

でいただいたもので、幾々としても、玄梅1号、3回、4回以外のデータについて、幾々のデータを特定はしてございません。

○井野名譽教授 どこからいただいたデータですか、オリジンをはっきりさせてもらわないと、この図を出された以上、これをきちんと説明できるというのが、当然のサイエンスリストという場であれば、当然のことです。どこからいただいた図でしょうね、どこへ出された図なんでしょうか。

○九州電力(横濱) 国内の強誘電体データを整備していただいている、電力中央研究所さんの方で整理していただいたデータです。

○井野名譽教授 電中研のデータということでしょうか。

○庄子教授 それでは、増根田委員、どうぞ。

○魚根田副所長 右側の2点のデータは、実派1号機、溶接金属のデータです。

○井野名譽教授 私も母材では、こんな高いものはないので、溶接金属の図だろうと思っただんですけれども、溶接金属と母材は、一応別個に議論すべきじゃないでしょうか。

一応、2007年の脆化予測式では、一緒に合わせて検討していただけますけれども、その前の2004年の予測式は、別に議論していただき、それは本当に必要かどうかということとは問題がありますので、それは別個に議論すべきだと。

ですから、この下の図は、もう一度溶接金属とそうでないものを分けてそれぞれの図と出してほしいと思います。これは、電中研の方でお願いしても結構ですけれども。

○庄子教授 今回は、九州電力さんの方がこの資料を出されていますので、九州電力の方で少し御検討いただければと思います。

それでは、次は、資料9の7、8、9、10、阿部委員の方からコメントをいただいておりますけれども、この回答に関して、先生の方から御質問があれば、どうぞ。

○阿部教授 データの御提示ありがとうございます。18ページ、19ページのデータを見ていると、解のクラスタのサイズと、ニッケル、マンガン、マンガンの分布から読み取れるサイズというものが大きく異なるんですね。このクラスタ割々の化学成分としては21ページ

にまとめられているようなものではあるのかもしれないんだけど、クラスタ内部での元素分布が変わっていると考えなければいけません。

この点については予測していたことではありますが、比較的析散速度の大きい鋼と、速度が小さいニッケル、マンガン、シリコンの各種の線や、それらの強度に対する影響、それから溶接金属の結果もそうですが、学会でもホットな議論がなされているところですが、第一線の科学的な知見を求められているところですので、ここについては今後の脆化予測式の修正を待つしかないと思います。現時点ではエントドースざれている現行脆化予測式が間違っていると快めてかかっているのは早計であるという印象があります。もちろんこれまでも繰り返して強調されてきたように、新しい知見を速やかに予測式の方に反映させていく必要はあります。

また、16ページのグラフも売ほどから議論になっておりまして、下の方のグラフを見てみると、第3回、第4回があたかも1つの分布の中に紛れているかのように見えています。これからするとばらつきのある範囲にあるという印象を持ちます。しかしこれは、多分、強度の異なるさまざまな鋼材や部位を全部まとめてプロットしたものではないかと思えます。そのことを確認させていただき、もし、鋼材の強いもの、弱いものを全部まとめて果せてしまっていて、そもそもそうするとばらつきのは当たり前なので、その中に埋没しているから正しいという議論は論理としておかしいと思います。その意味で、玄梅1号機のデータが、同じ組成の溶接金属から取っているということからすると、1、2回、3回と4回が傾向が異なるということに対しては、井野先生がおっしゃる通りに、注意して考えなければいけません。

それから、24ページですが、前回、質問を差し上げたときに、運転履歴に関して、私の言葉が少し足りなかったのかと思いますが、中性子束の履歴だけではなくて、温度のデータも出していただけたのかと思います。この図だけでは少しわかりにくくて、例えは第3回と第4回というのが炉の区別から採取した試験片が、同じ風速履歴であったかどうか、高さ方向の位置の違いはなかったか、これらの点について教えていただきたいと思います。

○庄子教授 ありがとうございます。どうぞ、
 ○阿部教授 一つお伺いするのを忘れていました。28 ページと、26 ページの表と併せての質問ですが、監製試験片の組成と母材の組成が若干違うということについて、何か特段の見解をお持ちでしたら教えていただきたいと思えます。

新に、気になられましたのは、磁気の濃度です。これからすると、監製試験片の方が RINDT は高めにしておく可能性があるので、教えて下さい。

あと、28 ページの監製試験片の方にはカーボンの成分が載っていないので教えていただけないでしょうか。

○庄子教授 今、お答えできますか。
 ○九州電力 (野崎) 第3回の監製試験片、第4回の監製試験片の硫黄が、今、0.014 と出ているのに対して、日本製鋼所の溶鋼分析は 0.016、製品分析は 0.012、三連重工の製品分析は 0.014 という結果なんですけれども、これが第3回、第4回の監製試験の方が高くないかということなんですけれども。

○阿部教授 ごめんなさい、26 ページと比べてしまいました。
 ○井野名孝教授 でも、母材と両方が出ているわけですね、その値が違うという御質問ですから。

○九州電力 (野崎) 28 ページの方は、そのプロセスでほとんど成分は変わっていないということかと思えます。

○阿部教授 この表から見ると、そうですね。
 ○庄子教授 それから、カーボンの量は、
 ○井野名孝教授 だから、逆に言えば、なぜ監製試験片の硫黄濃度と母材全体の硫黄濃度の分析値がこんなに違うことになるのか、これは監製試験片は一部なわけですね。なぜ違っているんでしょうかという質問にもなるわけですね。

○庄子教授 ただ、28 ページの方の資料から見ると、ほとんどサルファーも変わっていないので。

結論を言いますと、並海一号炉から出てきたデータは、学会で結論が出ていない領域のデータであること、少なくとも現行の転化式模式を使って判断するしかないだろうと考えます。また、温度の履歴等を明らかにしていただきたいと思えます。

○庄子教授 それでは、お答えできる範囲で、最初の御質問の学会レベルのいろんなものは、これからいろいろなお知らせで、御報告委員、どうぞ。

○曾根田副所長 阿部先生おっしゃるとおり、まさに、この辺はポットな議論の領域ですので、学会というのは、学会として最終結論を出すというような場ではありませんから、だんだん合意が形成されていくことだと思えますが、ただ、これまでのいろいろある状況的な証拠から見れば、現状のモデルでそれほど過激なデータの除外に外れていることはないと思えます。

例えば、アトムグループが出る前に、中性子小乱散乱とか、そういういろいろな技術を使って、クラスタの体積率を測定するというような研究が行われていますが、そういう中でも、遷移温度の上昇とは相関が認められるというデータがあるということを知っています。

それから、どうしてこのデータが出たのかという御質問のあった前回の北澤さんの御説明の資料の 18 ページの右側の PRR 專業データですけれども、このプロットの中に、異なるシンボルで表示されていますが、たしか盛りつぶしが、どっちがどっちかよく覚えていませんけれども、母材、溶金、それから組成が非常に異なる材料、ニッケルの非常に多い材料、そういうものが、すべてこの中に含まれています。

そういう中でも、この程度の相関をもって、ミクロ組織と遷移温度に相関があるということ、細かい議論があることは、御承知しておりますし、化学組成が、例えばせん断応力に与える影響といったようなことは、今僕らちゃんと議論をしていく必要のあるところではあります。ベースとなるモデルとして、こういうことを使うということについては、最近の結果だけでなく、従来の結果を考えた場合、これは、ある程度知られてきている相関であると言えらるかと思っています。

それが、最後に書いてあることです。

それ以外のTPの出し方等については、今回は回答をいただいておりますので、また、次回のと併せてやっただきたい。今のところだけについて、一応、御回答ください。

○庄子教授 では、特に最後の点は非常に大卒などところですので、そこは、九州電力さんの方がお答えいただけますか。

○九州電力（総務） 資料9の12番の質問に対する御意見をいただいております。

まず、こういう場でイメージ図で出すべきではないかというお話なんですが、まず、今回の意見聴取会で使っております図については、すべて精簡した後のJEAに基ついた図を載せております。

幾々の御説明がもよおと恐かったんですが、イメージ図として載せているのは、ホームページ上で、しかも、その中で平成23年度時点、60年運転時点と80年運転時点のKICカーブ自体を、我々として事前に評価して、基準値に入っているという確認をした上で、ちようど26ページの図の基幹図、この基準値は規格に基づいて書いておりますけれども、これよりも左側にありますということをホームページ上なので、いろいろなるわがかりやすい図を付けたら、矢印を付けたらしている中で、若干わかりやすくホームページ上で図を、その3本の線だけ処理しているということでございます。

○井野名譽教授 イメージ図は、どうやって書かれたんですか、フリーハンドですか。

○九州電力（総務） フリーハンドに近いものでございます。

○井野名譽教授 それで、びったり合うんですか、82℃、91℃。

○九州電力（総務） びったり合うとおっしゃっているんですが、御質問でいただいている井野先生が作成していただいた図でいくと、例えば60年運転時点がTPが91℃で、もう一つが89℃で書かれていて、作図で書かれていると思うんですが、TPの値が違っていれば、当然びたりは合っていないわけで、勿論。

○井野名譽教授 九州電力が書かれた、あなたがイメージ図とおっしゃっている図とイメージ図と、私が91℃という値をTPとして入れて書いた曲線がびたり合うと言っている

あるということを書いていただきたい。

あと、中庄子が3回、4回で読もうというのは、これは、そうしますと、3回目以降、中性子照射速度が減った、つまり、照射量がそれ以後は、大分、10%近くは減っているということと認識してよろしいんでしょうかということですね。

あと、資料の11の5ページあるいは9の12ページ、どちらでもよろしいんですが、11の5ページを見ていただくと、まず、ホームページ上の曲線と10ページの曲線を載ねて書いていただきたいということはやっていたいていないので、それはやっていたかと思えます。

それから、最後の行、イメージ図として改わしており、91℃を使ってお作りしたものではないかと、これは、イメージ図を出す場ではないわけですが、イメージ図などという言葉を使って、間違ったことをごまかすといいますか、後で解説するということか、それは非常におかしいと思うんです。何でイメージ図なんですか、ちゃんとした図を言わばいいのにイメージ図を書くと、そのイメージ図で改わしており、91℃を使ってお作りしたものはありませぬというんですが、私は91℃を入れて図を書きましたらびったり乗るわけですが、イメージ図は、そんなびたり乗るようなイメージ図を、カーブを書けるんでしょ、何かなければ書けないわけ、これは当然、常識的に考えれば、TPとして間違っただけで、運転時点の91℃を入れた図を書いたしまった、あるいはそれは60年ですが、その前のところは82℃を入れて書いてしまった、両方ともびったり合うわけなんです。

そういう図を出しておきながら、これはイメージ図だと、その91℃を使って作成したものでありませんなどと、わざわざこういう、一応、私は、これはサイエンス的な確認だと思っておりますから、そういうところに、こういうその出しの、こういうものを示していただきたくない、これは、きちんと撤回してもらわないと、これは資料として残るわけですから、非常に困りますよ。こういうことを書かれると、九州電力自体の企業体質というものが見られるということになると思います。きちんと、間違いは間違いない、それを訂正することがあってもいいわけですから、訂正はきちんとやっていたいただきたい。そ

論がありましたら、今、第2次フェーズになっています。高度化事業という面で、何らかの形を検討できればと考えてございます。

以上でございます。

- 派遣准教授 よろしくお願ひします。
- 庄子教授 井野委員、どうぞ。
- 井野名誉教授 ちよっと聞き忘れましたが、資料11の6で、PTS状態遷移曲線と比較すべき磁気緩和性曲線は、内表面の値を用いていると御回答いただいたんですが、というところは、4分の1で示している中性子照射線の中性温度と推定されている80℃とか、82℃とか91℃の値ではなくて、内表面ということになりますと、ここに4分の1の値で示されている中性子照射線の、多分、1.5倍くらいになりますね。

ですから、大きい中性子、そうしますと、大分布にずれるので、それだけ高い中性遷移温度を用いて計算をされていると、そういうことですか。移行量が増えますね、この値の中性遷移温度のΔよりも。

- 九州電力（野崎） JFACに依って、KIC曲線を移行させますけれども、ΔTKIC分、そのこのΔTKICを求めるのに、中性子照射線としては、原子炉容器の内表面の値を使っているということですか。

○井野名誉教授 ということは、上昇量は、B1Cのときにやられている上昇量よりも大きい上昇量を使うということですかね、60年で行きましようか、60年というところ、中性遷移量は91℃というふうに出されていますね。そうすると、上昇量は、初期が16だから、107での中性遷移温度のシフトになるんだけれども、それは、4分の1の値なので、内表面を用いたということは、107℃ではなくて、もっと大きい、この照射線で言えば、1.5倍のところの中性遷移温度シフトを使われたという意味でしょうかということですか。

- 九州電力（飯越） 済みません、私の方で御説明が感があったところがあるのかなと思うんですが、御質問は、例えば資料1の26ページの図、あるいはももちの御質問自体は、前回のパワリーポイントの10ページの加圧熱源調整系統に関するKICカーブをどうやって作

るんですよ。

○九州電力（飯越） それは、我々は、ホームページ上の図は、イメージでフワリーハンドで書いていますので、偶然合ったとしか言えないと思います。

- 井野名誉教授 偶然ですね。最初から最後までずっと合うというわけですからね。そういう説明を続けられるということですかね。
- 庄子教授 予定の時刻を5分ほど過ぎていきますけれども、よろしいですか。

では、渡邊委員。

- 渡邊准教授 8ページで、縦軸を飽化の量で示していますけれども、飽化の速度はビツカース値との関係が示されていますので、JNESの体積蓄にありますが、縦軸をビツカース値で示してもええですかね。

それと、最初の質問で保安院に対しての高経年技術基準整備事業での、こういうふうなものに対しての取組みとこの御質問をしたいと思いますので、よろしくお願ひします。

- 庄子教授 過去の5年のものですね、クラスターでやったものですね。

- 渡邊准教授 そうですね。

- 庄子教授 どうぞ。

○青山高級炉化対策室（飯坂） 高経年技術強化の蒸気調整の関係ですけれども、立ち上げも御存じかもしれませんが、いわゆる高経年化に対する6事業というものがございまして。要は、時間的に劣化が進んでいくもの、これについて、現状、こういった技術評価を進めているわけでございますけれども、まだ、メカニズム的な説明というのが、不確定なものというのが実態にございます。これについて、大学の先生方の御意見等を借りながら、そのメカニズム解明に基づいて、より具体的な予測手法を開発しようというものが、旨として打ち上げられたものでございます。

その中で、照射飽化の部分も一掃あったわけでございますけれども、今回の大震災等を踏まえまして、一部照射飽化に関して深掘りしているような状態でございます。

したがって、この意見聴取会の場で、また、こういったことが別途必要だということも

図したのかという御質問というふうに理解しました。

ここで使っています中性子照射量は、内表面を使っていますということですが、もともと
の軽種が内表面での中性子照射量を使った評価結果でございます。

○井野名誉教授 そうですか。それは、次に多分シフトした計算というか、プロットを
出していただけたらと思いますので、それを拝見してから議論するということにしたい
と思います。

○庄子教授 資料 11 については、まだ、幾つか未回答のところがございますので、これ
は次回にまたよろしくお願いたします。

予定の時刻を過ぎていますけれども、何かほかにかに全体について御意見はございますか。
よろしゅうございますか。

それでは、本日も大変貴重な御意見をいただきまして、ありがとうございます。

それでは、今後の予定について事務局から御説明をいたします。

○石垣高懸年化対策委員 本日もたくさか、貴重なコメントをありがとうございます。

今日、もし、コメントのし忘れとか、思い出したことがあったとかということであれば、
一応、今週いっぱい、17日金曜日までくらいを目途に、追加で御質問があれば、ちよくだ
いでできれば幸いです。

次回は、22日の水曜日の午後でございます。また、よろしくお願いたします。コメントを
追加でいただければ、次の場までになるべく反映したいと思っておりますので、追加コメント
は、今週いっぱい17日までによろしくお願したいと思います。

それから、次回は 22 日でございます。煩雑な開催でございますけれども、よろしくど
うぞお願いたします。

○庄子教授 ありがとうございます。以上をもちまして、第7回「高懸年化技術評価に
関する意見聴取会」を閉会いたします。

本日は、どうもありがとうございます。

平成24年2月13日
九州電力株式会社











玄海1号機原子炉容器の健全性に関する委員コメントに対する回答リスト

No.	質問内容	質問者
1	シャルピー破面観察結果（母材の照射前～4回試験）を提示すること。	渡邊委員
2	照射量と硬さの関係は知られていることなので、硬さの試験結果も出してほしい。	渡邊委員
3	監視試験片及びシャルピー試験装置についてきちんと管理されているのか？過去の分も検討してほしい。	渡邊委員
4	監視試験片に関する試験は限られた試験研究機関で実施しているのか、信頼性に不安がある。	渡邊委員
5	転位ループの密度の算出方法及び酸化への寄与が小さいとしたことについて、詳細に説明すること。	渡邊委員
6	資料3の18頁の左のグラフの $V_{1/2}$ と ΔRT_{90} の図に玄海1号第3、4回データをプロットすること。	箕島委員
7	資料3の20頁のアトムプローブ測定において、Ni、Mnのデータを開示してほしい。	阿部委員
8	資料3の21頁のアトムプローブ観察結果を、Cu主体のものとしてNi、Mn主体のもので区別して提出すること。	阿部委員
9	3回、4回の監視試験片の化学成分分析値について、他の成分についても開示してほしい。	阿部委員
10	プラントの運転状態（中性子束）の履歴（3～4回試験片位置）を提出すること。	阿部委員
11	原子炉容器内の化学成分にはばらつきがあるのではないかと懸念している。特に70年代に作られた玄海1号機のような古いプラントは、製造方法が確立されていないため、ばらつきが大きいのではないかと。当時の記録を調べることは出来ないか？	井野委員
12	高経年化技術評価書で公開した K_{1c} 曲線とホームページで公開した K_{1c} 曲線を比べると大きな違いがないように見える。第3回と第4回の試験片取り出しで大きく関連温度が上昇したのに、 K_{1c} 曲線に大きな違いがないのは理解できない。	井野委員

玄海1号機原子炉容器の健全性に関する委員コメントに対する回答

<p>1 シャルビー破面観察結果（母材の照射前～4回試験）を提示すること。</p>	<p>シャルビー破面観察結果はメーカー報告書に記載されており、シャルビー衝撃試験を実施した温度とその破面写真が別紙のとおりです。</p> <p>なお、いずれの破面においても、遷移温度領域を境に低温側は平滑な面である脆性破面を、高温側では繊維状な面である延性破面を示す傾向にあり、特異性は認められていません。</p> <p>(注) 脆性破面 多くの結晶粒がへき開破壊又は脆性破壊して輝いてみえる破面 遷移温度領域 破面の外観が延性から脆性（又は脆性から延性）に変化するなどの現象に対応する温度領域 延性破面 繊維状にせん断破壊し、にぶく輝きのない破面</p>
---	--

回答

照射前試験 シャルビー 衝撃試験温度 [°C]	破面写真	脆性破面の傾向
-100		脆性破面の傾向
-75		
-50		
-30		
-12		
8		(-4)
25		
50		
75		
100		延性破面の傾向

注) () 内の数値は延性破面率が50%となる温度

第1回監視試験

シャルピー衝撃試験温度 [°C]	破面写真	脆性破面の傾向
-12		脆性破面の傾向
10		
12		
35		
40 (43)		
80		
100		

注) () 内の数字は延性破面率が50%となる温度

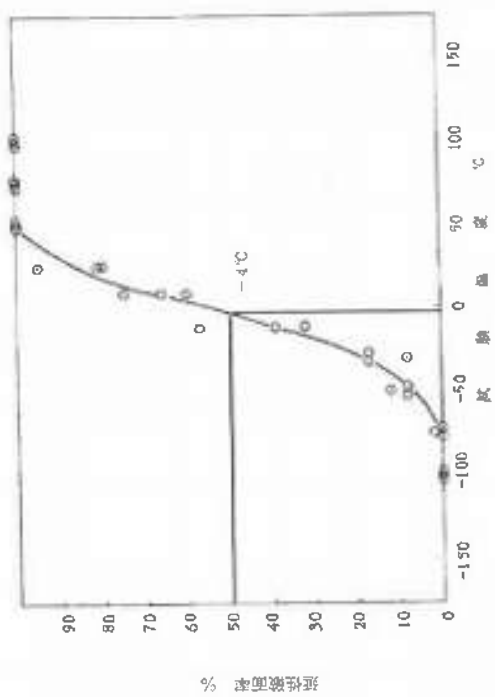


図1 照射前試験の延性破面率

(5/11)

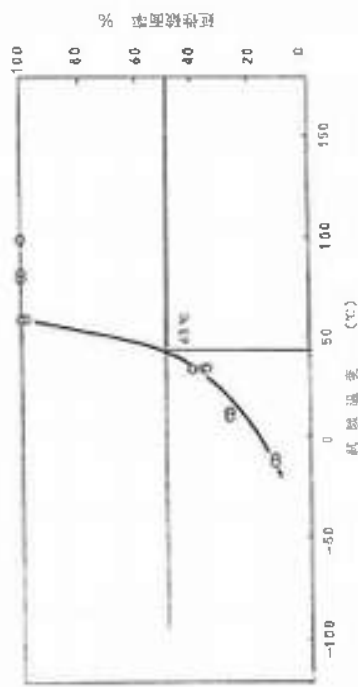


図2 第1回監視試験の延性破面率

(6/11)

第2回監視試験 サンプル 衝撃試験温度 [°C]	破面写真	延性破面の傾向
-12		↑ 延性破面の傾向
16		
18		
50		
75		
100		
130		

注) () 内の数値は延性破面率が50%となる温度

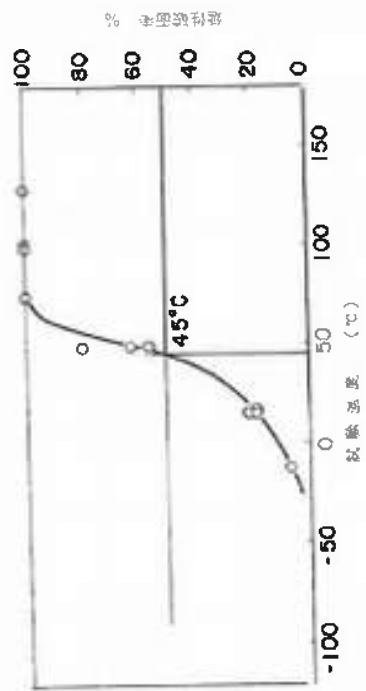


図3 第2回監視試験の延性破面率

第3回監視試験 シヤルピー 衝撃試験温度 [°C]	破面写真	延性破面 の傾向
-10		↑ 延性破面 の傾向
25		
50		
75		
100		
120		

注) () 内の数字は延性破面率が50%となる温度

(9/11)

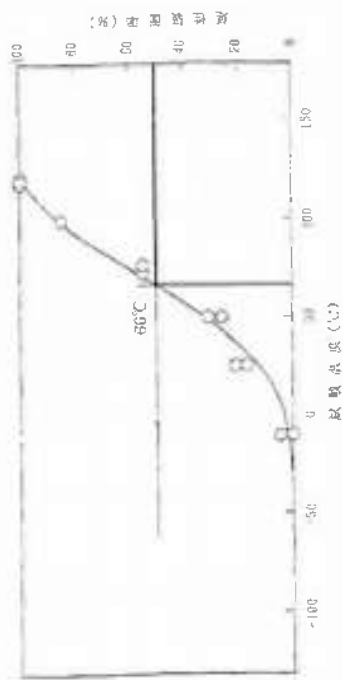


図4 第3回膨張試験の伸長破面率

(10/11)

第4回膨張試験

シヤルピー 衝撃試験温度 「℃」	破面写真	脆性破面 の傾向
60		脆性破面 の傾向
80		
100	 (99)	
120		
140		

注) () 内の数値は延性破面率が50%となる温度

2 照射量と硬さの関係は知られていることなので、硬さの試験結果も出してほしい。

現在、保管されている照射前（保管材）、第3回及び第4回監視試験片（シャルピー衝撃試験片の残材）について実施した硬さ試験の結果を以下に示します。

	ビッカース硬さ試験結果 [Hv]
照射前	195, 198, 197, 197, 198
第3回	236, 237, 242, 243, 245
第4回	247, 249, 250, 251, 249

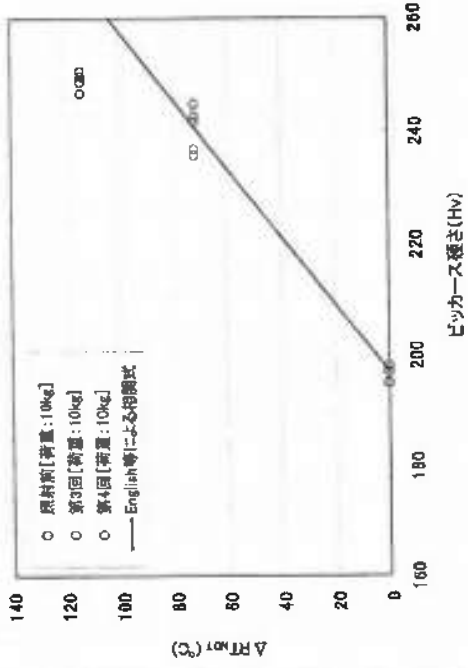


図 4

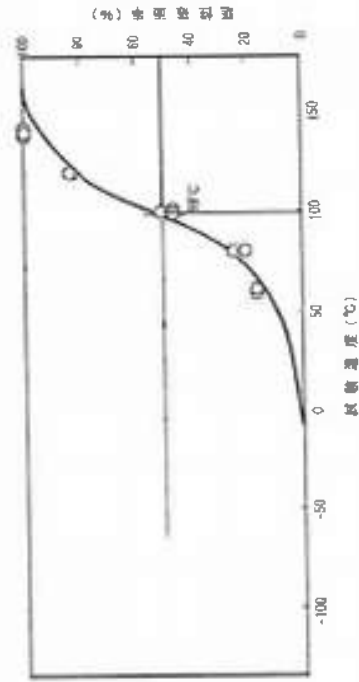


図 5 第4回監視試験の延性破面率

3	<p>監視試験片及びシヤルビー試験装置についてきちんと管理されているのかわり過去の分も検討してほしい。</p>
4	<p>監視試験片は、採取位置及び個々の番号を示した図面に基づいて採取・加工し、試験片の寸法等の検査を実施し記録しています。また、試験片をカプセルに組み込む際は、組み込み位置と試験片番号を照合しています。</p> <p>シヤルビー試験装置は、昭和47年8月ニュークリア・デベロップメント機のホットセル内に1台設置され継続使用されており、同じ試験装置を使用してシヤルビー試験を実施しています。</p> <p>シヤルビー試験装置は、検査機関（日本海事協会、ASTM）による検査を年1回受けており、試験装置として問題ないことを確認しています。</p>

回答

4	<p>監視試験片に関する試験は限られた試験研究機関で実施しているもので、信頼性に不安がある。</p>
5	<p>監視試験片は放射線物質であるため、適切な放射線管理区域を有する限られた試験研究機関で試験を実施しなければなりません。ニュークリア・デベロップメント株式会社（以下、「NDC」という。）及び財団法人電力中央研究所（以下、「電中研」という。）は、国による公的研究も行っている適切な試験設備及び技術能力を有した機関です。</p> <p>監視試験片のシヤルビー衝撃試験を実施したNDCにおいては、国による「原子炉圧力容器加圧熱衝撃試験」において、シヤルビー衝撃試験を実施した実績があります。</p> <p>監視試験片のミクロ組織観察を実施した電中研においては、国による「高照射量領域の照射脆化予測」プロジェクトでミクロ組織観察を実施した実績があります。その照射脆化研究の成果は広く IGRDM (International Group of Radiation Damage Mechanism)等の国際会議の場でも評価されており、中立的な学術研究機関として広く認知されています。</p>

回答

5 転位ループの数密度の算出方法及び脆化への寄与が小さいとしたことについて、詳細に説明すること。

転位ループの数密度は、透過電顕微鏡 (TEM) を用い特定の回折条件により撮影した明視野像及び暗視野像から、それぞれ黒及び白の明確なコントラストを有する粒子の数をカウントし、その数を観察した体積で除すると共に補正係数を乗することで算定を行っています。特定の回折条件で観察されない転位ループ分を少なく見積もることがないように補正係数を 1.5 としています。

$$N = \frac{C}{S \cdot t}$$

- N : 転位ループの数密度 (m⁻³)
- v : 1.5 (観察できない転位ループに関する補正係数)
- C : TEM 写真上の転位ループのカウント数
- S : TEM 写真の観察面積 (mm²)
- t : 試料厚さ (nm)

今回参考として行った、転位ループの脆化寄与の評価は、「高線量領域の照射施行予報」に関する報告書、(独)原子力安全基盤機構¹⁾での評価を参考に以下のとおり行っています。

Orwell モデル¹⁾ $\Delta\sigma_y = \alpha \cdot M \cdot \mu \cdot b \cdot \sqrt{N \cdot d}$
 $\Delta\sigma_{4.7} = 0.5 \cdot \Delta\sigma_y$ (母材)

- α : 0.1⁻² (欠陥の種類による係数)
- M : 3.06¹⁵ (ラーラー係数)
- μ : 80 GPa (剛性率)
- b : 0.248 nm (転位のバークスタートル)
- N : 転位ループ数密度 (m⁻³)
- d : 転位ループ直径 (m)

上記のモデルを使って第 3 回及び第 4 回の増強結果から転位ループに起因する遷移温度上昇量を推定した結果を以下の表に示します。それぞれ約 4℃及び約 7℃と評価され転位ループの遷移温度上昇量への寄与は小さいと言えます。

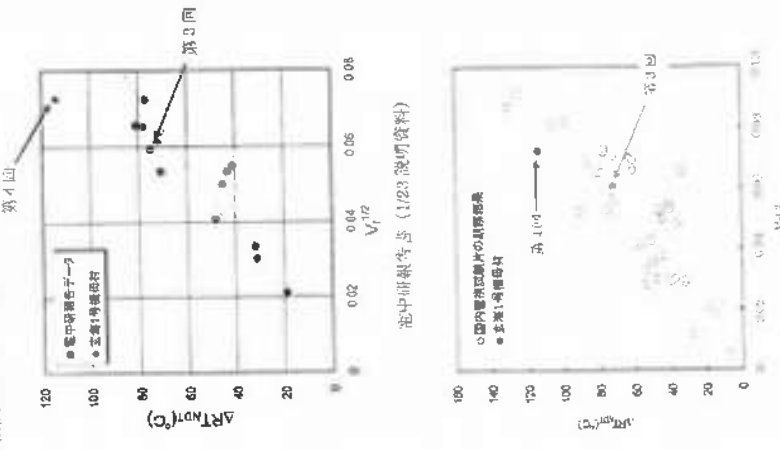
試験回	平均直径 (nm)	数密度 (m ⁻³)	Δσ _y (MPa)	ΔT _{4.7.18} (℃)
第3回 (母材)	2.7	6.6×10 ²⁰	約 8	約 4
第4回 (母材)	3.2	1.6×10 ²¹	約 14	約 7

【参考文献】
 [1] G.R. Odette, P.M.Lombrozo, J.F. Perrin, and R.A. Wullaert, EPRI NP-3319,1984.
 [2] G.S. Was, " Fundamentals of Radiation Materials Science, Metals and Alloys," Springer Berlin Heidelberg New York, 2007.
 [3] R. E. Stoller and S.J. Zinkle, Journal of Nuclear Materials, 288-287, pp.349-352, 2000.

回答

6 資料3の18頁の左のグラフのV_{1/2}とΔRT₅₀の図に玄海1号第3、4回データをプロットすること。

18頁の電中研報告書のデータは平成18年12月末までの炉内監視試験データです。それ以後も照射脆化に係る知見の更進と脆化予測法の妥当性検証を目的として、監視試験片のミクロ組織観察を継続的に実施し、平成18年時点よりも多くのデータを取得しています。それぞれデータに第3回及び第4回監視試験結果を記載した結果を示すように、最新の炉内データを用いた場合、玄海1号機のデータは概ね相関が見られます。



電中研報告書 (123 説明資料)

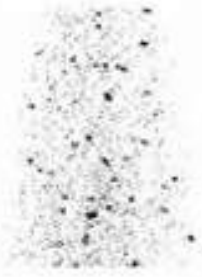
最新炉内データを反映した結果

?	資料3の20頁のアトムプローブ測定において、Ni、Mnのデータを開示してほしい。
回答	<p>別紙にNi、Mnを含めた元素ごとの分布図を示します。 Cu、Ni、Mn、Siの添数原子クラスターは数、大きさともに若干の増加が見られますが、特異な増加は観察されていません。 なお、第3回のPに観察されるものは境界への偏析ではなく、単位への偏析です。</p>

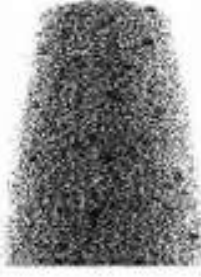
—
20nm

第3回

Cu



Ni

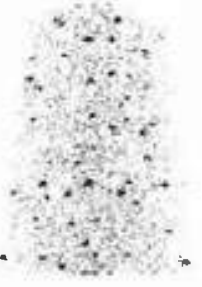


Mn



第4回

Cu



Ni



Mn





第3回

Si



P



第4回

Si



P



資料3の211頁のATOMプローブ観察結果を、Cu主体のものとNi、Mn主体の
もので区別して提出すること。

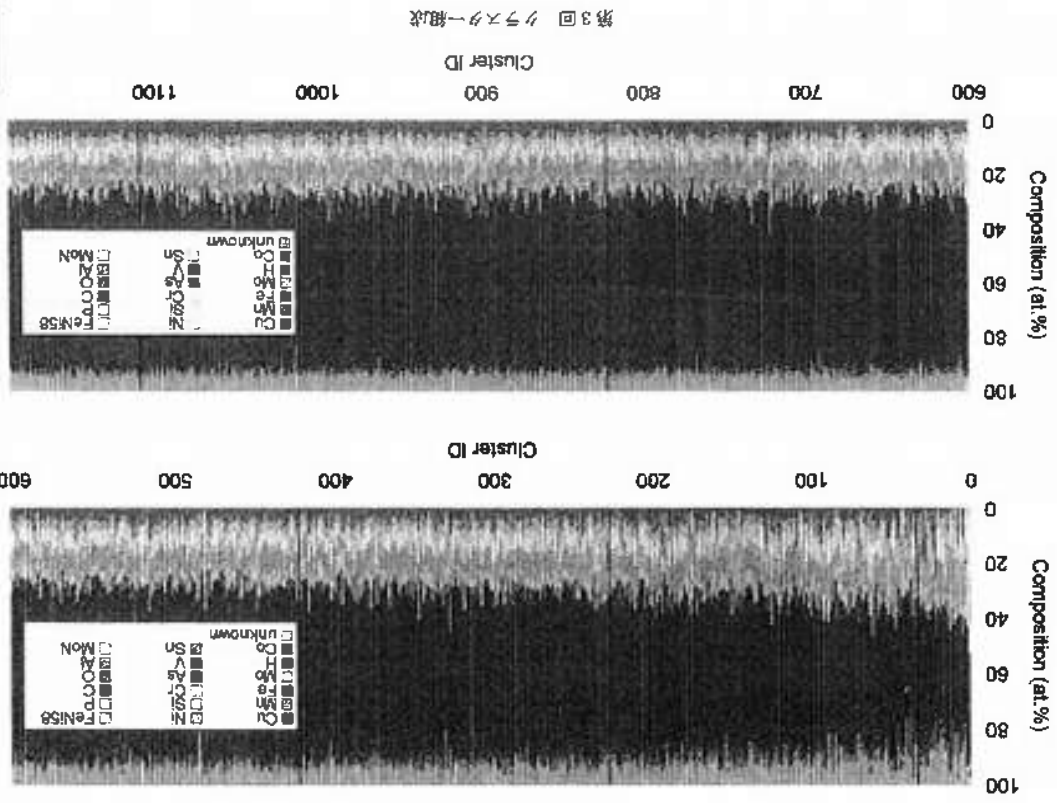
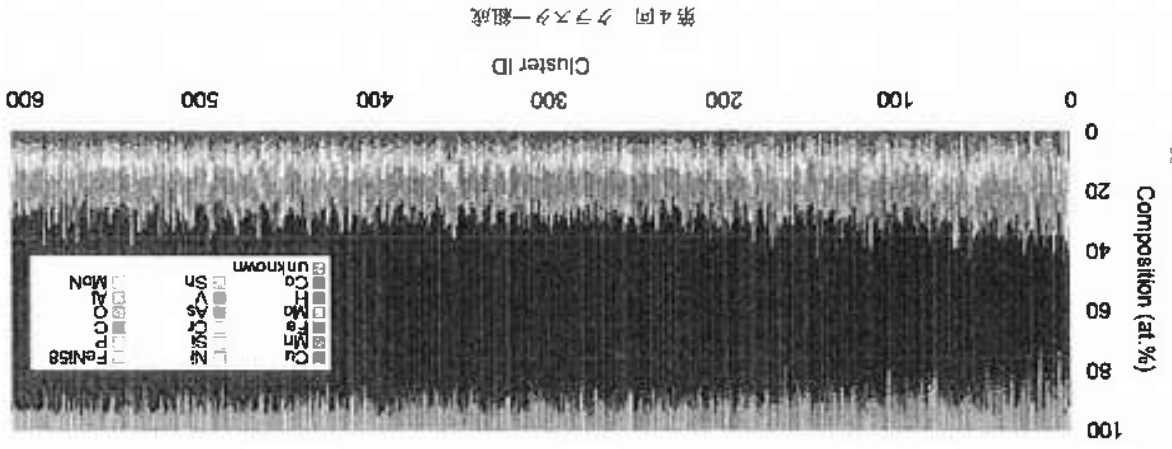
第3回及び第4回の監視試験像片で観察したクラスタの組成を別紙に示します。
横軸に観察したクラスタの個数、縦軸にそのクラスタの化学組成を記載してお
り、グラフ中の細い棒1本が1個のクラスタを表しています。なお、第3回及び
第4回監視試験像片に対してはそれぞれ約1200個及び約600個のクラスタに
ついて観察しており、クラスタの面積が小さい順にクラスタIDを取っていま
す。

凡例にあるように、赤色がCu、黄土色がNi、薄い紫がMnの化学組成を示し
ています。

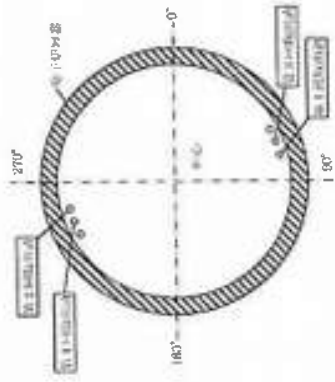
このグラフから、第3回から第4回にかけてCuを含まないクラスタが新たに
形成され有意に増加していないことを確認しています。

また、ほとんどのクラスタにCuは含まれており、Cuを含まないNiやMn
を主体とするクラスタはほとんど観察されていません。

回答



詳細図

<p>10</p> <p>プラントの運転状態（中性子束）の履歴（3～4回試験片位置）を提出すること。</p>	<p>第3回及び第4回監視試験のドシメータ実測値から算出した平均の中性子束は以下のとおりです。</p> <p>第3回試験片：9.1×10^{10} (n/cm²/s) 第4回試験片：8.2×10^{10} (n/cm²/s)</p> <p>監視試験片位置での中性子束は、燃料の装荷パターンにより若干変動しますが、中性子束の変動は、最大で20%程度と考えられます。</p>  <p>回答</p>
--	---

<p>9</p> <p>3回、4回の監視試験片の化学成分分析値について、他の成分についても開示してほしい。</p>	<p>第3回、第4回監視試験片も含めた化学成分分析値は以下のとおりです。</p> <table border="1" data-bbox="502 1254 853 1937"> <thead> <tr> <th></th> <th>Cr</th> <th>Ni</th> <th>Mn</th> <th>Mo</th> <th>Si</th> <th>P</th> <th>S</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>日本製鋼所 溶解分析^{※1}</td> <td>0.12</td> <td>0.66</td> <td>1.41</td> <td>0.50</td> <td>0.23</td> <td>0.010</td> <td>0.015</td> </tr> <tr> <td>日本製鋼所 製品分析^{※1}</td> <td>0.12</td> <td>0.67</td> <td>1.43</td> <td>0.51</td> <td>0.25</td> <td>0.012</td> <td>0.012</td> </tr> <tr> <td>三菱重工業 製品分析^{※2}</td> <td>0.12</td> <td>0.56</td> <td>1.48</td> <td>0.47</td> <td>0.26</td> <td>0.010</td> <td>0.014</td> </tr> <tr> <td>第3回 監視試験片^{※3}</td> <td>0.12</td> <td>0.55</td> <td>1.46</td> <td>0.49</td> <td>0.22</td> <td>0.010</td> <td>0.014</td> </tr> <tr> <td>第4回 監視試験片^{※3}</td> <td>0.12</td> <td>0.54</td> <td>1.45</td> <td>0.48</td> <td>0.23</td> <td>0.011</td> <td>0.014</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1 鋼材製作時 ※2 監視試験片採取時 ※3 今回の調査にて実施（平成23年度）</p> <p>回答</p>		Cr	Ni	Mn	Mo	Si	P	S	日本製鋼所 溶解分析 ^{※1}	0.12	0.66	1.41	0.50	0.23	0.010	0.015	日本製鋼所 製品分析 ^{※1}	0.12	0.67	1.43	0.51	0.25	0.012	0.012	三菱重工業 製品分析 ^{※2}	0.12	0.56	1.48	0.47	0.26	0.010	0.014	第3回 監視試験片 ^{※3}	0.12	0.55	1.46	0.49	0.22	0.010	0.014	第4回 監視試験片 ^{※3}	0.12	0.54	1.45	0.48	0.23	0.011	0.014
	Cr	Ni	Mn	Mo	Si	P	S																																										
日本製鋼所 溶解分析 ^{※1}	0.12	0.66	1.41	0.50	0.23	0.010	0.015																																										
日本製鋼所 製品分析 ^{※1}	0.12	0.67	1.43	0.51	0.25	0.012	0.012																																										
三菱重工業 製品分析 ^{※2}	0.12	0.56	1.48	0.47	0.26	0.010	0.014																																										
第3回 監視試験片 ^{※3}	0.12	0.55	1.46	0.49	0.22	0.010	0.014																																										
第4回 監視試験片 ^{※3}	0.12	0.54	1.45	0.48	0.23	0.011	0.014																																										

