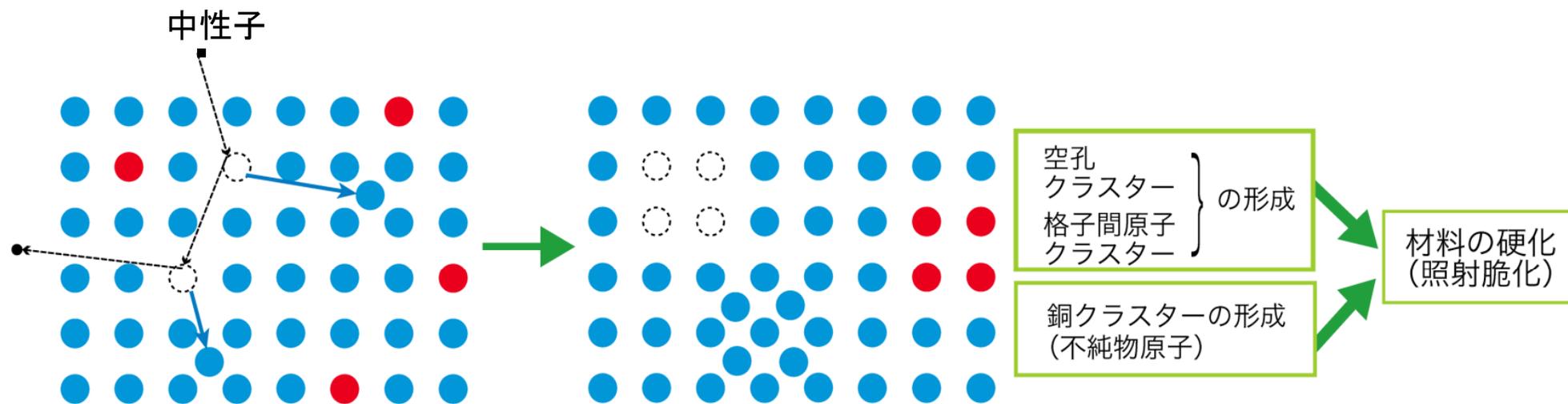
温度差：内側が冷えると断面内壁近くで引張応力



# ■ 中性子照射により金属が脆化するメカニズム

中性子照射による原子のはじき出し

空孔・格子間原子の拡散（移動）



- 鉄原子
- 空孔
- 銅原子(不純物原子)

# 中性子照射脆化の特徴

- (1) 銅クラスター(不純物クラスター)の形成が一段落した後も、格子欠陥クラスター(空孔クラスターや格子間原子クラスター)の形成は限りなく続く
- (2) 材料試験炉での加速照射では、実機の照射脆化を予測できないことが分かってきた(脆化するメカニズムが照射速度によって違ってくる)

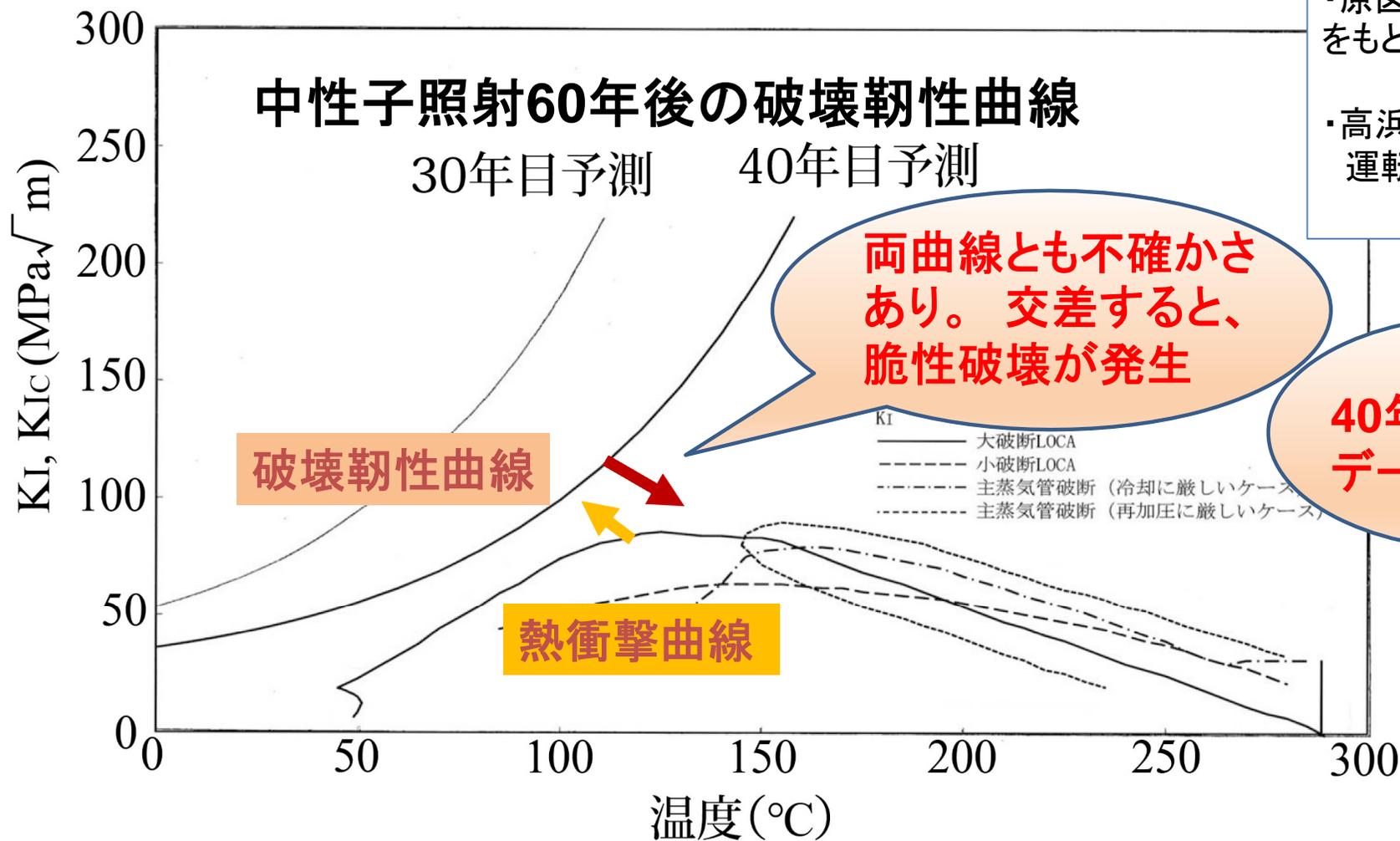
⇒ 運転延長で未知の領域に入る

# 高浜1号炉の加圧熱衝撃評価

【注記】

・原図(関西電力作成)  
をもとに、編集、追記

・高浜1号炉(PWR):  
運転開始 1974年



## 2つの曲線とも不確かさがある

- 破壊靱性(Fracture Toughness)遷移曲線(K I c曲線)

破壊靱性試験の数が少ない。照射量の違う条件のデータを温度シフトして使う「裏技」を使っている。その方法が間違っている

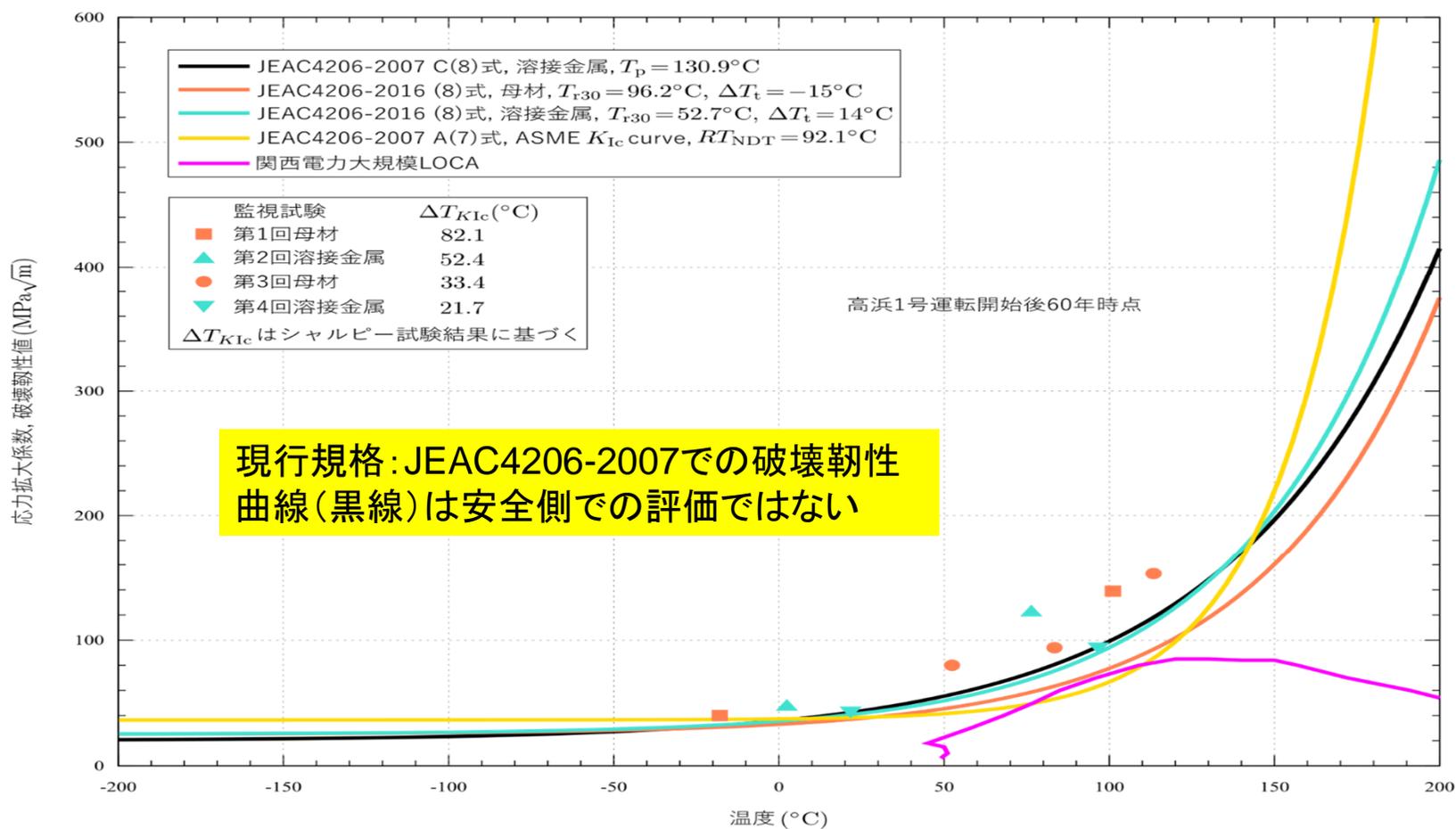
- 裏技とは・・・シャルピー試験で求まる脆性遷移温度のシフト量が、破壊靱性試験でも同じだろうとして温度シフトする方法

- 加圧熱衝撃(PTS, Pressurized Thermal Impact)状態遷移曲線(K I 曲線)

- 圧力容器鋼材が破損しない条件: (K I c曲線) > (K I 曲線)

両曲線の不確かさにより、老朽化した原発ではデッドクロスする危険性が大きい

# 高浜1号炉の破壊靱性遷移曲線 異なる解析法の比較



## 高浜1号炉・2号炉、美浜3号炉での破壊靱性観測データの問題点

- もともと破壊靱性監視試験データが少ないことに加えて、

(1) 4回の監視試験の際、母材か溶接金属のどちらかの破壊靱性値しか測定していない(試験片を入れていなかった)

この事実は、40年廃炉名古屋訴訟でのデータ公開要求の結果、開示された！

(2) 母材と溶接金属双方のデータ点を、母材の破壊靱性曲線を描くのに使っている。同じように照射されているが、両者は別物。シャルピー試験結果は別々に評価されているのに！

## ■中性子照射脆化の審査に関する問題点

- 実機での監視試験片は、**照射年数が40年以下**  
(最長で高浜1号機の37年)。  
**40年超への運転延長は、取得データがない未知の領域に入る。**
- 破壊靱性曲線、熱衝撃曲線ともに、**不確かさ**があることを専門家が指摘<sup>(※)</sup>。この指摘を厳正に**考慮した審査がされていない。**  
⇒ **規制委員会の審査能力欠如** を示す。  
(高浜1・2、美浜3、東海2 の運転延長認可審査)

(※) 例: 小岩昌宏、井野博満「原発はどのように壊れるか 金属の基本から考える」  
編集・発行:原子力資料情報室、発売元:アグネ技術センター(2018年3月)

# 運転延長の際の監視試験片の不足をどうするのか

- もともと40年までの運転を想定していたため、監視試験片が不足する。  
再生試験片でカバーするとしている(山中委員長の記者会見での回答)

監視試験用カプセルには、シャルピー試験用と破壊靱性試験用の2種類の監視試験片が装着されている

- **再生試験片の問題点**

- (1) シャルピー試験: **熱影響部は狭すぎて再生試験片を作れない**  
⇒母材で代表できるとしている(そうでないとする研究結果がある)
- (2) 破壊靱性試験(CT試験): **ミニCT試験片でおこなうとしているが、遷移領域での試験が困難(表面から塑性変形を起こしてしまう)で、信頼性が低い**

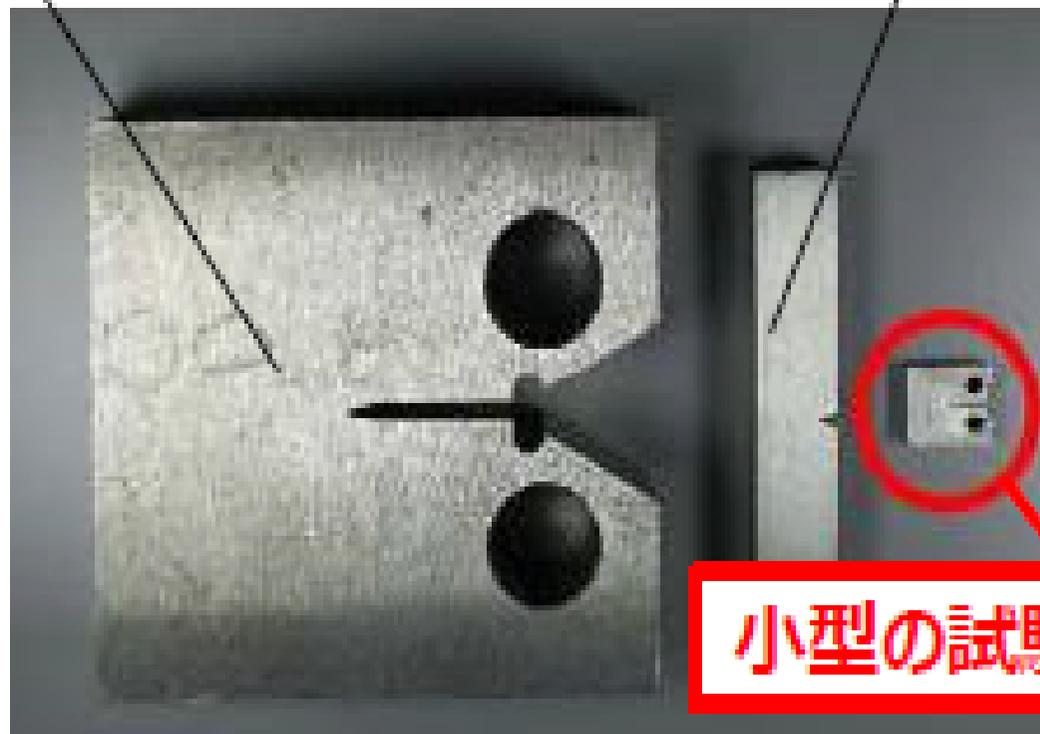
試験片  
(破壊靱性試験片)

試験片  
(シャルピー衝撃試験片)

シャルピー試験片:  
10mm角棒×長さ55mm

破壊靱性(CT)試験片:  
板厚25mm×60mm×62.5mm

ミニCT試験片:  
板厚4mm×10mm×9.6mm  
板厚が薄いので塑性変形  
を起こしやすい



試験片を加工し、複数の小型の試験片を製作