

# 【院内集会】 老朽化原発の審査を問う 「原子炉構造材の監視試験方法」と寿命延長の問題点

- ◆日時：2015年7月30日 14時～15時50分（入館証はロビーにて13時半から配布します）
- ◆場所：衆議院第一議員会館 第四会議室
- ◆参加費：無料
- ◆定員：50人、参加をご希望の方は [contact@cnic.jp](mailto:contact@cnic.jp) または 03-3357-3800 までご連絡ください

## プログラム

1. 問題提起（時間：10分）  
お話：山口幸夫さん（原子力資料情報室）
2. 問われる原子力規制委員会の姿勢（時間：30分）  
...原子力規制委員会の「原子炉構造材の監視試験方法」是認審査の問題点を解説  
お話：小岩昌宏さん（京都大学名誉教授）
3. 老朽化原発の危険性（時間：40分）  
...高浜原発1号機の圧力容器脆化や川内原発1号機の審査遅れを解説  
お話：井野博満さん（東京大学名誉教授 / 原子力市民委員会委員 / 柏崎刈羽原発の閉鎖を訴える科学者・技術者の会代表）

- 主催 / 連絡先 認定特定非営利活動法人 原子力資料情報室（担当：松久保）  
〒162-0065 東京都新宿区住吉町 8-5 曙橋コーポ 2B  
TEL.03-3357-3800 FAX.03-3357-3801 URL: <http://cnic.jp/> Email: [contact@cnic.jp](mailto:contact@cnic.jp)

## 【原発ゼロの会ヒアリング】

- ◆日時：2015年7月30日（木）16時00分～17時30分
- ◆場所：衆議院第一議員会館 第四会議室
- ◆主催 超党派「原発ゼロの会」  
連絡先：阿部知子事務所（事務局） Tel: 3508-7303（衆議院内線:50424） / Fax: 3508-3303  
E-mail: [usami@abetomoko.jp](mailto:usami@abetomoko.jp) 原発ゼロの会ブログ <http://genpatsu0.cocolog-nifty.com/blog/>

## プログラム

1. 趣旨説明
2. 質問書への原子力規制庁からの回答
3. 出席議員・有識者を交えた質疑・討議

## 不適切な審査で老朽化原発の運転が図られている

【院内集会】 および【規制庁ヒアリング】 への参加を呼びかけます

(案内は裏面チラシを参照ください。)

主催 原子力資料情報室

主催 原発ゼロの会

原子力規制委員会は、「原子力構造材の監視試験方法の技術評価」（日本電気協会規格：JEAC4021-2007）の審査を7月末にも終えようとしています。それを受けて、老朽化した高浜原発1号機・2号機、美浜原発3号機の60年までの寿命延長が目論まれています。

この規格は、原子炉圧力容器の経年劣化（中性子照射脆化）を予測するためのものですが、その脆化予測式には元の計算式に初歩的ミスがある、計算プロセスやデータが公開されておらず追試ができない、など多くの問題が指摘されています。にもかかわらず、日本電気協会は、予測式の見直しをせず、計算式（反応速度式）の係数を変えただけの[2013年追補版]の是認（エンドース）を規制委員会に求めています。

原子力発電所の心臓部である原子炉圧力容器の健全性を監視するための脆化予測が正しくなければ、圧力容器の脆性破壊という大事故が起こる危険性を知ることができません。万が一にもこのような危険があるならば、原発の運転は許されません。

高浜原発1号機監視試験の結果は、脆性遷移温度が99°Cに達し、廃炉が決まった玄海原発1号機を超える最悪の状態です。私たちは、高浜1号機の安全性が疑問だと考えており、その寿命延長と運転再開には強い危惧を抱いています。

また、規制委員会発足後、初の再稼働が進められている川内1号機では、運転開始30年以内におこなわなければならない高経年化技術評価書の審査が完了していません。

事態の重大さ・緊急さから、上記院内集会および規制庁ヒアリングへのご参加を願う次第です。

(案内は裏面チラシを参照ください。)

“その時点で最新の技術であっても、5年後、10年後には古くなっている” 原発

1. 1995年「原子力資料情報室通信」で原発老朽化問題、7回連載

- ・86年11月、米サリー原発2号炉で給水ポンプ入口配管ギロチン破断、4人死亡
- ・配管の損傷、炉心シュラウド損傷、制御棒案内管の損傷、圧力容器中性子照射脆化、蒸気発生器の老朽化等々、つぎつぎに発生

2. 2002年、東京電力・柏崎刈羽原発のトラブル隠し

- ・2002年8月KK3号機のシュラウドにひび割れ、完成して9年目の“まだ新しい原発”  
⇒『検証 東電トラブル隠し』（原子力資料情報室、岩波ブックレットNo.582、2002）

3. 2003年、「原発老朽化問題研究会」発足

⇒『老朽化する原発－技術を問う－』（原子力資料情報室、2005年）

- ・原発老朽化問題を多面的に指摘した論集
- ・原発に使われる鋼材の種類、金属疲労、腐食、圧力容器の中性子照射脆化、配管やシュラウドのひび割れ等々

4. 日本の原発

- ・2015年7月30日現在、 つくった56基のうち、廃炉が13基、⇒ 43基
- ・2030年時点、 全部が再稼働して、新增設はないとすると、40年超25基、  
40年未満18基  
18基－36年超8基－2基＝8基、 エネルギー割合で～8%

○原発は

1. 必ず、核廃棄物を伴う — 10万年の憂鬱
2. 誰かを犠牲にしないと成り立たない技術 — 倫理的に断念すべき技術
3. 核兵器と表裏をなす — “「平和利用」だけ”、は可能か ？？
4. 電気を作るだけ — 電気をつくる方法はほかに、ある

(以上)

【院内集会】 老朽化原発の審査を問う

問われる原子力規制委員会の姿勢

原子炉圧力容器の脆化予測法

JEAC4201-2007(2013年追補)

の技術評価

小岩 昌宏

2015年7月30日(木)14時~

衆院第一議員会館 第四会議室

参考文献

原子炉圧力容器の照射脆化  
脆化予測法JEAC 4201-2007は誤っている  
金属 85(2015) 2月号 87.

0

加圧水型原子炉 PWR

原子炉圧力容器

格納容器

315°C 150気圧

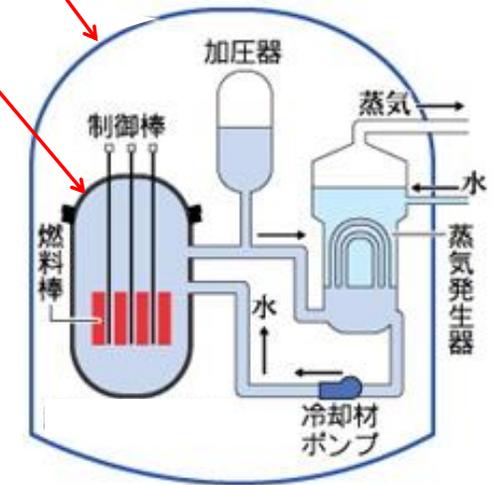
内径6m, 板厚180mm

高さ22m

総重量 910トン

低合金鋼

(Mn, Ni, Mo, 1%前後)



1

原子炉圧力容器 は巨大な鉄鋼構造物であり、  
鉄鋼材料の宿命ともいべき低温脆性を示す。

延性-脆性遷移 温度 (Ductile-Brittle Transition Temperature)

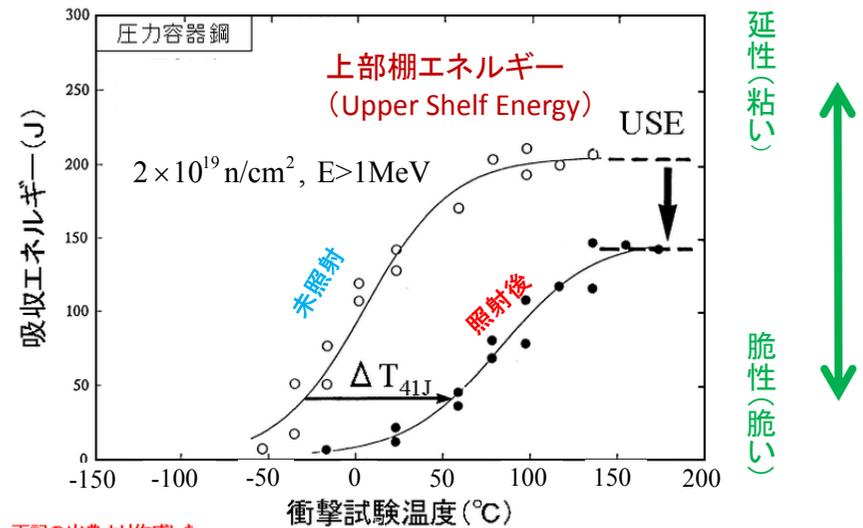
建設当初は -20°C程度であるが

中性子照射によりDBTTが上昇 ~? °Cになると危ない

ECCS(強制冷却水注入装置) 300°C付近→100°C付近  
熱応力で破損し放射性物質が外に漏れる危険性がある

監視試験片を圧力容器内に置き、一定の期間ごとにとりだして試験  
炉心に近い場所に置かれるから、圧力容器そのものより多量の中性子照射  
を受けている。このことを考慮して、データ解析、解釈を行う

2



下記の出典より作成した。

図2 シャルピー吸収エネルギー遷移曲線の中性子照射による変化

JMTR Japan Materials Testing Reactor 材料試験炉 大洗

3

# JEAC 4201 「原子炉構造材の監視試験方法」

Japan Electric Association Code

日本 電気 協会 原子力規格委員会

圧力容器用鋼材の照射による変化を調査し、評価するための監視試験方法について規定1970年に制定。数年ごとに改訂

JEAC 4201-2007

JEAC 4201-2007 [2010年 追補版]

JEAC 4201-2007 [2013年 追補版]

JEAC: 電気技術規程  
JEAG: 電気技術指針

現在の検討対象

民間規格, 学協会規格

JIS(日本工業規格) 工業標準化法に基づく国家規格

以前の予測式 JEAC 4201-1991

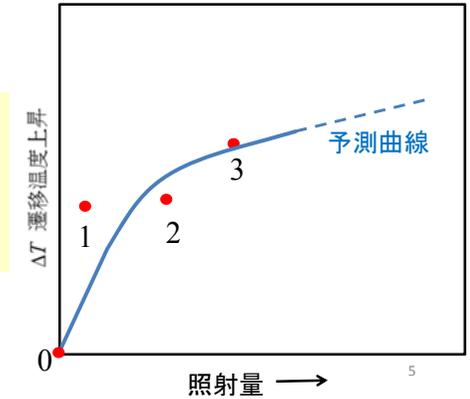
化学成分(Cu, Ni, P), 中性子照射量  $f$   
関数形を仮定し、蓄積されたデータに合うように係数の値を決定

$$\Delta RT_{NDT} = (-16 + 1210 \cdot P + 215 \cdot Cu + 77\sqrt{Cu \cdot Ni}) \cdot f^{0.29 - 0.041 \log f}$$

照射による脆性遷移温度の上昇

現在の予測式

JEAC4201-2007  
電力中央研究所が開発  
機構論に先導された予測手法



現在の予測式 JEAC4201-2007

電力中央研究所が開発  
機構論に先導された予測手法

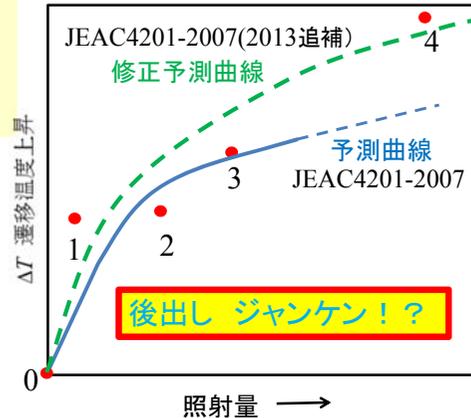


軽水炉用圧力容器鋼材の照射脆化予測法の式化に関する研究

研究報告: Q06019

平成19年4月

電力中央研究所



この予測法に誤りがある ことを3年前に指摘した

- それを認めようとしない日本電気協会
- 原子力規制委員会による技術評価が進行中
- 高浜1, 2号機の運転延長問題

京都新聞 2012年3月14日

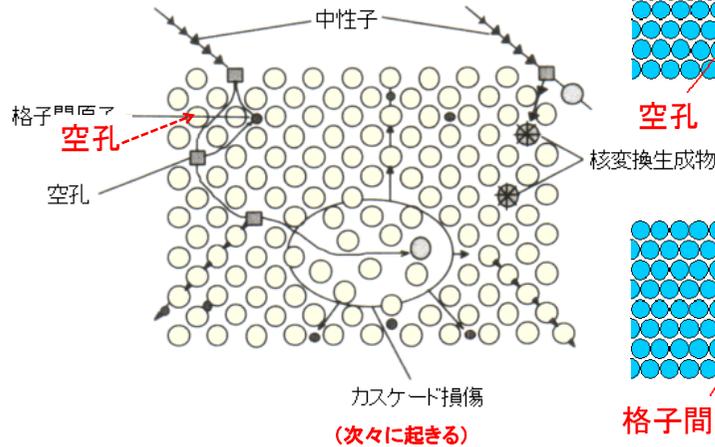
電中研モデルの考え方を説明する前に

- 圧力容器鋼中の不純物銅(Cu)の量が脆化に関係
- 中性子照射による空孔の形成 (空孔は原子の拡散を助ける)

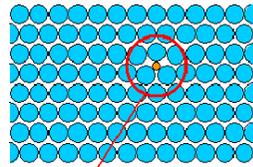
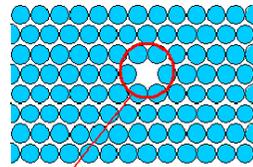


## 中性子照射でなにが起こるか？

中性子は原子を弾き飛ばし、  
空孔 と 格子間原子 を作りだす。



## 格子欠陥(点欠陥)



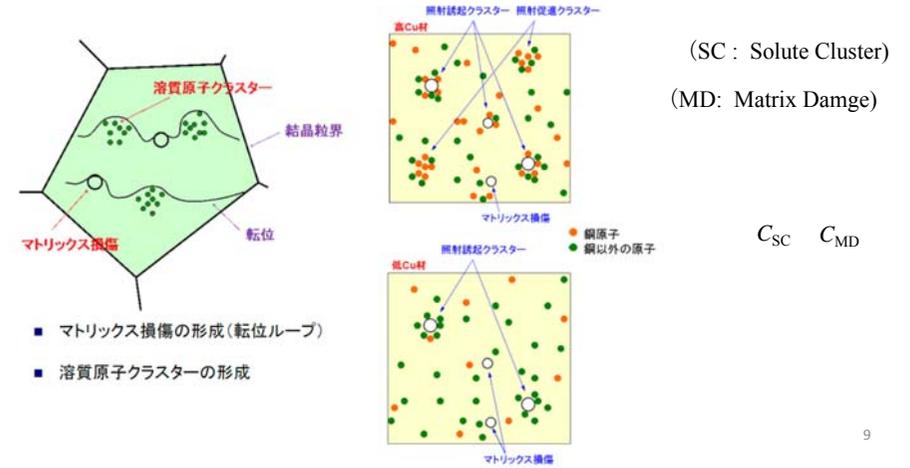
8

## 電中研の脆化予測法 の考え方

2種類の欠陥の濃度により延性-脆性遷移温度が計算できる。

溶質原子クラスター  
マトリックス損傷

$C_{SC}$  銅などの溶質原子を含む  
 $C_{MD}$  転位ループ



溶質原子クラスター, マトリックス損傷, マトリックス中の Cu

$C_{SC}$   $C_{MD}$   $C_{Cu}^{mat}$

3つの量についての反応速度式を書く。(21個の未定係数)  
これらの式を数値積分して、欠陥濃度を求める。  
実験データに合うように未定係数の値を決める。

$$\frac{\partial C_{SC}}{\partial t} = \frac{\partial C_{SC}^{ind}}{\partial t} (\text{照射誘起クラスター形成}) + \frac{\partial C_{SC}^{enh}}{\partial t} (\text{照射促進クラスター形成}) = -$$

$$\frac{\partial C_{MD}}{\partial t} = \text{---}$$

$$\frac{\partial C_{Cu}^{mat}}{\partial t} = \text{---}$$

Cu の 拡散係数 (中性子束  $\phi$  に依存)

$$D_{Cu} = D_{Cu}^{thermal} + \eta_1 \cdot \phi^{\eta_2}$$

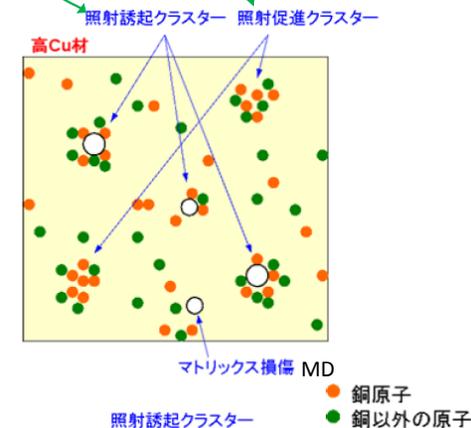
10

## 溶質原子クラスター $C_{SC}$

$$\frac{\partial C_{SC}}{\partial t} = \xi_3 \cdot ((C_{Cu}^{mat} + \varepsilon_1) \cdot D_{Cu} + \varepsilon_2) \cdot C_{MD} + \xi_8 \cdot (C_{Cu}^{avail} \cdot D_{Cu} \cdot (1 + \xi_7 \cdot C_{Ni}^0))^2$$

第1項 マトリックス損傷 を目指してCu 原子が拡散する。

第2項 動き回る2個のCu 原子が出会うと、核が形成される。



拡散係数の次数

第1項  $D_{Cu}$

第2項  $D_{Cu}^2$

2項の次元が違う！！

次元一致の原理

物理現象を支配する方程式の  
各項は同じでなければならない。

長さ+面積??

11

21個の未定係数  $\xi_i$  を含むこれらの式を数値積分して、 $C_{SC}$   $C_{MD}$  を求める。  
実験データに合うように  $\xi_i$  の値を決める。



実際には、21個の未定係数  $\xi_i$  をある値に決めて、これらの式を数値積分して、 $C_{SC}$   $C_{MD}$  を求める。  
その  $C_{SC}$   $C_{MD}$  から  $\Delta T$  (遷移温度上昇)を計算し、実験データに合う  $\xi_i$  の組をさがす。

### JEAC 4201改訂に関する経緯

2007年 JEAC 4201-2007制定 (電力中央研究所報告 Q06019)

2012年 3月 原子力安全保安院 高経年化技術の評価に関する意見聴取会

電中研 JEAC 4201-2007改定案提示

井野博満 委員 電中研モデルの誤りを指摘

2012年 10月 ~ 2013年 8月 日本電気協会へ意見提出 (小岩, 井野)

2013年 6月 21日 日本電気協会原子力規格委員会

JEAC 4201-2007 [2013年追補版] 制定案 公衆審査

2013年 8月 15日 小岩 井野 意見提出

2013年 10月 3日 日本電気協会原子力規格委員会

変更する必要はないものと判断しました。

2015年 1月 原子力規制委員会 技術評価作業

原子炉構造材の監視試験方法の技術評価に関する検討チーム

第1回 1月26日, 第2回 2月24日, 第3回 3月16日, 第4回 6月25日

### 参考資料 1-1

日本機械学会「維持規格」及び日本電気協会「原子炉構造材の監視試験方法」に係る技術評価の実施について

平成27年1月7日

原子力規制委員会

なお、必要に応じ、原子力規制委員会に検討状況を報告し、維持規格については平成27年9月、監視試験方法については平成27年3月を目途に技術評価書案及び基準解釈文書案をとりまとめる。

監視試験方法については、既に技術評価されている2007年版/2010年追補版と2013年追補版との相違点について技術的妥当性を評価する。

この規格の元となった電力中央研究所の脆化予測モデルに誤りがあることが2012年に指摘された。したがって技術評価を行うにあたっては、2007年版に立ち戻って検討を行うべきである。基礎となる関係式の誤りが指摘されている以上、その検討を先ず行うべきである。

### 電中研モデルについて統計家 吉村功さんの意見を訊いた

電力中研予測式には  $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \xi_1, \xi_2, \dots, \xi_{17}, \eta_1, \eta_2$  という21個のパラメータが含まれる

吉村さんの意見

(基礎となる反応速度式に誤りがあるのだから)

現象を数式で表すための実験式である、と視ると、

パラメータ数は(常識の範囲を超えて)多すぎる。

- パラメータの一意性が成り立っていない可能性
- 推定値の間の独立性が失われる可能性
- 当てはめすぎ現象で予測式の妥当性が失われる可能性

PWR 公称照射温度が283°C, 中性子束が  $1 \times 10^8 \text{ n/cm}^2 / \text{s}$   
 $5 \times 10^{11} \text{ n/cm}^2 / \text{s}$

Ni (mass%) 0.50~1.10  
 Effective Full Power Year 全出力換算年 1~60  
 $10^{18} \sim 10^{20} \text{ n/cm}^2$

Cu (mass%) 0.04~0.20

附属書表B-2100-1(1/22) 加圧水型原子炉压力容器に対

【公称照射温度が283°C, 中性子束が $1 \times 10^8 \text{ n/cm}^2 / \text{s}$ 】に対する $\Delta RT_{NDT}$ 値

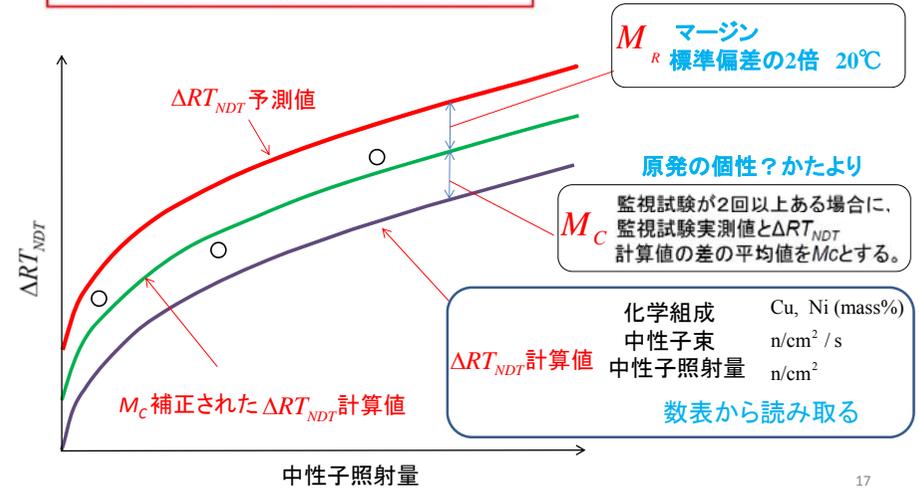
Ni (mass%)	EFPY	Cu (mass%)														
		0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14				
0.50	1	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.8	3.2	3.6	4.0	4.4
	1.5	0.5	0.5	0.7	0.9	1.2	1.5	1.9	2.3	2.7	3.1	3.5	3.9	4.3	4.7	5.1
	3	0.6	0.7	1.0	1.4	1.9	2.4	3.0	3.7	4.4	5.1	5.8	6.5	7.2	7.9	8.6
	6	0.8	0.9	1.4	2.2	3.0	4.0	5.1	6.3	7.5	8.9	10.2	11.5	12.8	14.1	15.4
	9	0.8	1.1	1.8	2.9	4.2	5.6	7.1	8.8	10.6	12.4	14.2	16.0	17.8	19.6	21.4
	12	0.9	1.2	2.2	3.6	5.3	7.1	9.1	11.2	13.5	15.9	18.4	20.8	23.2	25.6	28.0
	15	0.9	1.3	2.6	4.3	6.3	8.6	11.0	13.6	16.3	19.2	22.1	25.0	27.9	30.8	33.7
	18	0.9	1.5	3.0	5.0	7.4	10.0	12.9	15.9	19.0	22.3	25.6	28.9	32.2	35.5	38.8
	24	0.9	1.7	3.8	6.4	9.5	12.9	16.4	20.2	24.0	27.8	31.6	35.4	39.2	43.0	46.8
	32	1.0	2.1	4.8	8.2	12.1	16.4	20.7	25.2	29.6	34.0	38.3	42.7	47.0	51.4	55.7
	40	1.0	2.5	5.8	10.0	14.6	19.5	24.5	29.4	34.2	38.8	43.5	48.1	52.7	57.3	61.9
	48	1.0	2.9	6.8	11.7	16.9	22.4	27.7	32.9	37.8	42.5	47.2	51.9	56.6	61.3	66.0
	60	1.0	3.4	8.2	14.0	20.0	26.0	31.7	37.0	41.9	46.4	50.9	55.4	59.9	64.4	68.9
	1	0.4	0.5	0.6	0.9	1.1	1.4	1.8	2.1	2.5	2.9	3.3	3.7	4.1	4.5	4.9

### 遷移温度変化量の予測値計算法

$RT_{NDT}$ 調整値の計算(JEAC4201-2007)

$$RT_{NDT} \text{調整値} = \text{初期}RT_{NDT} + \Delta RT_{NDT} \text{予測値}$$

$$\Delta RT_{NDT} \text{予測値} = [\Delta RT_{NDT} \text{計算値} + M_C] + M_R$$



### 遷移温度変化量の予測値計算法の分かりにくさ $M_C$ というわかりにくい量を導入せざるを得ないこと

$M_C$  計算式からの系統的な偏りを示す指標  
 個別原子炉ごとの偏り補正

それは何を意味するか?

- 1) 予測式に間違いがある.
- 2) 予測式に表現されていない未知の因子がある.

のいずれかである

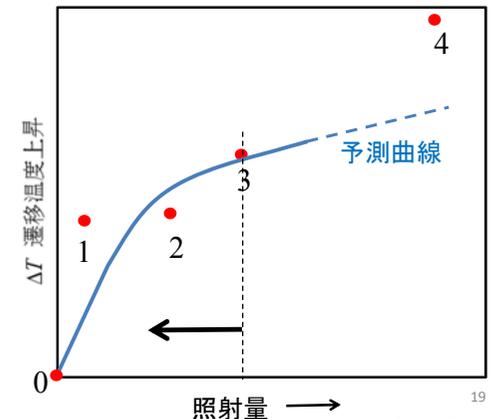
結論 JEAC4201-2007およびその追補版は  
 根本から検討しなおす必要がある.

電中研予測式は外挿に用いるべきではない。

“玄海1号の第4回監視試験片など高照射量のデータが従来のJEAC4201-2007による予測から大きく外れたため、パラメータ フィティングをやり直して今回のJEAC4201-2007(2013追補版)を出さざるを得なくなった”という事態そのものが、外挿が不可であることを雄弁に物語っている。

データ点 1, 2, 3 を元に導いた予測曲線は、3以下の照射量の範囲で用いるべきだ。

原子力規制委員会は、JEAC4201-2007(2013追補版)を差し戻すべきである。



## まとめ

- JEAC4201-2007が基礎を置く 電力中央研究所予測法の反応速度式には、次元一致の原則を破るなど致命的な誤りがある。
- JEAC4201-2007の予測式を実験式と見なした場合、19個の未定係数は常識の範囲を超える多さで、さまざまな問題を内包する。  
“予測式”は既存データの相関式と解され、外挿に用いてはならない。
- JEAC4201-2007の予測法は、個別原子炉ごとの補正( $M_C$ 補正)を行っている。このことは、予測式に
  - (a) 間違いがある。
  - (b) 表現されていない未知の因子があるのいずれかで、抜本的検討が必要である。

したがって、原子力規制委員会は、JEAC4201-2007(2013追補版) を是認(endorse)すべきでない。

- 高浜1号機において、現在得られている監視試験片の中性子照射量は、運転開始60年時点で圧力容器表面が受けると予想される照射量に満たない。原子力規制委員会は、20年運転延長を認めてはならない。

## 老朽化原発の安全審査はどうか？ —高浜原発1号機と川内原発1号機—

井野博満

2015年7月30日、衆議院第一議員会館  
原子力資料情報室＋原発ゼロの会 主催

1

## 40年を超えての運転延長を目論む 高浜原発1・2号機、美浜3号機

2

## 老朽化原発は廃炉へ向かうか？

### 今年3月、廃炉が決まった原発

敦賀1号機(1970運転開始)、美浜1号機(1970)、  
同2号機(1972)、島根1号機(1974)、  
玄海1号機(1975)

### 60年までの延長を申請している原発

高浜1号機(1974)、2号機(1975)、  
美浜3号機(1976)

### 2030年に40年を超える原発・・・このほか22基

川内1号機(1984)、同2号機(1985)など

3

- 高浜1号機・・・99℃
  - 高浜2号機・・・44℃
  - 高浜4号機・・・41℃  
(← 59℃)
  - 川内1号機・・・36℃
  - 川内2号機・・・31℃
  - 伊方1号機・・・30℃
  - 美浜3号機・・・30℃
- この原発を寿命延長とは！
- 玄海1号機・・・98℃ ×
  - 美浜2号機・・・86℃ ×
  - 美浜1号機・・・81℃ ×
  - 大飯2号機・・・70℃
  - 敦賀1号機・・・51℃ ×
- ×は廃炉、  
赤字は再稼働申請

4

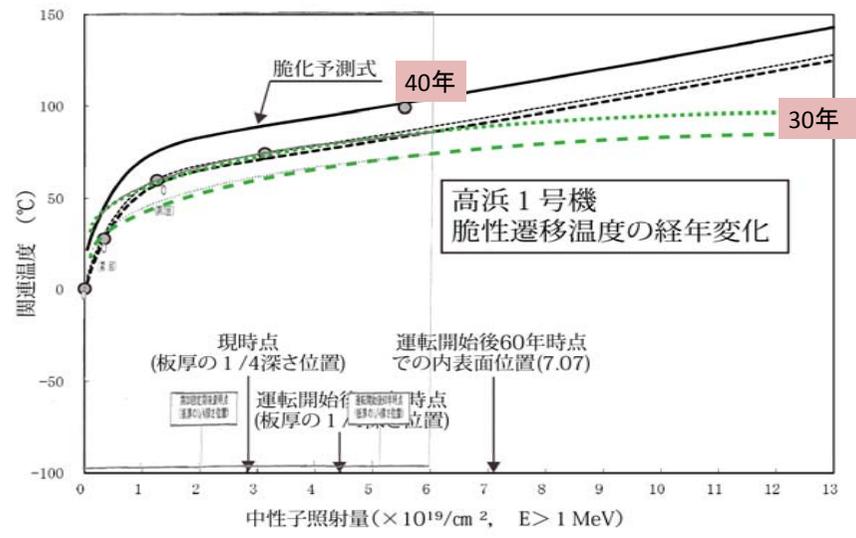
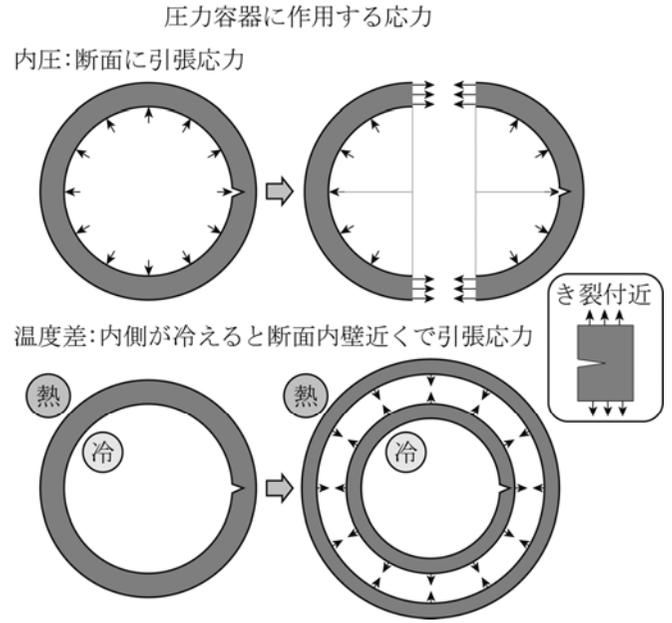
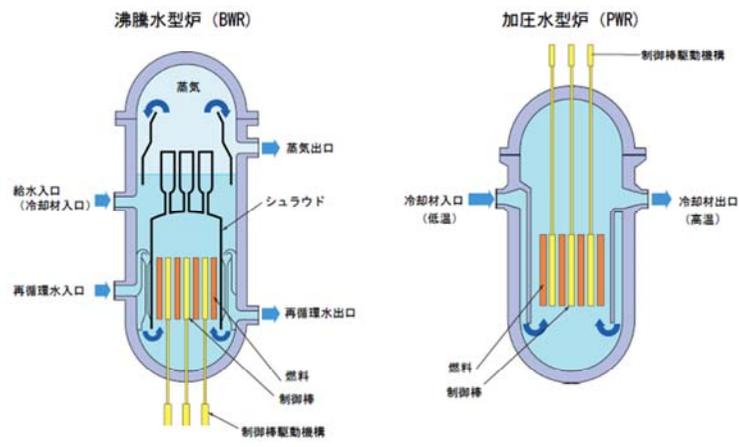


図1 高浜原発1号炉監視試験により測定された脆性遷移温度(●印)とJEAC4201-2007[2013追補版]にもとづく脆化予測曲線(文献2)。なお、60年位置が以前の報告書より内側に修正されている

# 加圧熱衝撃(PTS)評価

## 原子炉压力容器断面図

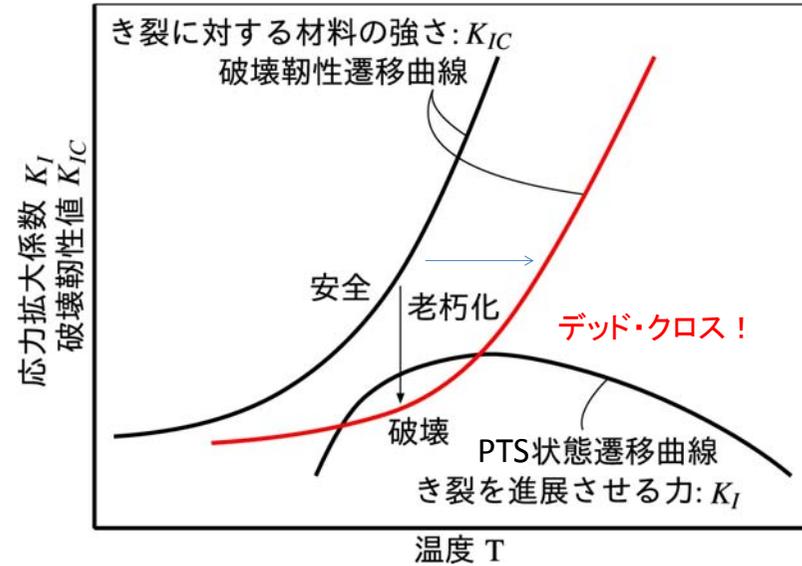


# 圧力容器はどういうときに危険か？

- 緊急炉心冷却 (Emergency Core Cooling System, ECCS)
  - ⇒ 圧力容器の外壁と内壁に大きな温度差が発生し、内壁に引張応力がかかる
  - ⇒ 小さなひび割れがあると、そこから一気に破断・破裂する恐れがある
- 圧力容器が加圧熱衝撃 (PTS, Pressurized Thermal Shock) に耐えられるかどうか評価する。き裂に加わる力は、温度に対し山型の曲線 (PTS状態遷移曲線、 $K_I$  曲線) になる

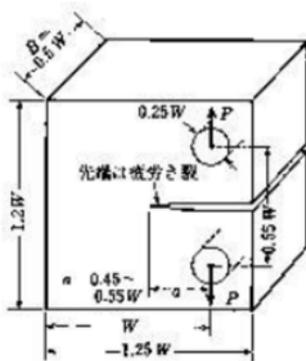
9

## PTS評価の概要

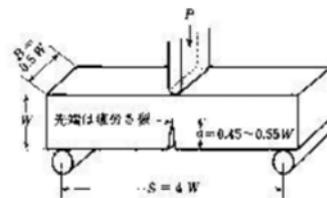


10

## 破壊靱性試験



コンパクト (CT) 試験片



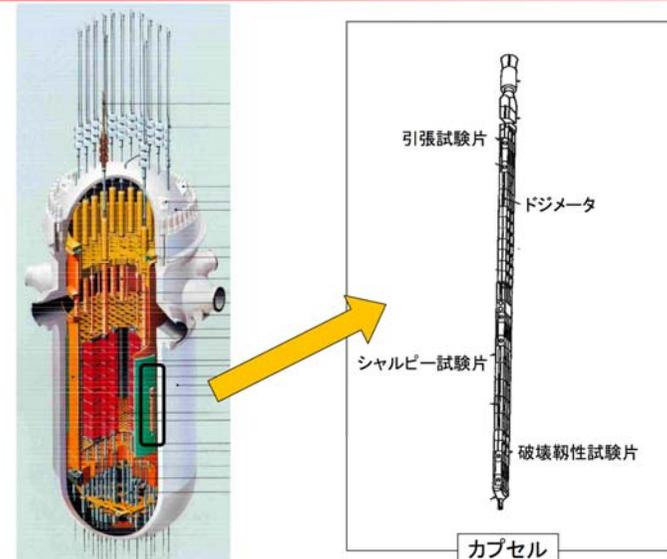
3点曲げ試験片

き裂にかかる力を増やし、どこまで耐えられるかを調べる。き裂が進展するときの値が破壊靱性値  $K_{Ic}$

11

## 監視試験片カプセル装荷位置 (関西電力PWRの例)

35



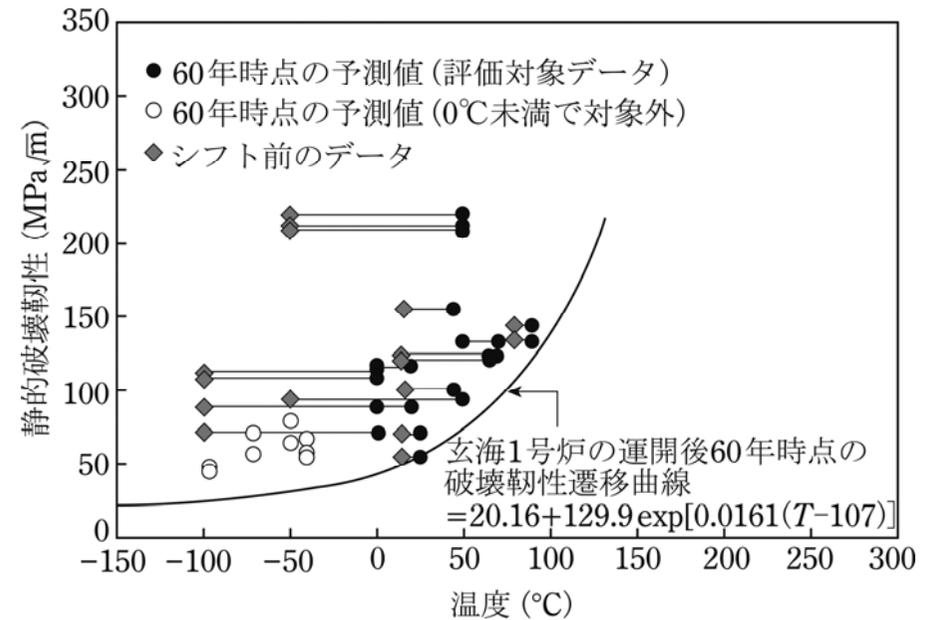
当社は他社等の秘密情報を含むため、掲載、目的外使用並びに第三者に開示不可 関西電力株式会社

12

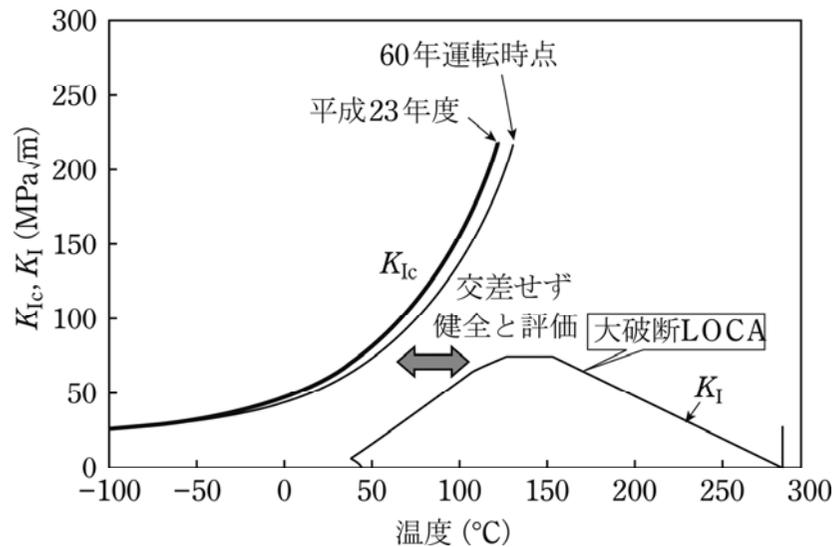
## 破壊靱性遷移曲線 ( $K_{Ic}$ 曲線) の求め方

- 破壊靱性値は大きくばらつく(倍・半分)
- JEAC4206-2007で採用されている方法:
- すべての測定値の下限になるように破壊靱性遷移曲線 ( $K_{Ic}$  曲線) を描く
- データ数の不足を補うために、過去に測定したデータを、脆性遷移温度上昇量  $\Delta T_{NDT}$  だけ移行させる

13



14



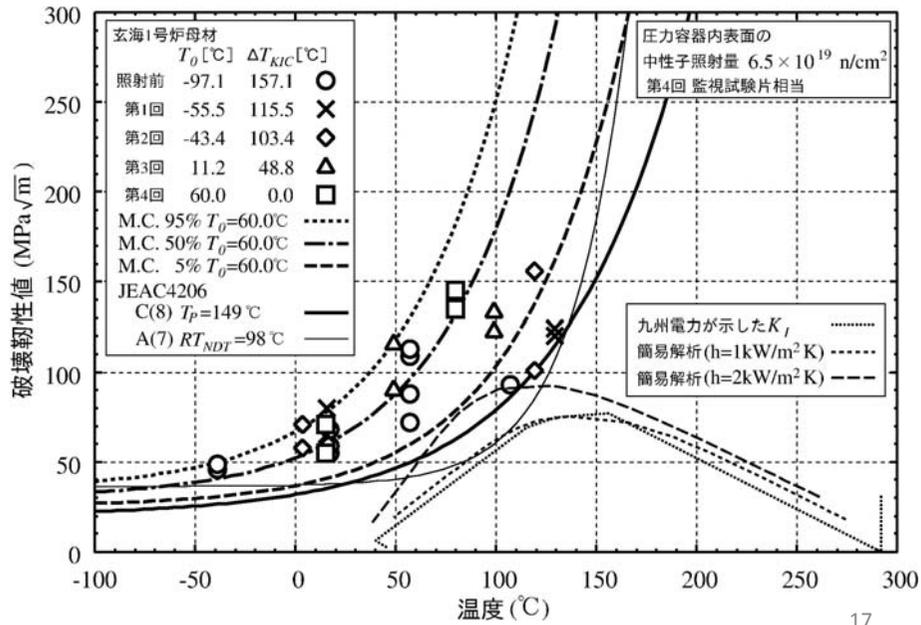
15

## 温度シフト量の決め方

- 破壊靱性値の温度シフト  $\Delta T_0$  は脆性遷移温度シフト  $\Delta T_{NDT}$  に等しい ( $\Delta T_0 = \Delta T_{NDT}$ ) と仮定し、破壊靱性測定データをシフトさせる
- それらすべてのデータを使って下限包絡曲線をつくる
- 問題点: 最近の実験データでは  $\Delta T_0 > \Delta T_{NDT}$  の傾向がみられ、 $\Delta T_{NDT}$  を使った破壊靱性値の温度シフトは過小評価になる

⇒意見聴取会で主張したが誰も同意せず

16



17

## 高浜1号機のPTS評価

- 「高経年化技術評価書(30年目)」(2003年12月): 2002年11月(第3回)までの脆性遷移温度データをもとに評価。破壊靱性試験データは公開されていない
- 「高経年化技術評価書(40年目)」(2015年4月):
- 2009年12月(第4回)までの脆性遷移温度データを考慮して評価。破壊靱性試験データはやはり公開されていない

18

## 高浜1号機PTS評価(30年目)

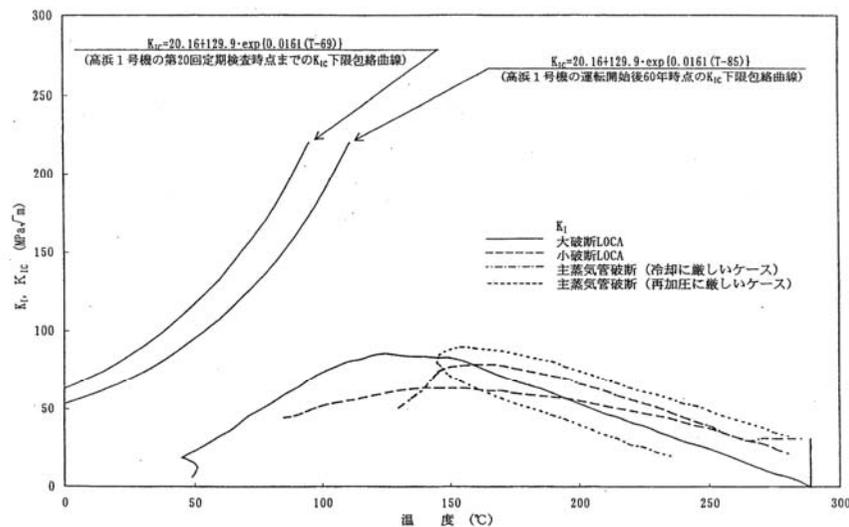


図2.3-4 高浜1号機 原子炉容器胴部(炉心領域部) 中性子照射脆化に対するPTS評価結果 19

## 高浜1号機PTS評価(40年目)

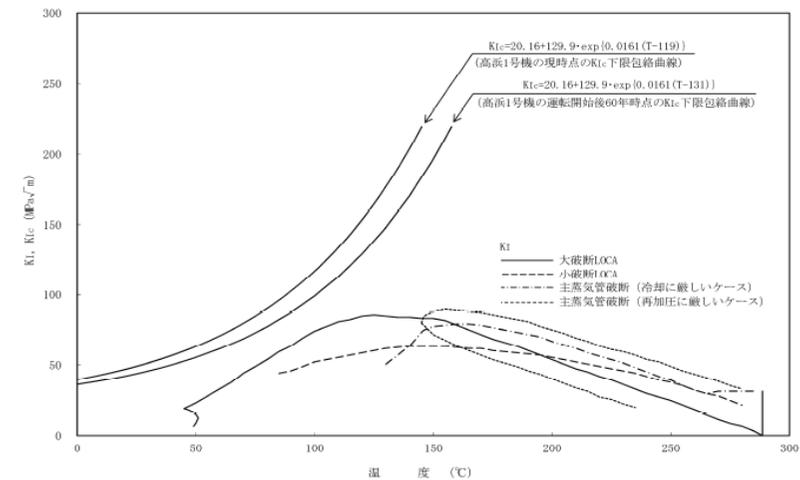


図2.3-4(1/3) 高浜1号機 原子炉容器胴部(炉心領域部) 中性子照射脆化に対するPTS評価結果  
 [深さ10mmの想定き裂を用いた評価]

20

## PTS 30年目・40年目実施比較図

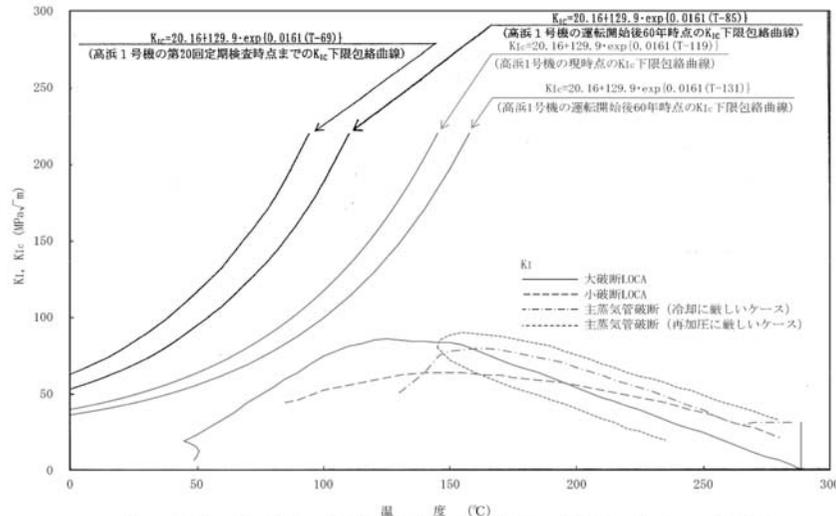


図2.3-4(1/3) 高浜1号炉 原子炉容器胴部(炉心領域部)中性子照射脆化に対するPTS評価結果  
[深さ10mmの想定き裂を用いた評価]

21

## 同じ60年後の予測を比較

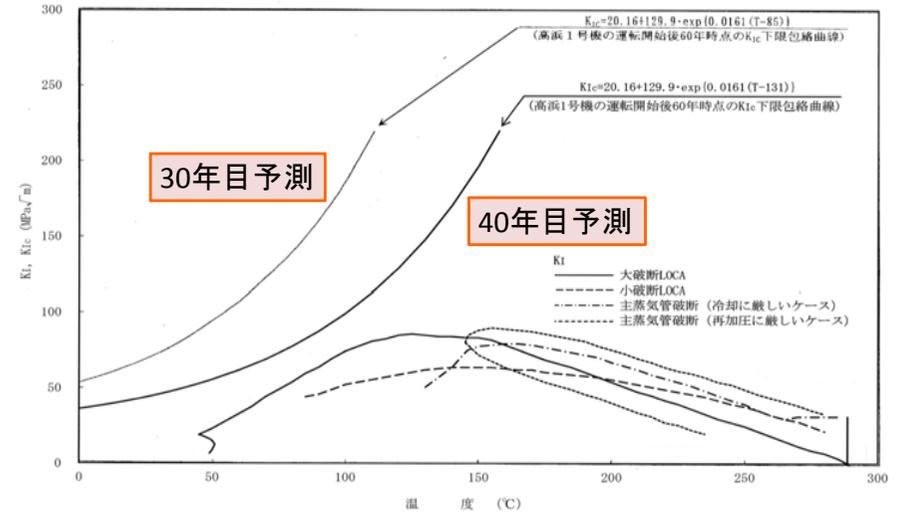


図2.3-4(1/3) 高浜1号炉 原子炉容器胴部(炉心領域部)中性子照射脆化に対するPTS評価結果  
[深さ10mmの想定き裂を用いた評価]

22

## このような大きな違いがでた理由は？

- 第4回監視試験での脆性遷移温度が予想外に上昇した。(30年目評価時での予測曲線を上回っている)
- 破壊靱性試験で、想定外に低い値が観測されているのではないか。(未公表なので推測)  
⇒元データの公開を求める
- 破壊靱性曲線が信頼性の低いものだとことが分かった。そうすると、PTS状態遷移曲線とクロスしていない(脆性破壊は起こらない)という40年目評価も疑問

23

## 川内原発30年評価未完問題

- 川内原発1号機: 1984年7月4日運転開始⇒2014年7月に30年経過
- 川内原発2号機: 1985年11月28日運転開始⇒2015年11月に30年経過
- 原子炉等規制法にもとづく高経年化対策報告を提出し、審査を期限までに受けねばならない
- 規制庁が審査は30年を跨いでも良い、再稼働とはリンクしないというのは詭弁
- 審査終了前に再稼働するのは、老朽化して通行止めになっている橋に、車を走らせるようなもの

24

## 30年あるいは40年は、 審査を終えるべき法定評価期限

- 原子力安全・保安院の高経年化意見聴取会(2011年11月29日)配布資料3-1:(3)個別プラントの高経年化技術評価において、「**それぞれの評価期限(法定)に合わせ評価結果をとりまとめる。**」として
  - 伊方2号:法定期限24年3月(運転開始後30年)
  - 美浜2号:法定期限24年7月(運転開始後40年)
  - 福島第二1号:法定期限24年4月(運転開始後30年)
 と記されている
- 当時の黒木審議官や石垣高経年化対策室長もそれに沿った説明をした  
 実用炉規則82条に明記されていなくても、自明のこと<sup>25</sup>

## 慎重審議が必要

- 「高経年化技術評価書(30年目)」にもとづく保安規定の変更許可申請は、2014年12月18日になされた(通例より1年半の遅れ)
- その後、基準地震動が引き上げられたため、追加評価申請を2015年7月3日におこなった
- それ以降、まだ1か月も経っておらず、現時点では審査期間があまりにも短い。時間をかけて審査し、その完了まで再稼働はおこなうべきでない

26

## 気になる評価結果の一例

- 主給水系統配管の疲労累積係数が、評価地震動Ss-2の場合、0.991になっており、許容値1に極めて近い
- 恣意的なものではないかどうか、この評価の詳細を検証する必要がある
- 応力評価も決して低くはない。しかも、具体的評価値や許容値は白抜き

27

### 1. 耐震安全性評価

(4) 主蒸気及び主給水系統配管の劣化を考慮した耐震安全性評価

② 評価結果

評価地震動		Ss-1			Ss-2		
		一次応力評価	一次+二次応力評価	疲労累積係数	一次応力評価	一次+二次応力評価	疲労累積係数
主蒸気系統配管 〔必要最小板厚による評価値〕	発生値 (MPa)	0.881			0.477		
	許容値 (MPa)						
	応力比						
主給水系統配管 〔実測データに基づく予測板厚による評価値〕 <sup>*1</sup>	発生値 (MPa)	0.858			0.991		
	許容値 (MPa)						
	応力比						

\*1: 今後の実測データを反映した耐震安全性評価を実施することを長期保守管理方針としている。

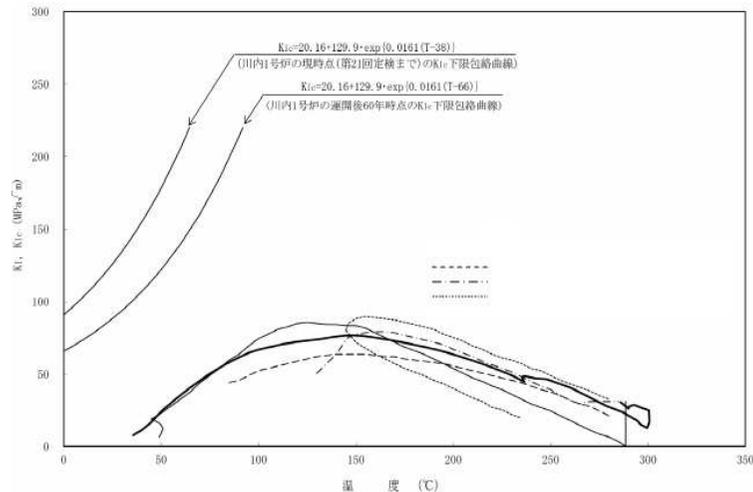
□ 内は商業機密に属しますので公開できません

13

28

16 / 35

## (参考)川内1号機PTS評価 高浜1号機にくらべれば劣化していないようだ



29

## まとめ

- 高浜原発1号機圧力容器の破壊靱性評価は信頼性が低く、60年延長は認めるべきでない
- 破壊靱性評価に用いた生データをすべて公開すべきである
- 川内原発1号機の30年目技術評価の厳格な審査がなされないまま、再稼働をすべきでない

30

## 老朽化原発の安全審査は信用できるか？

- 公正で客観的中立的な審査がなされているか？  
規制当局や審議に加わる学者たちは、「予断をもたずに科学的に判断する」というだろう。今までそう主張してきたように
- 国会事故調:「規制当局が事業者の虜になった」・・・  
こういう事態がなぜ生じたか？  
規制当局や学者が事業者と同じ基盤に立ち、現状を批判的に見る姿勢が欠落していた。今も同じ
- それを変えるには、多くの人がこの現実を知り、批判の声を上げることしかない

31

ご清聴ありがとうございました

32

# 原子力規制庁への質問

小岩昌宏

1

JEAC4201-2007には数理統計の見地から検討すべき点が多い。外部専門家としてこの方面の研究者の意見を聴くべきである。

JEAC4201-2007およびその追補版に採用されている  
電中研モデルの問題点 (統計学者 吉村功さんの指摘)

- (1) 補正項 $M_C$ は「ばらつき」ではなく「偏り」である
- (2) 予測式パラメータをデータが得られる毎に変えるのはおかしい
- (3) フィティングパラメータがあまりにも多い
- (4) 外挿をおこなうべきでない

・別添資料1:原子力規制委員会への意見 2015年4月28日付

2

## 遷移温度変化量の予測値計算法の分かりにくさ

$$\Delta RT_{NDT} \text{ 予測値} = [\Delta RT_{NDT} \text{ 計算値} + M_C] + M_R$$

$M_R$  マージン 22℃

$$M_C = \sum_{i=1}^n \left\{ (\Delta RT_{NDT} \text{ 実測値})_i - (\Delta RT_{NDT} \text{ 計算値})_i \right\} / n$$

$M_C$  は実測値の計算式からの系統的な偏りである。  
それはなぜ生ずるのか？

- 1) **予測式に間違いがある。**
- 2) 予測式に表現されていない未知の因子がある。

JEAC4201-2007(2013追補版)のendorseをする以前に抜本的検討が必要である。

3

“日本電気協会の中立性, 透明性及び公開性”  
原子力規制委員会はどのように認識しているか？

<評価書案>には以下のように書かれている。

原子力規制委員会は、日本電気協会を含む原子力関連学協会規格類協議会と意見交換を行っており———個別の技術評価のみではなく、同協議会と原子力規制委員会の意見交換を通じて進めていく。

しかし、同協会の規格制定に関する体制等については、具体的にいくつかの問題点があることを指摘してきた。そのことについてどう考えるか？

- 同協会の各種委員会の委員構成の公平性
- 関村 直人氏(原子力規格委員会委員長)の“高経年化技術評価に関する意見聴取会”における発言とその後の無作為
- 会議資料のネット公開と議事録の早期公開
- 規格制定に際しての意見公募の方法
- 議事録の内容に関する質問に対する対応

4

# 規制庁ヒアリングプレゼン用スライド

井野博満

7月30日 衆議院議員会館

原発ゼロの会主催

## Ⅲ 川内原発1号機30年評価について

**質問1)** 高経年化技術報告書の審査は、30年をまたいでもよく、また、再稼働とは関係しないという趣旨の規制庁見解は、今でも正しいと考えるか

**質問2)** 高経年化意見聴取会当時、保安院は、「それぞれの評価期限(法定)に合わせ評価結果をとりまとめる。」としていた。この事実をどう考えるか

**質問3)** 川内原発1号機について今後のタイムスケジュールはどうなっているか。また、今のような事態が生じたことについてどのように考えるか？

## Ⅱ 高浜原発寿命延長審査について

**質問1)** 高浜原発1号機・2号機の高経年化技術評価(40年を超えての運転延長)審査のタイムスケジュールはどうなっているか

**質問2)** 「高経年化技術評価書(40年)」の審査に、JEAC4201[2013追補版]の審議結果はどのように反映されるか

## Ⅱ 高浜原発寿命延長審査について

**質問3)** 圧力容器の中性子照射量が監視試験片の中性子照射量を超える場合、現状の脆化予測式を外挿することは適切でない。高浜1号機の60年時点での脆化予測はできないのではないか

**質問4)** 「高浜1号機高経年化技術評価書(40年)」の破壊靱性評価(PTS評価)はどのようになされたか。元となる監視試験破壊靱性データを開示していただきたい

## Ⅱ 高浜原発寿命延長審査について

**質問5)** 2015年の「高浜1号機高経年化技術評価書(40年)」と2003年の「高浜1号機高経年化技術評価書(30年)」を比較すると、40年評価書では破壊靱性遷移曲線がPTS状態遷移曲線に著しく接近している。このような大きな違いは評価の信頼性と圧力容器の健全性に疑問を投げかける。規制庁の見解を問う

**質問6)** 高浜1号機・2号機の圧力容器内面検査は、どのようにおこなうことを求めているか

## PTS 30年目・40年目実施比較図

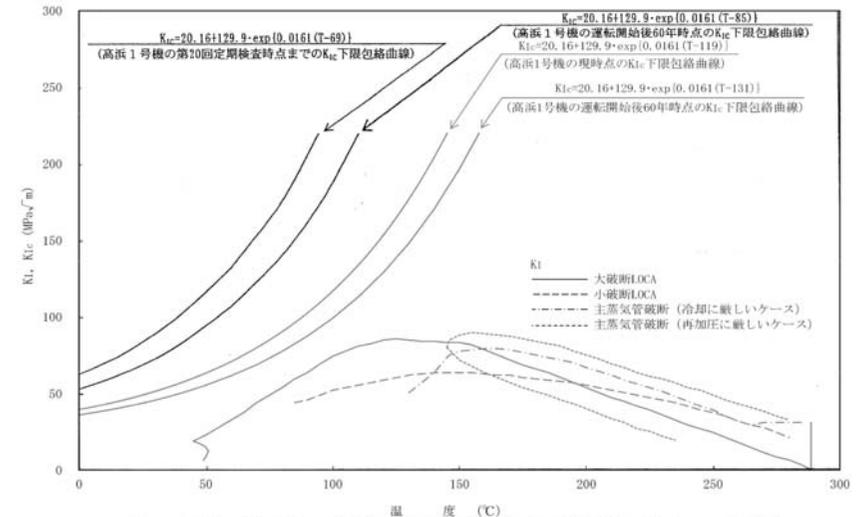


図2.3-4(1/3) 高浜1号炉 原子炉容器胴部(炉心領域部)中性子照射脆化に対するPTS評価結果  
[深さ10mmの想定き裂を用いた評価]

## 同じ60年後の予測を比較

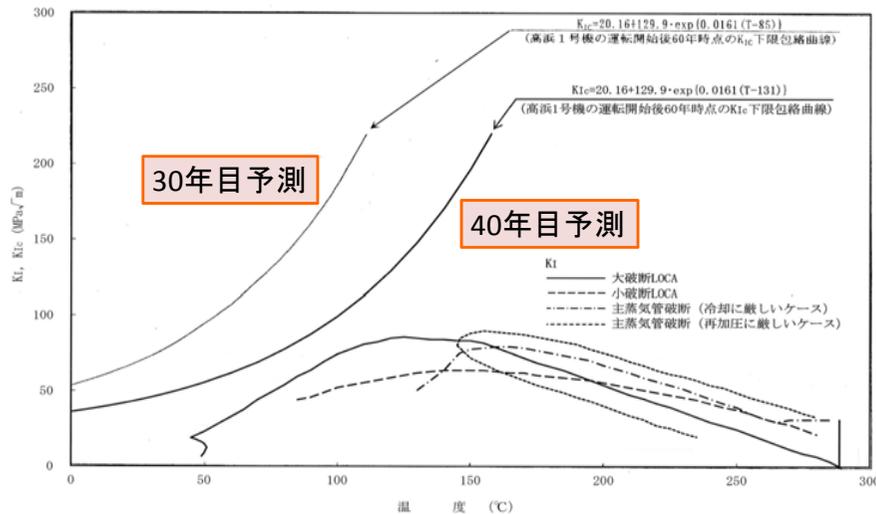


図2.3-4(1/3) 高浜1号炉 原子炉容器胴部(炉心領域部)中性子照射脆化に対するPTS評価結果  
[深さ10mmの想定き裂を用いた評価]

# 原子力規制庁ヒアリング

原子炉構造材の監視試験方法  
高浜原発寿命延長審査  
川内原発 1 号機の高経年技術評価

2015 年 7 月 13 日提出  
阿部知子衆議院議員事務所

## I 原子炉構造材の監視試験方法:JEAC4201-2007[2013 追補版]

表記に関しては、原子力規制委員会において検討チームが設けられ、技術評価の作業が進められている。当該規程全般および検討チームにおける検討に関してお尋ねしたい。

下記に列記する質問に関しては、詳細を記した添付資料を付した。その大部分は、過去数ヶ月の間に原子力規制委員会委員長あるいは委員にあてて送付した文書である。この機会に、これらの文書に記した種々の質問に対する見解もあわせて伺いたい。

I-1 原子力規制委員会 田中知委員 および「原子炉構造材の監視試験方法の技術評価に関する検討チーム」各位宛に質問および要請書を提出した（2015 年 4 月 28 日付、別添資料 1）。これについて下記の各項への見解をお尋ねする。

- (1) 補正項  $M_c$  は「ばらつき」ではなく「偏り」であることの指摘
- (2) 予測式パラメータをデータが得られる毎に変えるというやり方の批判
- (3) フィティングパラメータがあまりにも多いことを指摘
- (4) 外挿をおこなうべきでないとした意見 I-2 JEAC4201-2007[2013 年追補版]に関する技術評価書案（第 4 回検討チーム資料 4-5）についての質問

・別添資料 1：原子力規制委員会への意見 2015 年 4 月 28 日付

### 3.2.2 予測式の係数の最適化 (2)技術評価 2)重み付けについて(p.24-25)：

高照射領域のデータに重みをつけることによって 2007 年版にくらべ保守的な予測になっているという評価をしているが、[2013 年追補版]は 2007 年版より多少ましだということに過ぎない。表 1-2 をみると、 $\Delta RT_{NDT}$ 計算値（むき出しの値）は実測値にくらべて依然として低く出ている。なぜそうなるか、予測式のモデルに立ち返っての再検討を求めるべきではないのか。

### 3.2.3 関連温度移行量の予測 (2) $\Delta RT_{NDT}$ 計算値と実測値の差異のばらつきについ

て 2) $M_c$ 補正について (p.48-52)：

日本電気協会の  $M_c$ 補正についての説明を紹介している (p.48 中ほどおよび p.51 下 6 行) が、この説明は間違っていることを指摘すべきである。

規制庁がおこなった監視試験データの分布 (表 20) の結果は、「発生確率が 0.125 の事象\*が 41 回の監視試験の内、18 回の監視試験で生じる確率は非常に小さいことを踏まえると、不規則にばらついているとはいえないと考えることが妥当である。」

(p.48) と述べているが、この文章は、持って回った言い方でわかりにくい。「発生確率が 0.125 の事象が 41 回の監視試験の内、18 回の監視試験で生じる確率は非常に小さな値なので、ランダムな偏りではなく、ある傾向を持って偏っていると考えることが妥当である。」と直截的に表現すべきである。

\*筆者注：ある原発の監視試験データが 4 回とも + または - に偏る確率は  $(1/2)^4 \times 2 = 1/8 = 0.125$

### 3.2.3 関連温度移行量の予測 (2) $\Delta RT_{NDT}$ 計算値と実測値の差異のばらつきについて 3)マージン $M_R$ の変更について (p.52-53)：

p.52 の下 8 行目—6 行目に、「2013 年追補版では、 $M_c$ 補正の有無にかかわらず、マージン  $M_R$ を  $2\sigma \cdot \mu$  の考え方に統一させたものであり、考え方としては妥当と判断される。」とある。しかし、 $M_c$ 補正をおこなわなければマージン  $M_R$ は  $2\sigma$  である。 $M_c$ 補正は  $\mu$  であるという評価書案の書き換えは妥当であるが、この文はおかしい。[2013 年追補版]の記述の誤りをはっきりと指摘し、正確な評価をすべきである。

表 23 に [2013 年追補版]の記述が示されているが、そのなかに「監視試験で求められた最大の中性子照射量を超えて  $\Delta RT_{NDT}$ 予測値を定める場合に限り…」という文がある。これは、外挿により  $\Delta RT_{NDT}$ 予測値を求めることがあることを前提とした文である。これは、検討チームの議論の結論とは合わず、3.3 技術評価のまとめ (p.59-60) および 4.2 適用に当たった条件 (p.61) の記述とも矛盾する。削除すべきである。

### 3.3 技術評価のまとめ (p.59-60)：

(1) 1) 本文規定 (附属書 B) の改定では、原子炉圧力容器内表面の中性子照射量が監視試験片の中性子照射量を超える時点での関連温度 (脆性遷移温度) の予測は行わない (外挿はしない) ことを明示したと理解される。

そうであれば、40 年経過時における運転延長に際し、そのような時点での脆性遷移温度の予測はおこなえない (例えば、運転後 60 年がそのような時点に該当する場合には、60 年後の脆性遷移温度の予測はおこなえない) と考えて良いか。

後述するように、高浜 1 号機の高経年化技術評価書 (40 年目) に記されているよ

うに、運転 60 年後の中性子照射量が今まで測定されている監視試験データの照射量を超えている。同評価書では、60 年後の PTS 評価を実施しているが、これはおこなってはならないことになる。

#### 4. 2013 年追補版の適用に当たっての条件 (p.61) :

4.2 適用に当たっての条件において、「…関連温度を予測するにあたり、…压力容器内表面の中性子照射量が、…監視試験片に対する中性子照射量を上回っている場合には、…新たに取り出された監視試験片から得られたデータにも基づき、特定時点での関連温度の再評価を行うこととする」と記されている。「再評価」ということは、中性子照射量が上回っている場合でも (仮の) 評価を行い、その特定時点までの寿命延長の可否を判断することを意味すると考えられる。これは、外挿を認めないという考えと矛盾する。

#### 5. 技術評価を受けた今後の対応 (p.62-63) :

##### (2) ② 基本モデル式を改定する場合の視点 :

「本検討チームの議論の中で…指摘があった事項」だけでなく、日本電気協会が果たさず、検討チームのミッションからも意図的に除かれた「予測式の誤り」に関わる検討を中心課題としておこなうべきことを明記すべきである。

##### (3) 一層の進展が期待される研究 :

「個別プラントごとに予測値に対して偏りが生じること」は、井野・小岩意見書 (別添資料 1) で指摘したように、予測式の誤りや未知要因の存在を示唆するものであり、その原因分析は不可欠であることを強調すべきである。

##### (4) 日本電気協会における中立性、透明性及び公開性の一層の確保 :

「一層の確保」とあるが、強い違和感を抱く。日本電気協会は、中立性・透明性・公開性のいずれをも著しく欠いた組織であると考えざるを得ない。[2013 年追補版]の審議においても、予測式のもとになった照射データが公開されず、外部からの検証ができないなど、非常識な秘密主義に覆われている。しかも、「データのトレーサビリティは著者の責任ですが、日本電気協会は公開された文献をベースに、…規格の策定を行っています。…」(第 4 回検討チーム資料 4-4: 原子力規制庁質問への回答、p.3) などと実態にそぐわない著者 (電中研) と協会との使い分けをしている。

この項の末尾には、「日本電気協会を含む協議会の中立性、透明性及び公開性の確保の取組みについては、個別の技術評価のみではなく、同協議会と原子力規制委員会の意見交換を通じて進めていく。」とあるが、この部分は、下記[注]のさまざまな事実を踏まえて書き換えられるべきである。[注]に示すように、JEAC4201-2007[2013 追補版]に関する問い合わせなどへの日本電気協会の対応は、それが標榜するところの

中立性、透明性及び公開性とは程遠いものである。原子力規制庁は、「日本電気協会の、中立性・透明性・公開性」に関する調査を行い、適正化を勧告すべきである。現状の日本電気協会には、公的な規格を作成する資格がない。

[注] JEAC4201-2007 および其の改訂版の策定過程において、井野と小岩は日本電気協会原子力規格委員会に対してさまざまな要請を行った。しかし、それに対する対応は独善的かつ一方的であった。このことについては、貴委員会宛に送付した下記の文書に詳述した。

- 田中俊一 規制委員長あて 2015 年 1 月 20 日付 別添資料 B1
- 田中 知 規制委員あて 2015 年 4 月 2 日付 別添資料 B2

なお、今回の技術評価の対象である JEAC4201-2007[2013 追補版]について日本電気協会が行った公衆審査の際に提出した意見書を添付する。

- 制定案 に対する意見 2013 年 8 月 15 日 別添資料 B3

同協会のホームページには、この意見書 (同協会が恣意的に抜粋した部分のみ) とそれに対する回答が掲載されている。

JEAC4201-2007 および其の改訂版で採用された脆化予測法は、電力中央研究所の研究に基礎をおくものである。その研究を報じた英文論文は、オンラインジャーナル Journal of ASTM International (Vol. 7, 2010, Issue 3) に掲載されている。この論文の誤りを指摘したわれわれ (小岩、井野) の “Letter to Editor” は、原論文の過去の購読者に送られ、今後原著論文<sup>(7)</sup> を購入する読者には、この文書が送付されることになった。

日本電気協会原子力規格委員会に対して、この事実を通報し脆化予測法に誤りがある可能性を指摘した。この件について審議した同委員会の基本方針策定タスクの議事録を閲覧したところ、“個人攻撃に終始している”、“英文の和訳が間違っている” など容認しがたい記述があった。そのことについて問い合わせた文書と回答を別添資料として添付する。

- 基本方針タスク議事録について 別添資料 B4
- 同上 回答 別添資料 B5

## II 高浜原発寿命延長審査について

- 1) 高浜原発 1 号機・2 号機の高経年化技術評価 (40 年を超えての運転延長) に関する審査のタイムスケジュールはどうなっているか
- 2) 「高経年化技術評価書 (40 年)」の審査に、JEAC4201[2013 追補版]の審議結果はどのように反映されるか

- 3) 寿命延長によって圧力容器の中性子照射量が監視試験片の中性子照射量を超える場合、現状の脆化予測式を使って脆化予測をおこなう（監視試験で得られた脆性遷移温度を外挿する）ことは適切でない。照射脆化の著しい高浜1号機において、60年時点での脆化予測はできないのではないかと。
- 4) 「高浜1号機高経年化技術評価書（40年）：容器の評価書」の30ページにある破壊靱性評価（PTS評価）はどのようになされたか。元となる監視試験破壊靱性値のデータを開示していただきたい。（玄海1号機、伊方2号機などについては、原子力安全・保安院での高経年化意見聴取会で、データが開示された。）
- 5) 2015年におこなわれた「高浜1号機高経年化技術評価書（40年）」と2003年におこなわれた「高浜1号機高経年化技術評価書（30年）」におけるPTS評価を比較すると、両者は著しく異なっている。添付図（別添資料2）は、この二つの評価書に載っている図を重ねて描いたものである。同じ運転開始60年時点での評価結果を比較すると、40年評価書では30年評価書にくらべ、破壊靱性遷移曲線がPTS状態遷移曲線に著しく接近していることが分かる。このような大きな違いが出ることは評価の信頼性を疑わせるものであり、かつ、接近の度合いは圧力容器の健全性に疑問を投げかけるものである。規制庁の見解を伺いたい。
- ・別添資料2：高浜1号炉 PTS評価比較図
- 6) 高浜1号機・2号機の圧力容器内面検査は、どのようにおこなうことを求めているか。

### III 川内原発1号機の高経年化技術評価について

川内原発1号機は、2014年7月3日をもって30年が経過した。しかし、原子炉等規制法に基づく運転開始30年の高経年化対策に関する保安規定の審査は終了しておらず、まだ運転期間延長の認可はされていない。実用炉規則82条は、30年を経過する前までに、高経年化技術評価を実施し、長期保守管理計画を策定することを要求している。

- 1) 原子力規制庁は、30年を経過する前に事業者が高経年化技術報告書を作成し申請すれば、その審査は30年をまたいでもよく、また、再稼働とは関係しな

いという趣旨の見解を述べているが、これは法の精神から外れた考えなのではないか。

- 2) 原子力原子力安全・保安院時代に実施された高経年化意見聴取会の第1回会合（2011年11月29日）において、保安院が提出した配布資料3-1「当面の高経年化技術評価の進め方について」の5ページ目（別添資料3）：(3)個別プラントの高経年化技術評価において、「それぞれの評価期限（法定）に合わせ評価結果をとりまとめる。」として ①伊方2号：法定期限24年3月（運転開始後30年） ②美浜2号：法定期限24年7月（運転開始後40年） ③福島第二1号：法定期限24年4月（運転開始後30年）についてと記されている。
- このように、当時、保安院がこの30年あるいは40年という期限を、審査を終えることを含めた法定評価期限と考えていたことは間違いない。実用炉規則条文（82条）に明記されていなくても、そのことは自明であり、書くまでもなかったことだと思われる。規制庁が示した見解は、このような認識から外れたものである。このような主張が通るならば規制当局への信頼が大きく損なわれるのではないかと。
- ・別添資料3：原子力安全・保安院 高経年化意見聴取会第1回配布資料3-1
- 3) 川内原発1号機について今後のタイムスケジュールはどうなっているか。また、今のような事態が生じたことについてどのように考えるか？

# JEAC4201-2007【2013年追補版】に関する技術評価書(案)

## についての意見

2015年4月28日

井野博満, 小岩昌宏

原子力規制委員会  
田中 知 委員 殿

原子力規制委員会は、「我が国の原子力規制組織に対する国内外の信頼回復を図り、国民の安全を最優先に、原子力の安全管理を立て直し、真の安全文化を確立すべく、設置された。」ものと伺っております。新たな体制における学協会規格活用が、どのような審議を経て行われるのか、旧原子力安全・保安院の対応とどのように異なるのか、われわれは重大な関心を持って注視しています。

「原子炉構造材の監視試験方法の技術評価に関する検討チーム」の第1回を視聴、第2、3回会合を傍聴しました。これらの会合においては、脆化予測値の偏りの原因をめぐって多くの議論が行われております。われわれは、この点について数理統計、データ処理に詳しい専門家の意見を聴くことが必要であると感じました。このため、統計学者 吉村 功氏の協力を得て、JEAC4201-2007【2013年追補版】、電力中央研究所報告、第3回会合に提出された技術評価書案などについて検討しました。その結果を以下に要約します。

この意見書を田中俊一規制委員会委員長、更田規制委員会委員、検討チームのメンバー各位にお示しいただくとともに、次回検討チーム会合に参考資料として提示し、真摯な検討をなされることを望みます。

### (1) $M_C$ という補正項の意味について

$M_C$  は、その定義式：

$$M_C = \frac{\sum_{i=1}^n \{(\Delta RT_{NDR} \text{実測値})_i - (\Delta RT_{NDR} \text{計算値})_i\}}{n}$$

から分かるように、それぞれのプラントにおける予測値(計算値)と実測値との乖離であり、ばらつきではなく偏りを示す量である。なぜ、このような小さくない偏りが生じるのか、日本電気協会はその原因を説明すべきである。

日本電気協会 JEAC4201-2007 の元になった電中研報告 (CRIEPI: Q12007) を読むと、 $M_C$  は、シャルピー試験における初期値のばらつきに起因すると捉えているようである。すなわち、同報告書 12 ページで実測値と計算値の差(残差)を論じ、「シャルピー衝撃試験の実測

値には一定のばらつきが含まれることから、 $RT_{NDR}$  の初期値にも当然ばらつきが含まれる。」として、 $M_C$  補正を導入している。しかし、 $M_C$  はそのような試験の実測値のばらつきに起因するものでなく、実測値が計算式から系統的に外れていることを示す指標(偏り)であると考えるべきである。

偏りが生じる原因として、

- 1) 予測式に間違いがある
  - 2) 予測式に表現されていない未知の因子がある
- の二つが考えられる。

1) は、筆者らが指摘している反応速度式の間違いが影響して生じた可能性である。まず間違いを正した予測式をつくり、再検討すべきである。

2) は、予測式で考慮した化学成分以外の鋼材中の不純物成分の影響、鋼材が不均質である可能性、異なる脆化メカニズムの存在、などが考えられる。原因を説明する一助として、プラントごとに  $M_C$  の値を求め、その正負や大きさの傾向を整理して、プラントの特徴(鋼などの不純物の量、照射速度など)と対比するなどの解析が求められる。技術評価書案には、そのような試みが示されていて(ページ 42-43, 表 16, 17, 図 24, 25)、偏りがあることが示唆されているが、原因説明のためにはさらなる考察が必要である。これら解析のもととなるプラントごとのデータの開示を求める。

JEAC4201-2007【2013年追補版】には、B-2100 ③と④において、 $M_R$  と  $M_C$  に対してマージンという同じ言葉を用いている。両者は違う性格のものであるから、「 $M_R$  はばらつきを考慮したマージン」、「 $M_C$  は偏りを考慮したマージン」というように区別を明記すべきである。

『技術評価書』案の45ページには、「日本電気協会は、 $M_C$  が監視試験データの実測値と計算値の差を材料毎に平均した値として計算されることから、 $M_C$  のばらつきは全監視試験データの実測値と計算値の差のばらつきより小さいと考えるとしており、 $M_C$  の絶対値は基本的に  $M_R$  の値より小さいと考えられるとしている。」と記されているが、このような比較は無意味である。その考えは正しくないと言及すべきである。

### (2) 予測式のパラメータ修正

新たに得られたデータが従来の予測式から外れた場合、そのたびごとに予測式を修正するのは合理的なことか? 予測式なるものは、現象をできるだけ精度よく、かつ未来の結果が外れないように予測するためのものである。そういう視点で見ると、高照射量のデータが得られたからといって、パラメータフィッティングのみをやり直す電力中研の判断は誤りである。基本の反応速度式の誤りが指摘されているのであるから、その点をまず正すことで、エンドースを行う規制当局の役割もまさにその点にある。

### (3) フィッティングパラメータがあまりにも多い問題

予測式は理論的なものでなく、現象を数式で表すための実験式である、という視点で考えると、このパラメータの数はあまりにも多い。電力中研報告-Q12007 の最後に書かれている予測式には、 $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \xi_1, \xi_2, \dots, \xi_{17}, \eta_1, \eta_2$  という 21 個のパラメータがある。これらのうちのいくつかは不要である\*\*。未定パラメータをデータに合わせて定めるときには、次の 3 点に留意するのが統計学の常識である。

- パラメータの一意性が成り立っていない可能性

- 推定値の間の独立性が失われる可能性
  - 当てはめすぎ現象で予測式の妥当性が失われる可能性
- 予測式を決める反応速度式などに含まれる係数（パラメータ）の値が、データセットを変えたことによって大きく変化した。この事実は、予測式の不安定性を表しており、上記3つの問題を詳しく吟味する必要性を示している。解析が信頼できるものであるかどうか検証することが必要であり、データおよび解析プログラムの公開が必須である。

#### (4) 監視試験データの照射量を超えての外挿はおこなうべきでない

ここで示されている予測式が相関式でしかなく、また、さまざまな点において問題を含む関係式である以上、監視試験データでの照射量を超えての外挿は危険である。外挿すべきでないことは、検討チームの二人の外部専門家も強く主張している。

「外挿すべきでない」とは、評価対象とする時期において、PTS 評価に使われる容器内表面の推定照射量が、監視試験データでの最大の照射量以下であるべきことを意味する。このことを規制委員会の『技術評価書』に明記すべきである。具体的には、40 年運転時期において、60 年までの運転延長を審議する際には、60 年時点での推定照射量を超える照射量の監視試験データが必要ということである。

第3回検討チーム会合において、平野技術総括審議官から「・・・40年のときは評価対象が20年になります。40年から20年ということになりますので、可能であれば20年先のフルエンスに相当する照射脆化量がほしいと、基本そうですね。・・・」という発言があったのに対し、青木技術基盤課長から、「そこはちょっと次回までにきちんとまとめたと思っております。ただ、現実を考えると、40年のときに60年取れるかどうかというのは、それはプラントによって違いますので、全てのプラントで40年のときに60年取れるかどうかというのは、必ずしも条件ではないと考えておりますけれども。」(議事録 49 ページ)という発言があった。これでは、1回に限り20年以内の延長を認めるという規定に反するのではなからうか。再考を求める。

JEAC4201-2007【2013年追補版】には、B-2100 ④において、「・・・監視試験で求められた最大の中性子照射量を超えて  $\Delta RT_{NDR}$  予測値を定める場合に限り、・・・」(3 ページ) という文言がある。監視試験データの最大照射量を超えての予測値は定めるべきでないので、これに関わる記述は規程から削除すべきである。

#### \*\* 補足 フィティングパラメータについて

電力中央研究所報告 Q12007 に記された反応速度式にはいくつかの誤りがあり、その詳細は別稿(小岩昌宏: 原子炉圧力容器の照射脆化 脆化予測法 JEAC 4201-2007 は誤っている 金属 85(2015) 87. 別刷送付済み)に記した。その誤りはひとまずおいて同報告にある数式をそのまま認めた場合でも、**フィティングパラメータが不必要に多い。**

$$\frac{\partial C_{MD}}{\partial t} = \xi_4 \cdot F_t^2 \cdot (\xi_5 + \xi_6 \cdot C_{Ni}^0)^2 \cdot \phi - \frac{\partial C_{SC}}{\partial t} \quad (A2)$$

この式の  $\xi_4$  が不要であることは説明するまでもない。

$$\Delta T_{SC} = \xi_{16} \sqrt{V_f} = \xi_{16} \sqrt{\xi_{15} \cdot f(C_{Cu}^{mat}, C_{SC}) \cdot g(C_{Ni}^0) + h(\phi)} \cdot \sqrt{C_{SC}} \quad (A8)$$

$$f(C_{Cu}^{mat}, C_{SC}) = \xi_{11} \cdot \frac{C_{Cu}^0 - C_{Cu}^{mat}}{C_{SC}} + \xi_{12} \quad (A9)$$

$$g(C_{Ni}^0) = \left(1 + \xi_{13} (C_{Ni}^0)^{\xi_{14}}\right)^2 \quad (A10)$$

$$h(\phi) = \xi_9 \cdot (1 + \xi_{10} D_{SC}) \cdot \phi \quad (A11)$$

$$D_{SC} \approx D_{Cu}$$

(A8) 式にそれぞれの関数を代入すると、以下ようになる。

$$\Delta T_{SC} = \xi_{16} \sqrt{V_f} = \xi_{16} \sqrt{\xi_{15} \cdot \left( \xi_{11} \cdot \frac{C_{Cu}^0 - C_{Cu}^{mat}}{C_{SC}} + \xi_{12} \right) \cdot \left(1 + \xi_{13} (C_{Ni}^0)^{\xi_{14}}\right)^2 + \xi_9 \cdot (1 + \xi_{10} D_{SC}) \cdot \phi} \cdot \sqrt{C_{SC}}$$

この式を眺めると ( $\xi_{11}$ ,  $\xi_{12}$ ) のどちらか、( $\xi_9$ ,  $\xi_{15}$ ) のどちらかは1にしてよい。すなわち、電中研モデルの中身に踏み込む議論をすることなく、3個の**フィティングパラメータが不要であることが指摘できる。**

また、 $f(C_{Cu}^{mat}, C_{SC})$  はクラスタ1つあたりのCuの量であるから、フィティングパラメータが入る余地はない。 $\xi_{11} = 1$ ,  $\xi_{12} = 0$  すなわち、

$$f(C_{Cu}^{mat}, C_{SC}) = \frac{C_{Cu}^0 - C_{Cu}^{mat}}{C_{SC}}$$

とすべきである。

なお、別稿(金属 85(2015) 87)では以下の指摘を行っている。

マトリックス損傷による遷移温度上昇は  $\Delta T_{MD} = \xi_{17} \sqrt{C_{MD}}$  としているのであるから、(2-8)\*式も

$\Delta T_{SC} = \xi_{16} \sqrt{C_{SC}}$  と書く方が自然である。その場合、式(2-8)\*~(2-11)\*は不要で、計算は大幅に簡略化され、係数のうち  $\xi_9, \xi_{10}, \xi_{11}, \xi_{12}, \xi_{13}, \xi_{14}$  の計算が不要となる。

電中研報告 Q12007 に「溶質原子クラスタの体積率は、脆化量の計算の途中過程で計算されるものの、実測されているアトムプローブデータを定量的に予測しているわけではなく、---」と記されていることからわかるように、実測した溶質クラスタ体積  $V_f$  の値は計算値と対比はされず、当然のことながら脆化予測には用いられない。

\* (2-8),(2-11) は(A-8),(A-11) とそれぞれ同一の式である。

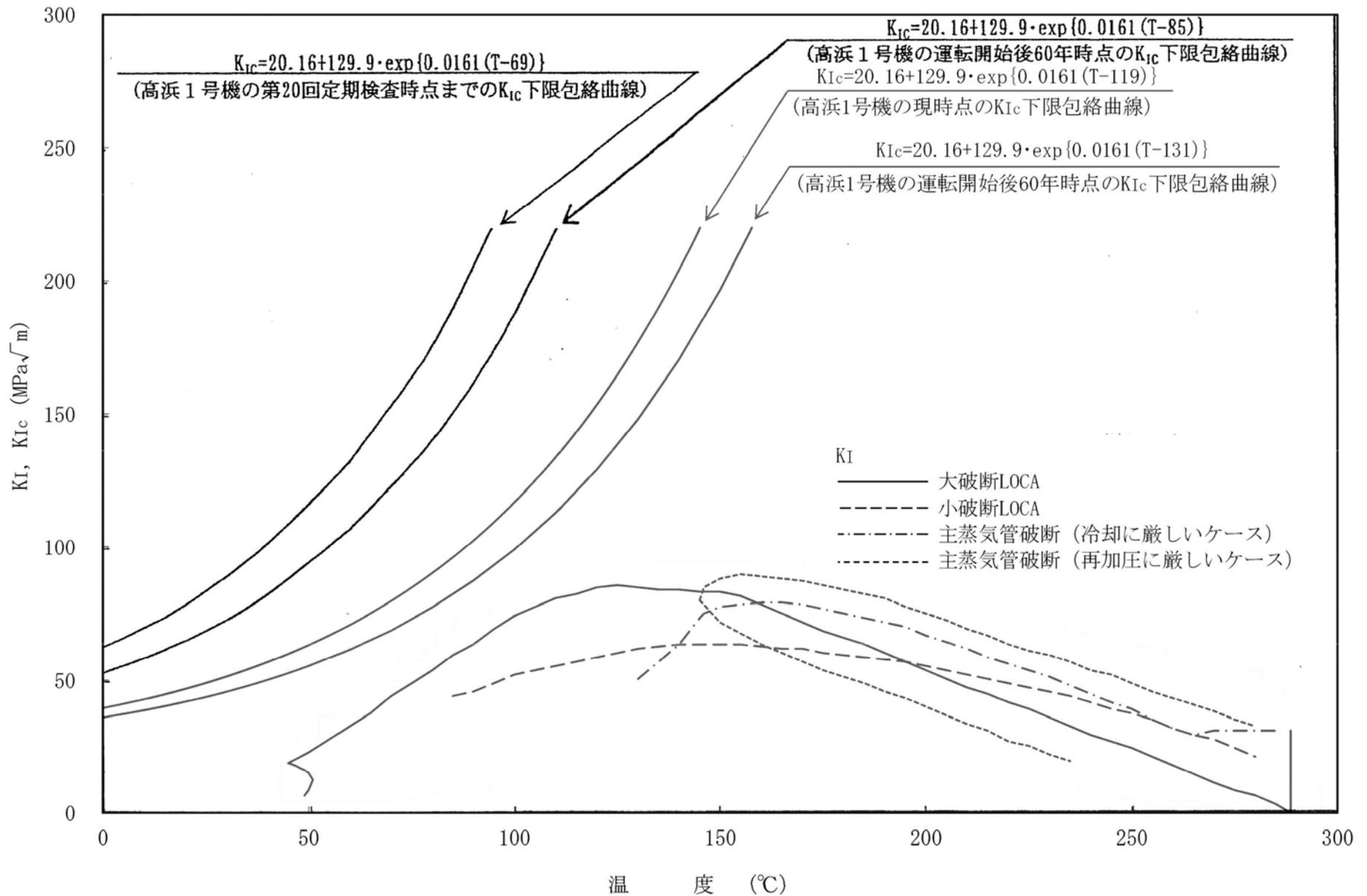


図2.3-4(1/3) 高浜1号炉 原子炉容器胴部 (炉心領域部) 中性子照射脆化に対するPTS評価結果  
 [深さ10mmの想定き裂を用いた評価]

### 3. 当面の高経年化技術評価の進め方(案)

#### (3)個別プラントの高経年化技術評価

##### <検討内容及び検討方法>

○個別プラントごとに、従来の知見で対応できる部分については、原子炉設置者から報告されている高経年化技術評価書に関する評価を進めつつ、上記(1)(2)の知見については、検討結果を速やかに高経年化技術評価書に反映して評価結果をとりまとめる。

○具体的には、個別プラントごとに、

- ・事業者の技術評価書の書類審査
  - ・発電所への立入検査(設備状況、検査データ等の原本確認)
- 等を基に新たな知見を反映しつつ、技術評価及び長期保守管理方針の妥当性の確認を進める。

○それぞれの評価期限(法定)に合わせて評価結果をとりまとめる。

- ①四国電力(株)伊方発電所2号炉:法定期限24年3月(運転開始後30年)
- ②関西電力(株)美浜発電所2号炉:法定期限24年7月(運転開始後40年)
- ③東京電力(株)福島第二原子力発電所1号炉:法定期限24年4月(運転開始後30年)  
(\*福島第二1号炉は、冷温停止状態を前提として評価)

2015 年 1 月 20 日

原子力規制委員会 委員長  
田中 俊一 殿

拝啓

時下ますますご清栄のこととお慶び申し上げます。このたび原子力規制委員会においては、民間規格である日本電気協会制定の「原子炉構造材の監視試験方法」の技術評価を実施される旨、貴委員会議事録（平成 27 年第 48 回、1 月 7 日開催）により知りました。

今回、技術評価の対象となる

#### JEAC4201-2007 日本電気協会「原子炉構造材の監視試験方法」2013 年追補版

については、原子力安全・保安院が実施した「高経年化技術評価に関する意見聴取会」において、その妥当性に関する議論が行われました。井野 博満 委員は第 14 回聴取会において、JEAC4201-2007 が採用している脆化予測の基礎となっている反応速度式には、根本的な誤りがあることを指摘したところ原子力安全・保安院は

規制機関として、規格のエンドースに当たっては、脆化予測式の内部構成に関らず、国内外の監視試験測定値との整合性について確認しています。

一方、今回のご意見は脆化予測式を構成する微分方程式の一部の項についての学術的な内容であり、学協会で議論すべきものと考えます。

として、日本電気協会 に議論を委ねたかたちになりました。このため、同協会原子力規格委員会における審議を注視し、質問上を送るとともに公衆審査の際の申し入れを行いました。学術的な議論は行われなまま「原子炉構造材の監視試験方法」2013 年追補版が制定され、今日に至っています。これらの一連の過程を通じて、民間規格活用の際に考慮すべきいくつかの問題点が浮かび上がりました。これらの点を <民間規格（学協会規格）活用における問題点> として別紙に記しました。JEAC4201-2007 の技術評価とあわせて、学協会規格活用に関わる一般的な問題として貴委員会で検討していただきたいと存じます。

従来の経緯および問題点については、下記の文献に詳述しました。別刷を添付しますので、ご覧いただいた上、公正な審議をしてくださることをお願いします。

- (1) 小岩昌宏: 原子炉圧力容器の脆化予測は破綻している  
- でたらめな予測式をごまかす意見聴取会 科学 (岩波書店) **82**(2012) 1150.
- (2) 小岩昌宏: 続 原子炉圧力容器の脆化予測は破綻している  
- 日本電気協会、電力中央研究所と学者・研究者の姿勢を問う 科学(岩波書店) **84**(2014) 152.
- (3) 小岩昌宏: 原子炉圧力容器の照射脆化 脆化予測法 JEAC 4201-2007 は誤っている  
(校正刷) 金属 2015 年 2 月号  
敬具  
小岩昌宏  
〒520-0246 大津市 仰木の里 1-18-7  
メールアドレス mkoiwa@zd.ztv.ne.jp  
電話 077 573 7112

## 別紙 民間規格（学協会規格）活用における問題点

原子力規制委員会（平成 24 年 11 月 14 日 第 11 回）においては、学協会規格の活用に関して 2 人の委員が、以下のような発言をされています。

<日本電気協会 原子力規格委員会の規格審議に関連する発言の要約>

#### 島崎委員

・ 委員構成 身内のことを身内で決めているというふうにとられかねない。

第三者的な方が非常に少ない。

・ 透明性. 審議が公開されているというが、議事録等はなく、何が決まったかということしかない。どの程度詳細な審議で決まったかわからない。

#### 更田委員

学協会規格（審議の際の）議事録はあるが速記録がない。策定プロセスの透明性を上げていくため、速記録、録音がいつでも参照できるトレーサビリティを高めておくことが重要である。

### I. 日本電気協会について

JEAC4201-2007「原子炉構造材の監視試験方法」およびその改訂をめぐる日本電気協会 原子力規格委員会における審議を注視してきた。上記の両委員の指摘のように、改善を求めるべき点が多い。以下、具体的に指摘する。

- ・ 原子力安全・保安院が開催した 高経年化技術評価に関する意見聴取会において、関村 直人氏は「(拡散係数が 1 乗であるべきとの) 井野委員の指摘は正しいと認めざるを得ないところがある。どのように評価していくのか(日本)電気協会の場でも議論しなければならない。」という趣旨の発言をした。しかし、原子力規格委員会の委員長である関村直人氏は、意見聴取会での自らの発言に応じた対応をせず、口をつぐんだままで、原子力安全・保安院が要請した学術的検討を行わなかった。
- ・ JEAC4201-2007 に関する検討は、日本電気協会 原子力規格委員会の 構造分科会の下におかれた破壊靱性検討会で行われた。破壊靱性検討会は、今回提起した問題を審議するのにふさわしい経験・能力を持つ人々で構成されていたのだろうか？ 意見聴取会において、原子力安全・保安院ならびに関村直人、庄司哲雄 両委員は、学術的内容であるから学協会(日本電気協会)で審議を”と主張した。そのような議論が全く行われなかったのは、委員会の構成に問題があるといわざるを得ない。委員の追加あるいは参考人からの聴取を実施すべきである。なお、電力中央研究所の曾根田直樹氏は、破壊靱性検討会の委員である。同氏は、この規格が立脚している脆化予測に関する研究報告の筆頭著者である。その研究報告の誤りが指摘されていることに関する審議を行う際には、同氏を委員からはずすべきであるのに、そうした処置はとられなかった。
- ・ 会議資料のネット公開と議事録の早期公開  
民間規格制定を担う学協会の関連委員会等の会議資料、議事録の入手閲覧が容易かつ迅速に可能であることが望まれる。

(1) 日本電気協会の関連会合の議事録は、次回の当該会合での承認後に公開されている。過

## 別添 B1

去の記録を見ると、1 年近くも議事録を見ることはできない場合もある。これは「公平・透明・中立性を確保する」という精神に照らしてきわめて不合理である。議事録は、当該会合終了後、速やかに公開すべきである。

(2) “公平性、公正性、公開性を確保すること”を標榜する各種の機関が開催する会議は“配布資料のネット上での公開”を実施（多くの場合、会議当日に）している。日本電気協会も実施すべきである。

### • 規格制定に際しての意見公募の方法

学協会規格は公共性が高く、規格制定の際に意見公募を行う場合、国の行政機関が政令や省令を定める際の手続に準じて行うのが望まれる。行政手続法は、以下のように定めている。

- 定めようとする命令等及び関連する資料をあらかじめ公示すること（第 39 条）、
- その公示は電子情報処理組織を使用する方法その他の情報通信の技術を利用する方法により行うものとする（第 45 条）

今回の“原子炉構造材の監視試験方法 JEAC4201-2007 [2013 年追補版] 制定案”に関する意見受付公告では、関連資料入手について以下のように述べている、

一般社団法人日本電気協会にて規格の閲覧が可能です。また、郵送による資料の送付も行っておりますので、お問い合わせ下さい。

すなわち、「公示は電子情報処理組織を使用する方法その他の情報通信の技術を利用する方法」ではなく非常に不便であり、改善を望む。

## II. 原子力規制庁について

### A. 旧原子力安全・保安院からの業務引継はどのように行われたか？

前述のように「高経年化技術評価に関する意見聴取会」において指摘された電力中研の予測式の誤りについては、“学術的な内容であり、学協会で議論する”こととなった。この際、井野委員は

「本聴取会で提起された問題点を要約し、検討すべき点を明らかにして依頼すべきである。聴取会の委員が、たまたま学協会の役職を兼務しているという事情があるにせよ、無作為のまま漫然と検討を依頼した形にすることは、恣意的あるいは不十分な結果に終わる危険がある。」

と指摘した。しかし、石垣高経年化対策室長は、

「報告書、資料、議事録は、すべて公開をされているから検討をお願いしますと言えば、十分問題点は伝わる。」

と答えた。（第 18 回意見聴取会議事録より）このことに関して、石垣室長は

この予測式の妥当性の議論につきましては、学協会でご議論していただくということが適切だと思いますし、学協会に対しては、ぜひ御議論してくださいという要請を行い（たい）というふうに思っているところということでございます。

とも述べている（第 17 回聴取会）。ところが、石垣室長は 2012 年 8 月 20 日付で中部近畿産業保安監督部に異動してした。意見聴取会の審議の結果はどのように日本電気協会に伝えられたのか？同協会の議事録、各種資料を見た限りでは、石垣室長が要請を行った形跡は認められない。旧 原子力安全・保安院からの引継ぎが円滑に行われたかどうか検証していただきたい。

### B. 旧 原子力安全基盤機構(JNES)の行った事業に関して

## 別添 B1

原子力安全基盤機構（JNES）は、JEAC4201-2007 の脆化予測式の高照射領域における適用可能性を検証するため“高照射量領域の照射脆化予測”プロジェクトを実施した。この事業は平成 17 年度から 6 年間の計画で行われたもので、その実施体制について報告書\*は以下のように述べている。

本事業は、経済産業省原子力安全・保安院からの交付金により独立行政法人原子力安全基盤機構の規格基準部材料評価グループが実施している。なお、必要に応じて、事業の一部を、試験設備を有する機関などに請負付託している。本事業の成果は、学識経験者の委員から構成される試験研究等外部評価委員会に報告して、評価を受けている。また、学識経験者の委員から構成される「照射脆化検討会」を組織して、本事業に対する助言を得ている。

この報告書には、JEAC4201-2007 の脆化予測式の計算に際して、鋼中の銅の拡散係数  $D_{Cu}^{thermal}$  として  $0.75\text{cm}^2/\text{s}$  を用いたと述べている。また、中性子束の関数として拡散係数を示したグラフ(図 4)にも、単位として  $\text{cm}^2/\text{s}$  が記されている。これは、拡散実験で得られ、学術雑誌に報告されている値とあまりにかけ離れている。材料研究者であれば、そのことにすぐ気付くはずである。拡散係数の値は時間スケール（現象が起こる速度）を規定する。電力中研モデルの反応速度式を数値積分する際の時間積分幅の選択に際しても、考慮されるべき量である。その基準となる拡散係数の値が実際の値と  $10^{20}$  以上も異なるのに、もっともらしい結果が得られているのは理解しがたいことである。なお、電力中央研究所に問い合わせたところによると、“（拡散係数は）単位を持ちません。「単位を持たない」とは、その変数の値そのものは何等かの具体的な単位に対応する値ではない、という意味です。”という不可解な回答が寄せられた。

JNES は 原子力規制庁 に吸収されたので、上記の件に関しては貴庁が業務を継承されていると承知している。その認識の上で、過去および将来に関する問題として以下の質問をする。

(1) 「事業の一部を請負付託した試験設備を有する機関」の名称は明示されていないが、記述内容及び参考文献から、電力中央研究所であると推測される。もし、そうであるとすると、JEAC4201-2007 の脆化予測式を開発した機関に対して、“高照射領域における適用可能性を検証する”ことを請負付託したことになる。それは適切であろうか？

(2) 「照射脆化検討会」の構成メンバーは、関村 直人（東京大学）、曾根田直樹（電力中央研究所）、鬼沢 邦雄（日本原子力研究開発機構）である。関村直人氏は、原子力規格委員会の委員長、曾根田直樹氏は電中研モデルの詳細を記した論文の筆頭著者であり、原子力規格委員会 構造分科会 破壊靱性検討会の委員である。この文書の冒頭で引用した島崎委員の指摘：

”委員構成 身内のことを身内で決めているというふうにとられかねない。第三者的な方が非常に少ない“

のとりの弊害が現れていると思うがどうか？

(3) 鋼中の銅の拡散係数  $D_{Cu}^{thermal}$  として、実際の値と大きく異なる数値が用いられたことについて、「照射脆化検討会」の構成メンバーは意見を述べなかったのか？

\*原子力安全基盤機構: 高照射量領域の照射脆化予測に関する報告書, 平成 21 年 12 月

2015 年 4 月 2 日

## 原子力規制委員会

## 田中 知 委員 殿

「原子炉構造材の監視試験方法の技術評価に関する検討チーム」各位殿

## 質問および要請

「原子炉構造材の監視試験方法の技術評価に関する検討チーム」の第 1 回を視聴、第 2, 3 回を合を傍聴し、会議資料を閲覧して感じた点を記します。技術評価書執筆に際して、指摘した諸点に留意されたい。

貴規制委員会は、「我が国の原子力規制組織に対する国内外の信頼回復を図り、国民の安全を最優先に、原子力の安全管理を立て直し、真の安全文化を確立すべく、設置された。」ものと伺っております。新たな体制における学協会規格活用が、どのような審議を経て行われるのか、旧原子力安全・保安院の対応とどのように異なるのか、関係者は重大な関心を持って注視しております。真摯かつ誠実な対応を期待しております。

## (1) 学協会規格を制定する機関としての日本電気協会の適性

技術評価書(案)においては、民間規格の技術評価に当たっての基本的考え方という項目 2.1 があり、策定プロセスの公正性、公平性、公開性の確保について述べている。この点に関して、規制委員会の島崎邦彦委員および更田豊志委員が、日本電気協会における規格審議の透明性・公正さについて懸念を表明している(規制委員会議事録、平成 24 年 11 月 14 日 第 11 回)ことを指摘したい。技術評価書においては、このことを指摘し、以下の点を含めて改善を求めるべきである。

・ **各種委員の構成・選出。** 日本電気協会 原子力規格委員会 が提出した「資料 1-3 の 1」によれば、委員構成は、公平性(中立性)として「委員構成は、5 業種以上から選定し、特定の業種に偏らない。(同一業種の委員は委員総数の 1/3 を超えない。)」とあるが、特定の業種に偏らないことをもって公平性・中立性が保証されると考えられるか。中立性という以上、原子力産業に利害関係をもたない分野の専門家や有識者を委員に選ぶべきである。

また、JEAC4201-2007 の誤りについて検討を行った破壊靱性検討会の委員構成の問題点も指摘したい。同規格の元となっている電力中央研究所の報告の筆頭著者は曾根田直樹氏であり、同氏は破壊靱性検討会の委員である。当該問題の審議を行う際、同氏をメンバーからはずす、また論文内容を的確に理解できる専門家を委員に加えるべきであった。

## ・ 会議資料のネット公開

民間規格制定を担う学協会の関連委員会等の会議資料の閲覧が容易かつ迅速に可能であることが望まれる。各種の機関が開催する会議は“配布資料のネット上での公開”を実施(多くの場合、会議当日に)されている。日本電気協会に対して再三要請してきたが、未だに実施されていない。

## ・ 規格制定に際しての意見公募の方法

学協会規格は公共性が高く、規格制定の際に意見公募を行う場合、国の行政機関が政令や省令を定める際の手続に準じて行うのが望まれる。行政手続法は、以下のように定めている。

- ・ 定めようとする命令等及び関連する資料をあらかじめ公示すること(第 39 条)、
- ・ その公示は電子情報処理組織を使用する方法その他の情報通信の技術を利用する方法により行うものとする(第 45 条)

今回の“原子炉構造材の監視試験方法 JEAC4201-2007 [2013 年追補版] 制定案”に関する意見受付公告では、関連資料入手について以下のように述べている。

一般社団法人日本電気協会にて規格の閲覧が可能です。また、郵送による資料の送付も行っておりますので、お問い合わせ下さい。

すなわち、「公示は電子情報処理組織を使用する方法その他の情報通信の技術を利用する方法」ではなく非常に不便であり、改善を望む。

## (2) 原子力規制委員会は日本電気協会 の回答を受け入れるのか?

「原子力規制庁による日本電気協会への説明依頼事項」(資料 1-2)の「説明依頼事項 3」(2)においては、関連温度予測式の精度について「・・・これらが学術的な領域であるということもあり、学協会での検討に委ねることにした。」(原子力安全・保安院の取りまとめ「原子炉圧力容器の中性子照射脆化について」(2012 年 8 月), p.12)とあることに、日本電気協会の検討結果の報告を求めている。破壊靱性検討会は、それへの回答(資料 1-5)において、

「・・・添付資料 1 の通りであり、反応速度式に誤りがあるとは考えていません。」(p.26)としている。反応速度式が“次元的に健全でない”と指摘されているのに、“誤りがあるとは考えていません”という主観的な返答では、『回答』になってない。

「指摘事項である照射促進項は、クラスター形成の複雑なプロセスを簡単な「単一項目」により近似することを目的に設定されたものである。」というが、何故『次元的に間違っただけで複雑なプロセスを近似できるのか』を説明していない。「グレイボックスモデル」においても、次元的に誤った式が許されるはずがない。どのように複雑なプロセスを想定しても拡散定数  $D$  の 2 乗を含む項は出現するはずがない。このような科学的に不合理な“説明ないしは弁解”を原子力規制委員会は受け入れるのか? 見解を問う。

## (3) 関連温度のフラックス依存性 予測式は外挿に用いるべきではない。

電力中央研究所の脆化予測モデルにおいて、Cu の拡散係数は次式:

$$D_{Cu} = D_{Cu}^{thermal} + D_{Cu}^{irrad} = D_{Cu}^{thermal} + \omega \cdot \phi^n$$

で表され、中性子フラックス  $\phi$  依存性を取り入れることになっている。しかし、反応速度式において、拡散係数を 1 次で書くべきところ、2 次としたため、関連温度のフラックス依存性は予想不能である。実際、笠田 委員が提出したデータ(第 2 回参考資料 2-1) では、奇妙な依存性が見られる。これが実測の傾向と整合するか否かの検討を行うべきである。

第 3 回会合において、森下 委員は「各原子炉について、予測式は内挿のフルエンスの範囲内で用いるべき」ことを指摘した。“玄海 1 号の第 4 回監視試験片など高照射量のデータが従来の JEAC4201-2007 による予測から大きく外れたため、パラメータフィティングをやり直して今回の

別添 B2

JEAC4201-2007 (2013 追補版) を出さざるを得なくなった” という事態そのものが、外挿が不可であることを雄弁に物語っている。

(4) 脆化予測式の妥当性 日本電気協会以外の学会における議論の必要性

第3回会合において、笠田委員は「日本電気協会には照射損傷、脆化予測に関する専門家は少ない。脆化予測に関しては日本金属学会、原子力学会等での議論を踏まえるべきだ」との指摘があった。この点については、原子力安全・保安院「高経年化技術評価に関する意見聴取会」においても指摘があり、石垣高経年化対策室長は「この予測式の妥当性の議論につきましては、学協会に御議論していただくということが適切だと思いますし、学協会に対しては、ぜひ御議論してくださいという要請を行い(たい)というふうに思っているところということでございます。」と発言した。ところが、石垣室長は 2012 年 8 月 20 日付で中部近畿産業保安監督部に異動し、要請が行われた形跡はない。今回の技術評価書には、上記の両学会において脆化式の妥当性に関する議論を要請することを明記し、実際にも「要請」を行うべきである。

(5) JEAC4201-2007 に対する疑問を提起した研究集会

技術評価書(案)には、2013 年版追補の妥当性を示すものとして、予測法に関する学会等での発表として表 10 を掲げている。しかし、国内で開かれた以下の研究集会ではこの予測法の基礎である反応速度式の誤りが指摘された。

- (1) 2012 年 7 月 炉内構造物の経年変化に関する研究集会(九州大学応用力学研究所)
- (2) 2013 年 11 月 より安全な原子力技術、核融合技術にむけての材料研究の展開(東北大金研)
- (3) 2014 年 7 月 照射材料研究、原子力材料研究のこれから(東北大金研)

外部専門家である森下 和功委員は集会(1)に、笠田竜太委員は集会(2、3)の参加者で、これらの会合における材料照射研究者の共通認識を承知されているはずである。日本電気協会が提出した表 10 のみを提示し、批判的な見解が報告された研究集会を無視するのは、公正たるべき規制機関による技術評価として許されないことである。

新たな出発をした原子力規制委員会が、学協会規格のエンドースの機会に従来のしがらみを断ち切って誤りを正すのか、それとも日本電気協会の言い分を鵜呑みにして、裸の王様となる道を選ぶのか、多くの関係者が注視している。

(6) データおよびプログラムの公開

原子力規制委員会は「監視試験片データおよび脆化予測に係る計算機プログラムの公開」を推進するよう、日本電気協会を指導すべきである。これは、笠田 竜太委員が繰返し強く要望している。

以上

なお、原子力規制委員会の各種会議一般について要望を述べる。

審議の際にはスライド上映を

検討チームの議事においては、説明者が配布資料を読み上げるのに長時間を要している。資料はほとんどパワーポイント用に作成されたもののコピーである。説明の際に当該資料をスクリーンに投影して行うことにすれば、問題意識を共有して審議を行うことができる。実際、第2回会合において、笠田 竜太委員はスライドを用いて提出資料の説明を行い、よく理解することができた。

別添 B2

今後の会合においては、常にスライド上映設備を用意して、これを用いて説明・討論を行うようにしていただきたい。なお、私が委員を務めている新潟県の原子力関連の委員会では、この方式を以前から採用していることを申し添える。

-----  
衆院第一議員会館において 【高浜1・2号機稼働延長問題】に関する院内集会の開催を計画している。参加していただきたい。(集会案内 添付)

以上

小岩 昌宏(京都大学 名誉教授)  
〒520-0246 大津市 仰木の里 1-18-7  
メールアドレス mkoiva@zd.ztv.ne.jp

## 原子炉構造材の監視試験方法

## JEAC4201-2007 [201X 年追補版] 制定案 に対する意見

2013 年 8 月 15 日

小岩 昌宏 (京都大学名誉教授)  
井野 博満 (東京大学名誉教授)

1. 高経年化技術評価に関する意見聴取会において、JEAC4201-2007 の中性子照射脆化予測式の基礎となっている電力中央研究所の研究報告には誤りがあることが指摘された。具体的には、照射により形成される欠陥の反応速度式において、Cu 原子の拡散係数  $D$  が 1 乗であるべきところが 2 乗になっていることである。この点は学術的な問題であるので、学協会(日本電気協会)において検討することとなった。同意見聴取会において、関村 直人氏は以下の主旨の発言をした。

- (拡散係数が 1 乗であるべきとの) 井野委員の指摘は正しいと認めざるを得ないところがある。どのように評価していくのか(日本)電気協会の場でも議論しなければならない。
- フィットティングパラメーター(の数)を増やすか、あるいは減らして、誤差を減らしていく—そういうことも含めながら考えていくべきだ。

これらの指摘は当を得たものである。原子力規格委員会の委員長をつとめる関村 直人氏は、日本電気協会における JEAC4201-2007 の改訂に関する審議に際して、こうした視点からの発言ないしは示唆を行ない、学術的検討を主導すべきであった。

2. このため、われわれは原子力規格委員会に意見書を送り、上述の反応速度式に関する学術的な検討を行うことを強く要請した。それに対して、原子力規格委員会は以下のように回答した。

- (1)素過程の議論にもとづき照射促進項において拡散係数が 1 乗であるべきとの指摘は JEAC4201-2007 脆化予測法で採用されているモデル化の方針とは基本的に異なる。
- (2)JEAC4201-2007 予測法は、多数の実機監視試験データや材料試験炉データの関連温度移行量に対して一定の予測精度が確保されている。

上記の 2 点に関して、以下の点を指摘する。

- (1) 拡散係数の次数について

• 共著者の一人 石野菜氏の発言

2012 年 7 月に九州大学応用力学研究所で開催された“炉内構造物の経年変化に関する研

究集会”の際、電力中央研究所報告の共著者のひとりである石野菜氏は「拡散係数の 2 乗にしたことは曾根田君の勇み足だった」と発言した。また、石野氏は「 $D$  を 1 乗とした場合も計算するように言ったが、曾根田君はやる気はなさそうだ」とも述べていた。

• 世界の照射損傷のエキスパートもこの誤りについて懸念を共有している

JEAC4201-2007 の脆化予測方式は、電力中央研究所の研究を基礎とするもので、第 24 回 ASTM シンポジウム(材料の照射効果及び燃料サイクル)で口頭発表され、オンラインジャーナルに掲載された。われわれ(小岩、井野)は連名で Journal of ASTM International へてに“Letter to Editor”を送り、この論文には誤りがあり、撤回されるべきことを指摘した。その結果として、

われわれが投稿した Letter to Editor, シンポジウム主宰者のコメント, 原論文著者の反論などの文書が原論文の購読者に送られ、原著論文には問題があることが示唆された。この文書のうち、シンポジウム主宰者かつ編集責任者である Jeremy Busby のコメントの冒頭部分を以下に示す。

I have asked several other experts in RPV steels and physics of radiation damage to look at this paper and the recent comments. The comments in the letter do have merit and we could all see their concern in the development of the equations as they do not follow the generally accepted theory for such phenomena. Further, given the current state of awareness around the world on reactor integrity, such concerns are understandable.

[訳文]

原子力圧力容器鋼及び照射損傷に関する数人のエキスパートに原論文と Letter to Editor を送り意見を求めた。この Letter に述べられているコメントは価値あるもので、この種の現象を扱う際に広く用いられているものと異なるやり方で(原論文の)方程式が展開されていることに疑問を提起しているのは当然である。また、原子炉の安全性への関心が世界的に高まっている現状からも、このような懸念はよく理解できる。

以上の事実から、電中研報告に述べられている計算は、拡散係数  $D$  の次数を誤って 2 として行ったものであることは明らかである。なお、「拡散係数  $D$  を 2 乗としてフィッティングした方が 1 乗とするよりもよく合う」と主張するのであれば、電中研報告の著者はそれを裏付けるデータを示すべきである、

(2) 原子力規格委員会及び原子力安全・保安院は、“JEAC4201-2007 予測法は、多数の実機監視試験データや材料試験炉データの関連温度移行量に対して一定の予測精度が確保されている”ことをもって、基本反応速度式に誤りがあるというわれわれの指摘を頭から否定する。この点について、以下の点を指摘したい。式 JEAC4201-2007 予測法は約 20 個のフィッティングパラメータを用いて、データとのフィッティングを行っている。多数のパラメータを用いれば、既存のデータの傾向を再現することは可能であろう。しかし、予測法に期待されるのは、フィッティングに用いなかったデータの予測である。JEAC4201-2007 が中性子照射量の高い領域での予測に失敗し、高照射領域のデータを加えてあらたにフィッティン

### 別添 B3

グ パラメータの再設定を行うことになった。その結果、フィッティング パラメータの値は大きく変化した。これはモデルの脆弱性が露呈したことにほかならない。その原因のひとつとして、基本とする反応速度式の誤りが指摘されているのである。なぜその指摘を無視するのか？

なお、米国では予測式の妥当性を検証するために、以下のような方法を用いている\*という。

“監視試験データのうちおよそ 10%をブラインドデータ（予測式の作成には使用しない）として保留し、予測式の完成後にその有効性を確認するために用いる。

“予測法”であるからには、当然このような方法を採用して、信頼性をたしかめるべきであると考えられるがどうか。

以上を要するに、JEAC4201-2007 予測法およびその[201X 年追補版] 制定案は、基本とする反応速度式に誤りがある。したがって、JEAC4201-2007 の廃止を含めて全面的に再検討する必要がある。

#### \*文献

E.D. Eason, G. R. Odette, R. K. Nanstad and T. Yamamoto:

“A Physically Based Correlation of Irradiation-Induced Transition Temperature Shifts for RPV Steels”, November 2007,ORNL/TM-2006/530

---

#### 自宅住所

小岩 昌宏

〒520-0246 滋賀県 大津市仰木の里 1-18-7

電話 077-573-7112

井野 博満

〒194-0041 東京都 町田市玉川学園 7-15-5

電話 042-726-0577

## 社団法人 日本電気協会 原子力規格委員会 殿

2014年11月29日  
 京都大学名誉教授 小岩昌宏  
 東京大学名誉教授 井野博満

## 第40回 基本方針策定タスク 議事録についての質問

2013年5月20日付で、貴協会宛に下記の異議申し立てを行いました。

**JEAC4201-2007「原子炉構造材の監視試験方法」  
 の改定に関する審議についての意見（異議申し立て）**

これに対して、6月20日付文書(日電協25技基第097号)による回答を受け取りました。

しかし、その文書は当方が質問した項目のほとんどに対して未回答であったため、7月26日付で再異議申し立てを行ったところ、「すでに回答済みであるので重ねての回答はしない」旨の文書(日電協25技基第256号、10月3日)を受け取りました。

この件に関連して、貴委員会が審議された“第40回 基本方針策定タスク 議事録”を閲覧しました。これについて、いくつかお尋ねしたいことがあります。まず、議事録\*の関連部分を以下に記します。\*<http://www.denki.or.jp/committee/nuc/giji/kihontsk/kihontsk40.pdf>

3)JAC4201に関する外部からの意見への対応について

事務局より、資料40-3-3に基づき、外部からの意見への対応について説明があり、対応については下記意見を踏まえ再検討し、委員会へ提案することとした。

(主な意見)

- この件については、個人攻撃に終始しているのでルール上どう扱うのが適切かについて判断する必要がある。入口論として審議するに足るものになっているか。
- 個人攻撃はなほだしい。また、意見については回答しているが、ある一部の問題を規格委員会、日本電気協会と段々に問題を拡大している扱いに不信感を持っている。
- 添付1の(1)は今まで言ってきたことの繰り返しであり、なぜ繰り返しをされるのかは理解できない、(2)は英文の和訳が誤っている、(3)1乗について示す責任は分科会に全くない、(4)と(5)は規格委員会の場とは違うことであり受け付ける必要はない、(6)は意味が分からない、(7)は回答済み、(8)は最終的な判断は委員会です。したがって分科会でお願いすることは無いと考える。
- 意見1,2もつまるどころ、脆化予測法の中の考え方は別紙1に書いているだけであり、ホームページに公開することになるので、もう少し前触れの部分を補足しなければならないと思うので検討する。別紙1については分科会で検討してきたものであり、規格委員会でコメントが付けば再検討せざるを得ない。
- 法律の専門家の意見を聞き、対応案を検討する。

上記の議事録は、あまりに簡潔すぎてどのような審議が行われたかわかりません。とくに、以下の2点についてお尋ねします。

(1) “個人攻撃に終始している”とありますが、これは第4項 関村直人氏(委員長)は意見聴取会での発言に責任を持って に関するものと存じます。高経年化技術評価に関する意見聴取会において、同氏が「(括

散係数が1乗であるべきとの) 井野委員の指摘は正しいと認めざるを得ないところがある。どのように評価していくのか(日本)電気協会の場でも議論しなければならない。」と発言されたことを指摘しました。

この点に関して、“第40回 基本方針策定タスク”において、関村直人氏及び各委員はどのような発言をされたのでしょうか。関村氏の公的な場における上述の発言及びそれに関連する原子力安全・保安院の発言を受けて、日本電気協会は真摯な議論を行う義務があるはずで、それを“個人攻撃に終始している”と切り捨てるのは、学協会規格制定を担う協会としては無責任です。

## (2) 英文の和訳が誤っている との指摘について

これは 第2項 世界の照射損傷のエキスパートもこの誤りについて懸念を共有している に関するものです。原文及び和訳を採録します。

I have asked several other experts in RPV steels and physics of radiation damage to look at this paper and the recent comments. The comments in the letter do have merit and we could all see their concern in the development of the equations as they do not follow the generally accepted theory for such phenomena. Further, given the current state of awareness around the world on reactor integrity, such concerns are understandable.

(訳) 原子力圧力容器鋼及び照射損傷に関する数人のエキスパートに原論文と Letter to Editor を送り意見を求めた。この Letter に述べられているコメントは価値あるもので、この種の現象を扱う際に広く用いられているものと異なるやり方で(原論文の)方程式が展開されていることに疑問を提起しているのは当然である。また、原子炉の安全性への関心が世界的に高まっている現状からも、このような懸念はよく理解できる。

和訳を見直してみましたが、どこが誤っているかわかりません。誤りを具体的に指摘してください。また、この指摘をされた方はどなたかお知らせください。

(3) 他の事項に関しても、記述が簡潔すぎてどのような審議が行われたかわかりません。速記録ないしは録音を開示して下さるよう要請します。

なお、原子力規制委員会(平成24年11月14日 第11回)においては学協会規格の活用に関して、以下のような発言がされていることを申し添えます。

<http://www.nsr.go.jp/committee/kisei/h24fy/data/20121114-kisei.pdf>).

議事録13~15ページ 参照

＜日本電気協会 原子力規格委員会の規格審議に関連する発言の要約＞

島崎委員

- 委員構成 身内のことを身内で決めているというふうにとられかねない。第三者的な方が非常に少ない。
- 透明性. 審議が公開されているというが、議事録等はなく、何が決まったかということしかない。どの程度詳細な審議で決まったかわからない。

更田委員

- 学協会規格 (審議の際の)議事録はあるが速記録がない。策定プロセスの透明性を上げていくため、速記録、録音がいつでも参照できるトレーサビリティを高めておくことが重要である。

以上

第40回基本方針策定タスク議事録についてのご質問への回答

平成26年11月29日付で受領しました標記ご質問について、以下のとおり回答いたします。

【ご質問1】

“個人攻撃に終始している”とありますが、これは第4項 関村直人氏(委員長)は意見聴取会での発言に責任を持って に関することと存じます。高経年化技術評価に関する意見聴取会において、同氏が「(拡散係数が1乗であるべきとの)井野委員の指摘は正しいと認めざるを得ないところがある。どのように評価していくのか(日本)電気協会の場合でも議論しなければならない。」と発言されたことを指摘しました。

この点に関して、“第40回 基本方針策定タスク”において、関村直人氏及び各委員はどのような発言をされたのでしょうか。関村氏の公的な場における上述の発言及びそれに関連する原子力安全・保安院の発言を受けて、日本電気協会は真摯な議論を行う義務があるはずで、それを“個人攻撃に終始している”と切り捨てるのは、学協会規格制定を担う協会としては無責任です。

【回答1】

日電協 25 技基第 097 号(平成 25 年 6 月 20 日)にて既に回答している通り、議事録には発言者名の記載はしておりませんので、公開している議事録以上の情報はございません。なお、更なる透明性確保のため、引き続き検討を進めてまいります。

【ご質問2】

英文の和訳が誤っているとの指摘について

これは 第2項 世界の照射損傷のエキスパートもこの誤りについて懸念を共有しているに関するものです。原文及び和訳を採録します。

I have asked several other experts in RPV steels and physics of radiation damage to look at this paper and the recent comments. The comments in the letter do have merit and we could all see their concern in the development of the equations as they do not follow the generally accepted theory for such phenomena. Further, given the current state of awareness around the world on reactor integrity, such concerns are understandable.

(訳) 原子力圧力容器鋼及び照射損傷に関する数人のエキスパートに原論文とLetter to Editor を送り意見を求めた。このLetter に述べられているコメントは価値あるもので、この種の現象を扱う際に広く用いられているものと異なるやり方で(原論文の)方程式が展開されていることに疑問を提起しているのは当然である。また、原子炉の安全性への関心が世界的に高まっている現状からも、このような懸念はよく理解できる。

和訳を見直してみましたが、どこが誤っているかわかりません。誤りを具体的に指摘してください。また、この指摘をされた方はどなたかお知らせください。

【回答2】

出席者の発言に関する問い合わせにつきましては、日本電気協会としては回答しかねますので、回答を控えさせていただきます。

【ご質問3】

他の事項に関しても、記述が簡潔すぎてどのような審議が行われたかわかりません。速記録ないしは録音を開示してくださるよう要請します。

【回答3】

現時点では、速記録は作成しておりません。また、技術的な内容を明確にするため原子力規格委員会および分科会については、平成 25 年 9 月 30 日以降は録音を行っておりますが、基本方針策定タスクについては録音を行っておりません。

以上