

## 玄海原子力発電所 1, 2号機（廃止措置中）について

玄海 1, 2号機については、運転を終了し、廃止措置を実施しているところです。  
関連温度の結果は、以下の通りです。

### 玄海 1号機の関連温度

取出回数	取出時期	中性子照射量 ( $\times 10^{19}$ n/cm <sup>2</sup> ) [E>1MeV]	原子炉容器が監視試験片の中性子 照射量に到達する相当運転年数 <sup>※1</sup>	監視試験片（母材） の関連温度 <sup>※2</sup> (°C) [実測]
第 1 回	第 1 回定検 (1976 年 11 月)	0. 5	約 5 E F P Y (1982 年頃)	3 5
第 2 回	第 4 回定検 (1980 年 4 月)	2. 1	約 20 E F P Y (2003 年頃)	3 7
第 3 回	第 14 回定検 (1993 年 2 月)	3. 5	約 33 E F P Y ( - ※ <sup>3</sup> )	5 6
第 4 回	第 26 回定検 (2009 年 4 月)	6. 5	約 66 E F P Y ( - ※ <sup>3</sup> )	9 8

### 玄海 2号機の関連温度

取出回数	取出時期	中性子照射量 ( $\times 10^{19}$ n/cm <sup>2</sup> ) [E>1MeV]	原子炉容器が監視試験片の中性子 照射量に到達する相当運転年数 <sup>※1</sup>	監視試験片（母材） の関連温度 <sup>※2</sup> (°C) [実測]
第 1 回	第 1 回定検 (1982 年 2 月)	0. 6	約 6 E F P Y (1987 年頃)	7
第 2 回	第 4 回定検 (1985 年 11 月)	2. 5	約 24 E F P Y (2010 年頃)	8
第 3 回	第 13 回定検 (1997 年 8 月)	4. 0	約 38 E F P Y ( - ※ <sup>4</sup> )	1 3

※ 1 定格負荷相当年数（EFPY）であり、定格出力で連続運転したと仮定して計算した年数。なお、定格負荷相当年数は容器内面から板厚 1/4 の位置において算出。

※ 2 関連温度は脆化の傾向を示すもので、原子炉容器が割れる温度ではなく、この値自体が判定の対象となるものではない。（但し、新設炉に対しては、運転期間末期の予測値が 9.3°C未滿と規定している。）

※ 3 2015 年 4 月 27 日運転終了のため、相当運転年数に到達せず。

※ 4 2019 年 4 月 9 日運転終了のため、相当運転年数に到達せず。



「玄海1号機は老朽化して、脆化が進んだ」と聞きましたが・・・



照射試験片の試験結果により、原子炉容器の健全性を確認しました。

玄海1号機の原子炉容器の材料の粘り強さは、万一の事故時に冷たい水が注入された場合に、材料に作用する力に対して十分な余裕を有していることを確認しました。

また、上部棚吸収エネルギー（材料の粘り強さ）の測定結果についても、JEAC4206※に規定される基準値を満足しており、プラント評価時期の原子炉容器の健全性を確認しています。

※ 電気技術規程 JEAC4206（「原子力発電所用機器に対する破壊靱性の確認試験方法」（社）日本電気協会）に記載

### 玄海原子力発電所1号機試験片の取り出し時期と関連温度

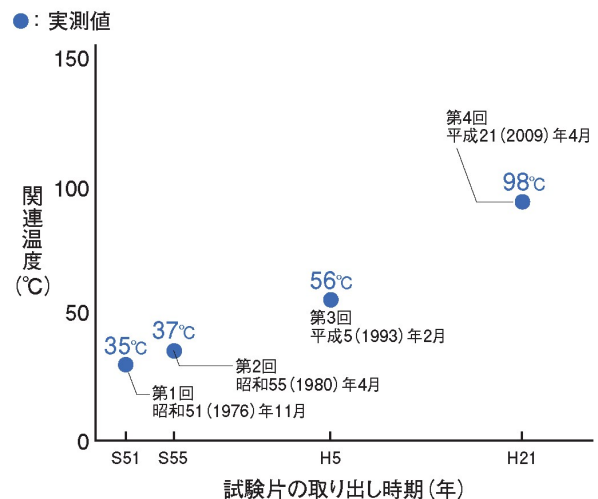
取り出した試験片の実際の試験評価は、（社）日本電気協会の電気技術規程（JEAC）※に基づき行います。

同規程では、粘り強さが変化する目安の温度として「関連温度」※を求めることになっています。

第4回目に取り出した試験片の関連温度は98℃と評価されました。これは、原子炉容器の運転開始から58年後の関連温度を予測していることとなります。

実際の試験片の関連温度の変化は右図のとおりです。

98℃は、性質が変化する境い目であり、原子炉容器が割れる温度ではありません。



※同規程では、「脆性遷移温度」の代わりに、粘り強さが変化する目安になる温度として、「関連温度」を使っています。

### 玄海1号機原子炉容器の中性子照射脆化に対する国の見解について

平成24年8月 原子力安全・保安院は、「玄海1号機の原子炉は、運転時間の経過と共に中性子照射脆化が進んでいるが、通常の運転時だけではなく事故時を想定した場合においても、十分な粘り強さは失われておらず、健全であることを確認した」との見解を示しました。

原子炉容器と同じ材料でできている監視試験片（平成21年4月取り出し）の粘り強さを評価した結果、運転開始から58年時点でも健全であると確認されました。

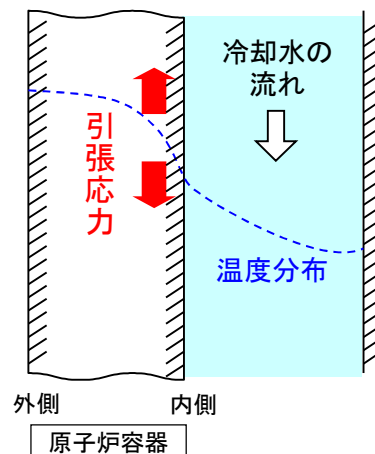
上記については、原子力安全・保安院の「高経年化技術評価に関する意見聴取会」で、専門家により、計14回審議された結果です。

## 玄海 1 号機の原子炉容器の健全性

### (1) 加圧熱衝撃事象に対する原子炉容器の健全性

#### 【万一の事故】

- ・非常用炉心冷却装置が作動することにより、原子炉内に冷たい水が注入された場合、高温である原子炉容器外側と、水と接する内側の温度差により、引張応力が発生します。

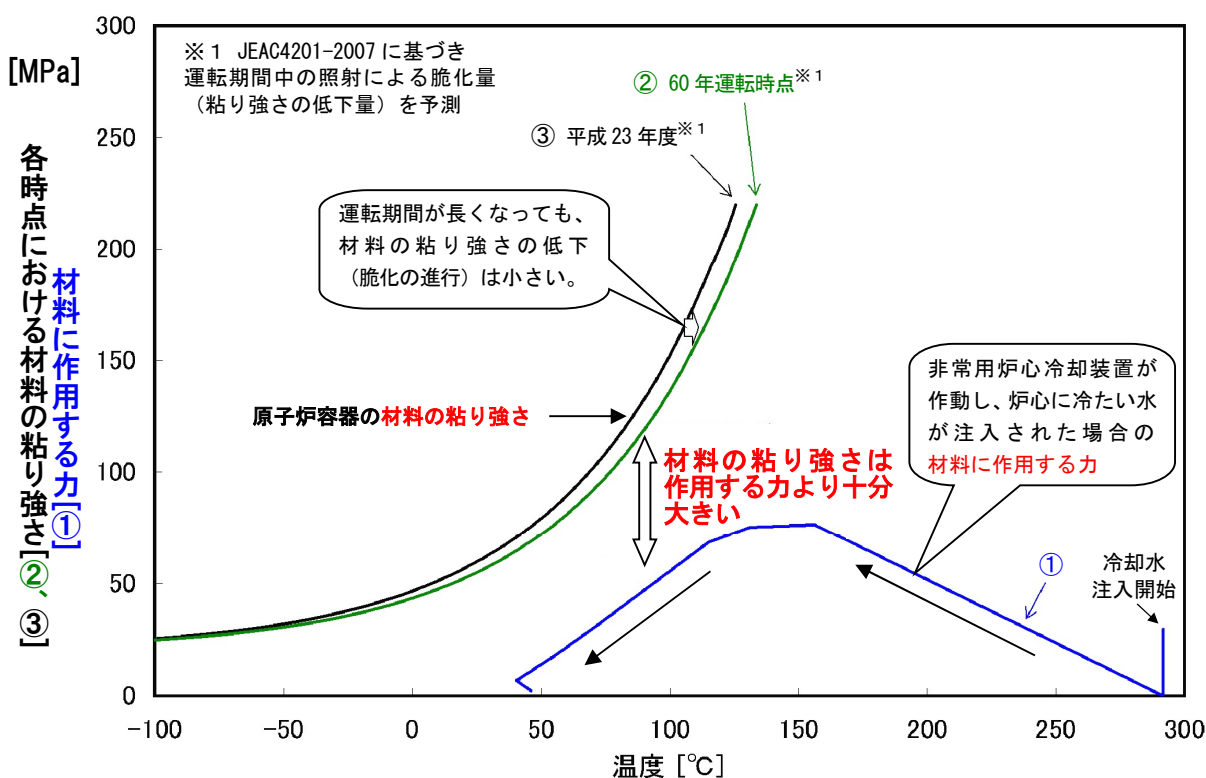


#### 【評価】

- ・玄海 1 号機において、引張応力などにより材料に作用する力は下図の① (青線) のようになります。
- ・第 4 回までの監視試験結果に基づいて設定した 60 年運転相当の材料の粘り強さは② (緑線) となります。

#### 【評価結果】

- ・60年の運転期間でも、材料の粘り強さは、材料に作用する力に対して十分な余裕を有しています。
- ・このことから、玄海 1 号機においては、運転開始後 60 年を経過しても、事故時に冷たい水が注入された場合の原子炉容器の健全性は、十分に確保されます。



【原子炉容器の温度と材料に作用する力、材料の粘り強さの関係】

## (2) 上部棚吸収エネルギー

上部棚吸収エネルギー（材料の粘り強さ）の測定結果は、JEAC4206※に規定される基準値を満足していることから、60年運転を想定しても問題ないことを確認しています。

## (3) 原子炉容器（母材）のマイクロ組織及び化学成分

マイクロ組織観察、化学成分調査を実施した結果、**特異な脆化傾向を示すデータは認められませんでした。**

※ 電気技術規程 JEAC4206（「原子力発電所用機器に対する破壊靱性の確認試験方法」（社）日本電気協会）に記載。

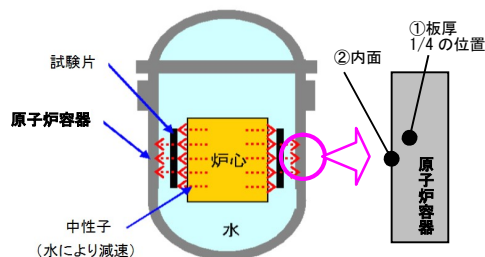
## 【玄海1号機原子炉容器の健全性に関する国の見解（平成24年8月29日）】

○平成24年8月29日、原子力安全・保安院が、「玄海1号機の原子炉は、運転時間の経過と共に中性子照射脆化が進んでいるが、通常の運転時だけではなく事故時を想定した場合においても、十分な粘り強さは失われておらず、健全であることを確認した」との見解を示しました。

○玄海1号機の原子炉容器が受ける中性子の量が、第4回の監視試験片が受けた中性子の量に到達するまでの間※①②、これまでの適切な保守管理・運転管理を前提に、原子炉容器は十分健全であると確認されました。

※① 原子炉容器の内面から板厚の1/4の深さの位置で、運転開始後約85年に相当

※②より厳しく評価できる中性子照射量が多い内面の位置で、運転開始後約58年に相当



○上記については、原子力安全・保安院の「高経年化技術評価に関する意見聴取会」で、専門家7名により、計14回審議された結果です。

玄海 1 号機 原子炉容器の第 4 回監視試験片の機械試験結果

玄海 1 号機第 4 回シャルピー衝撃試験結果を表 1 ～ 3 に示す。

表 1 第 4 回シャルピー衝撃試験結果（母材）

試験温度 [°C]	吸収エネルギー [J]
140	87
140	80
140	75
120	63
120	62
100	47
100	44
100	43
80	30
80	17
60	24
60	23

表2 第4回シャルピー衝撃試験結果（溶接金属）

試験温度 [°C]	吸収エネルギー [J]
160	127
160	125
160	125
130	119
100	82
75	77
75	68
50	65
50	60
50	45
25	20
25	13

表3 第4回シャルピー衝撃試験結果（熱影響部）

試験温度 [°C]	吸収エネルギー [J]
150	170
150	168
110	156
110	123
80	126
19	67
0	33
0	29

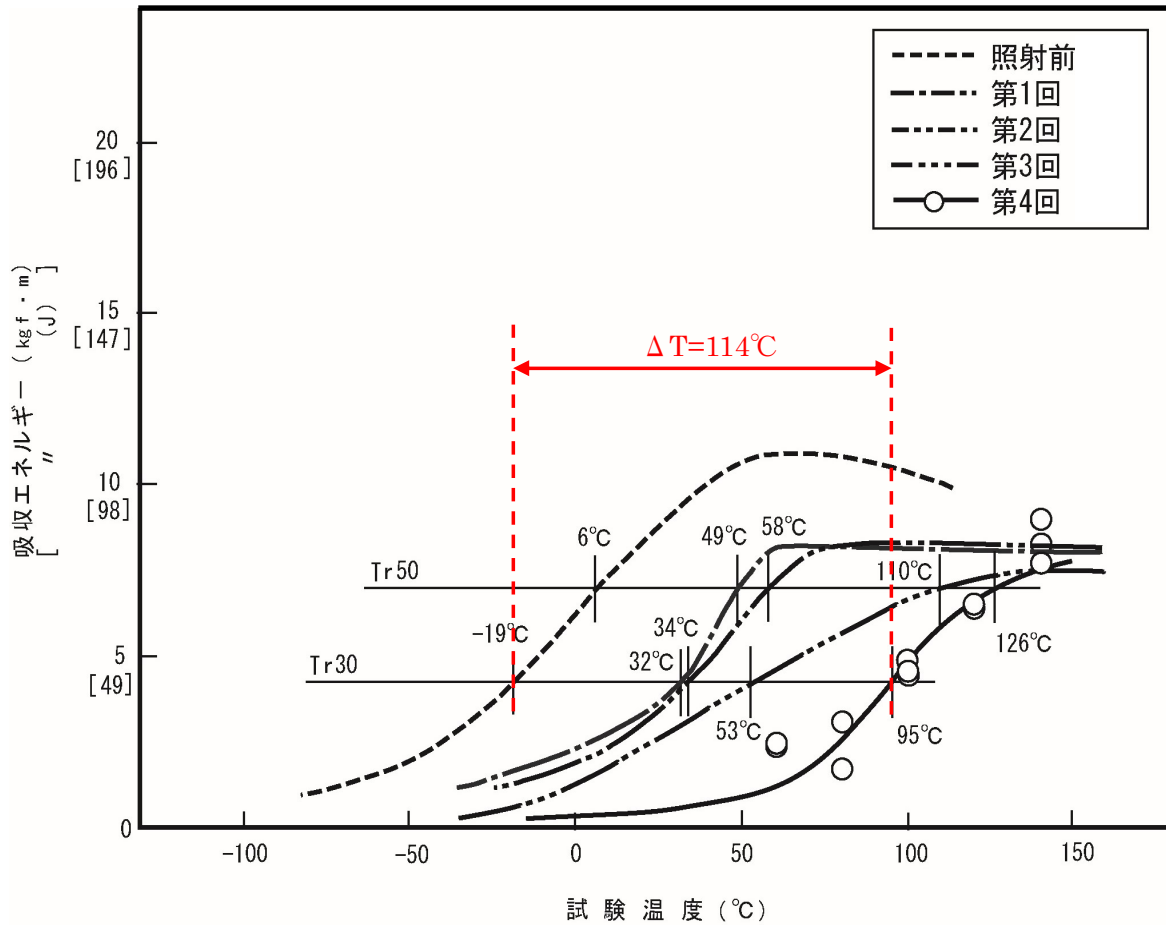


図 玄海 1 号機照射前～第 4 回シャルピー衝撃特性（母材）

Tr30：衝撃試験において 41J の吸収エネルギーを示す遷移温度のことをいう。

Tr50：衝撃試験において 68J の吸収エネルギーを示す遷移温度のことをいう。

○第 4 回試験片の関連温度（脆性遷移温度）

第 4 回試験片の関連温度<sup>※1</sup>

$$= \text{関連温度初期値}(-16^\circ\text{C})^{*\ 2} + \text{温度移行量} \Delta T(114^\circ\text{C})^{*\ 3} = \underline{98^\circ\text{C}}$$

※ 1：関連温度は、関連温度初期値に温度移行量  $\Delta T$  を加算することで算出する。

※ 2：関連温度初期値は、落重試験及びシャルピー衝撃試験を両方実施して算出する。

※ 3：温度移行量  $\Delta T$  = 照射前試験と第 4 回試験のシャルピー衝撃試験による吸収エネルギー 41J に対応する温度の差 =  $95^\circ\text{C} - (-19^\circ\text{C}) = 114^\circ\text{C}$

- ・照射前試験結果シャルピー衝撃試験による吸収エネルギー 41J に対応する温度 =  $-19^\circ\text{C}$

- ・第 4 回試験結果シャルピー衝撃試験による吸収エネルギー 41J に対応する温度 =  $95^\circ\text{C}$

注：照射前から第 3 回監視試験片の機械試験結果については、玄海エネルギーパークで公開しています。