

論説

原発の経年劣化－中性子照射脆化を中心に－（前編）

井野 博満

玄海 1 号炉の異常脆化と高経年化

1970 年代建設・運転開始の古い原発の経年劣化は、緊急な課題として対応を迫られている。本稿では、とくに、圧力容器の中性子照射脆化について現状を紹介し、問題点を述べる。

九州電力の玄海 1 号炉の圧力容器が異常な脆化を示していることが明らかになったのは、3・11 福島原発事故の 4 カ月ほど前の 2010 年 10 月末のことである。2009 年 4 月に取り出した監視試験片の脆性遷移温度が 98℃ に達していることを九州電力は地元唐津市議会で公表した。その脆性温度が日本で初めての 98℃ という高い値であることに加えて、図 1 に示すように^{注1)}、前回までの温度上昇の傾向からかけ離れた高い値だったことも地元に大きな衝撃を与えた¹⁾。

当然、その原因と現状の危険性が問題になった。九州電力は、圧力容器本体の中性子照射量は炉内

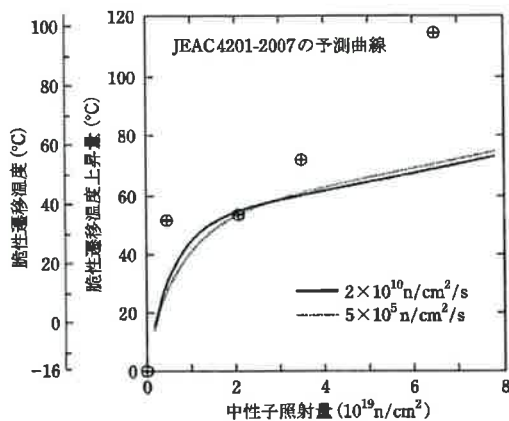


図 1 玄海 1 号炉監視試験片データ (⊕) と JEAC4201-2007 予測曲線

監視試験片より少ないことを強調し、破壊靱性評価により圧力容器の健全性は保たれているとした。しかし、後に九電の HP に載った破壊靱性曲線は、計算手順を理解していない間違ったものであった²⁾、脆性遷移温度が急上昇したことの説明もなかった。この年の 12 月、筆者らは原子力安全・保安院の発電検査課にヒヤリングをおこなったが、保安院は筆者らが伝えるまで、玄海 1 号で何が起っているのかまったく知らなかった¹⁾。玄海 1 号は、2005 年に 30 年を超えて 10 年間の運転延長が認められているが、その間の 10 年間は、事業者からの報告を求める仕組みにはなっていないという。これで原発の監督官庁として責任を果たせるのだろうか(その後、後述の意見聴取会の議論を経て、さすがにこの点は改められることになった³⁾)。

意見聴取会の発足

3・11 原発事故を経て、原子力安全・保安院は強くその責任を問われることになった。保安院は「福島事故の検証」、「ストレス テスト」などさまざまな主題別にいくつかの意見聴取会を 2011 年秋に発足させた。その 1 つである「高経年化^{注2)} 技術評価

注 1) 図中の曲線は、「原子炉構造材の監視試験方法 JEAC4201-2007」に示されている付属図表 B にもとづいて作成した。なお、九州電力が当初発表した図では、旧規格 JEAC4201-2004 のもとづく曲線が示されていた。その曲線と比較すると、98℃ との差はおおよそ 30℃ であるが、曲線にマージン (予測の上限幅) を加算して比較し、20℃ 上方へ外れたとした。改訂された予測法 JEAC4201-2007 では、ますますその差が大きくなった (42℃) ことになる。この問題点については後述する。

注 2) “高経年化” という日本語はおかしいのではないのか。初めて聞いた人は、エ? という顔をする。筆者は“老朽化”と呼んでいるが、それがいやなら“高経年劣化”とすべきだろう。

に関する意見聴取会」への参加依頼が筆者にあった。この意見聴取会は、次の3つの課題：

- (1) 個別プラントの高経年化評価、
 - (2) 福島第一事故と高経年化との関係、
 - (3) 玄海1号機の予測を超える脆化の原因、
- をめぐって、2011年11月から2012年7月末まで18回開催された。

本稿は(3)を主題とするが、(1)と(2)もまた、重要なので簡単に経過を述べておく。

(1)のテーマである高経年化(老朽化)原発の寿命延長に関しては、経産省資源エネルギー調査会のもとにあった「高経年化対策検討委員会ワーキンググループ」が審議の役を担っていた。3・11以降これを廃し、意見聴取会にその役割を移したのである。今回、意見聴取会にかけられたのは、運転開始30年を迎える伊方原発2号機と福島第二1号機、40年を迎える美浜2号機の3基であった。

伊方原発2号機は、いくつか議論があったが、寿命延長を可とする審査結果を保安院はまとめた。福島第二1号機については、冷温停止状態が安全に実行されているかどうかという視点で審査がおこなわれた。東京電力の説明者が「復旧」という言葉を使ったので、「廃炉じゃないのか」というヤジが傍聴者からとんだ。

2012年7月に40年に達する美浜2号機について、筆者は、原則として40年で廃炉にするという政府の方針との関係を質した。保安院の答えは、審査は現在の法律に基づいて行っている、審査をしなければ監督官庁として未作為の過失になる、新しい方針が決まれば改めて審査する、というものであった。美浜2号機については、玄海1号機と同じく、圧力容器の照射脆化が進んでいるという問題があり、その安全評価について疑問を呈した(後述)。ほかにも、エロージョン・コロージョンと呼ばれる経年劣化現象によって、多くの2次系配管が減肉し、取替えを余儀なくされたエルボ部(L字)配管などが全体の半数を超えているという実態がわかった。著しい老朽化原発と言えよう。それらの疑問にもかかわらず、この原発の運転延長も結局認められた。

(2)の議題は、はやばやと終了し、「設備の経年

劣化が事故の発生や拡大の要因になったとは考え難いとの結果になった」、しかし、「経年劣化の影響を机上評価したものであり、今後、現地確認が実施される等により、…追加的な検討を行うことが必要である」というまとめが公表された(2012年2月16日)。内容はお粗末なもので、従来おこなってきた「高経年化技術評価」手法とその結果を前提として、3・11における地震の揺れの評価を加算しただけのものである。当初の原案には、「…発生・拡大の要因になったことはないと考えられる」という結論が書かれていたが、さすがにこれはおかしい、という意見が筆者以外の複数の委員からも出された。事故現場も見えていないのに結論を急ぎ過ぎる、この調査が事故原因説明のためなのか今後の改善のためなのか不明、などの意見がでて、この一文は削除され、下線部が加筆されたトーンダウンした表現になった。とは言え、福島事故の原因を老朽化のせいではないと結論づけたいという保安院の意図は貫かれた。

中性子照射脆化とは何か

原子炉圧力容器に使われている鋼は、炉心から放出される中性子を浴びることによって徐々にもろくなってゆく。これを中性子照射脆化という。鋼はもともと低温で脆性破壊をする性質がある。温度が上昇すると、塑性変形が容易になり、ある温度以上では延性破壊になる。この境の温度を延性脆性遷移温度(Ductile Brittle Transition Temperature, DBTT)あるいは略して脆性遷移温度という。無延性遷移温度(Null Ductile Temperature, NDT)とも呼ばれる。

鋼の脆性破壊は、船の技術屋にとっては最大の関心事の一つである。100年前の1912年の冬、北大西洋で冰山に衝突して沈没したタイタニック号をはじめ、第二次世界大戦前後に多数のタンカーが脆性破壊により破損した。タイタニック号の外板には、事後の調査で脆性遷移温度27℃という質の悪い鋼が使われていたという。

この脆性遷移温度が中性子照射によって上昇す

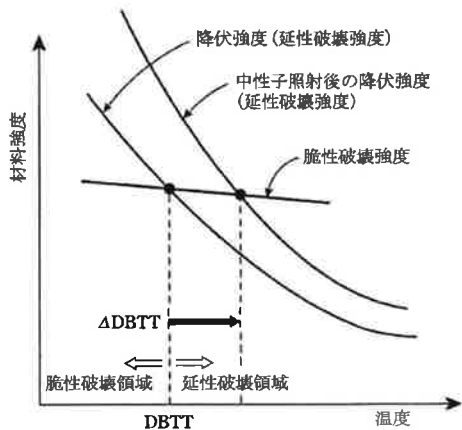


図2 脆性遷移温度 (DBTT) と中性子照射による上昇 (Δ DBTT)

る。そのプロセスは次のようである。圧力容器鋼に中性子が当たると原子を跳ねとばし、空格子点(空孔)と格子間原子ができる(1次欠陥)。それらの点欠陥が移動して集合し欠陥クラスターをつくる。また、空孔が動く過程で鋼中の不純物原子(銅原子など)の移動を促進し、不純物クラスターを作る(2次欠陥)。これらの2次欠陥が転位のすべり運動の障害になって材料が硬化する。そのことが脆性遷移温度の上昇を引き起こす。それを模式的に示したのが図2である^{注3)}。

原子炉を運転し続ければ、これらの2次欠陥の数が増えてゆき、照射脆化が進む。しかし、そのプロセスは複雑である。まず、欠陥クラスターと不純物クラスターのどちらが硬化に寄与するかという問題がある。また、どのような不純物が硬化に寄与するかという問題がある。不純物原子のなかでは、

注3) 鋼の破壊モードにはひび割れによって進展する脆性破壊と塑性変形によって進展する延性破壊がある。ある温度を境にそのモードが変化するのは、図2に示すように、ひび割れに耐える力が温度によってあまり変わらないのに対し、塑性変形に耐える力は温度が上がると急激に小さくなる(柔らかくなる)からである。2次欠陥(クラスター)は、塑性変形を妨害するので、鋼を硬化させる。よって、図2の二つの線の交差点(脆性遷移温度)が高温に上昇する。なお、脆性遷移温度の上昇は、結晶粒界にリンや硫黄が偏析することによる破壊強度の低下によっても起こる。タイタニック号の脆性遷移温度が高かったことの原因とされている。

銅原子がもっとも硬化を引き起こしやすいということが1970年代の半ばまでには知られるようになった。それゆえ、それ以降に製造された鋼材を用いた圧力容器、すなわち、(建造期間があるので)およそ1980年代に入ってから運転開始をした原発では、鋼材中の銅の含有量は0.1%以下に抑えられている。そのような低い銅含有量の鋼では、照射脆化は主として欠陥クラスター(マトリックス損傷とも呼ばれる)によって起こると考えられている。一方、玄海1号のような初期の原発では、銅クラスターの形成が硬化の主因になる。ちなみに玄海1号炉圧力容器の銅含有量は、0.12%であるとされている。

玄海1号炉で何が起っているのか

図1に示したように、玄海1号炉の監視試験データは、1993年取り出しの第3回試験では56℃であった脆性遷移温度が2009年の第4回試験では98℃と求められた。途中、16年間もデータがないという問題は別として、この2つの測定点を結ぶ意味のある曲線を描くことは困難である。なぜなら、一般に、脆性遷移温度の上昇は、図1の曲線のように、照射量に対して変化量が減少してゆく(照射の影響が小さくなる)傾向を示すと考えられるからである。

高経年化意見聴取会の議題(3)は、この異常脆化の原因解明を目的として設定された。そこでは、玄海1号機圧力容器監視試験で観測された高い脆性遷移温度(98℃)の原因が、①圧力容器の材質や製造方法などの不良によるのか、あるいは、②脆化予測式が高照射領域において現実を反映できていないためなのか、という二つの原因説をめぐって議論が闘わされた。九州電力は、鋼材の化学分析結果に異常がなく均一性が保たれていること、電力中央研究所(電中研)などへ依頼した監視試験片のミクロ組織検査において脆化と不純物クラスター形成の間に良い相関が得られたことなどから、圧力容器の材質や製造方法には問題がないとした。しかし、ではなぜ、急に高い脆性遷移温度が観測されたのか。その説明はできていない。

図3は、保安院が最終的にまとめた報告書³⁾に示

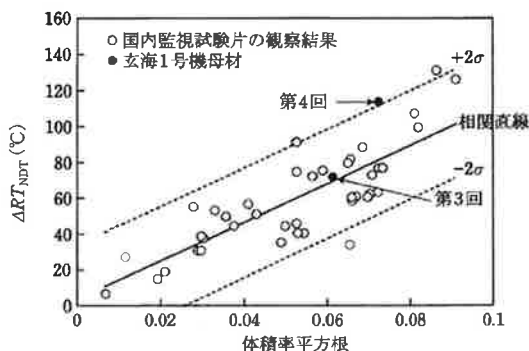


図3 最新国内データを反映した溶質原子クラスターの体積率平方根と ΔRT_{NDT} の相関図³⁾

された溶質原子クラスターの量と脆性遷移温度の上昇量 ΔRT_{NDT} との相関を示した図である。横軸のクラスターの量は、アトムプローブ法と呼ばれる電界イオン顕微鏡による観測から、試料内のすべての原子の種類と位置を求め、割り出したものである。

図から、多くの測定点は、クラスターの量(体積率)の平方根と ΔRT_{NDT} がおおよそ比例関係にあることが見て取れるが、玄海1号炉の第4回監視試験データでは、 ΔRT_{NDT} は標準偏差 σ の2倍程度高い上昇になっている。このことに関し、保安院は、意見聴取会の議論のまとめとして、「玄海1号機の値は標準偏差の 2σ 上にあり、おおむね予測式のモデルと整合していると言える。このことは、予測式で想定した脆化傾向を示しており、異常な脆化とまでは言えないことを示している」としながらも、「なお、 2σ では整合しているとも、していないとも言えないという意見もあった」と書かざるを得なかった。

ところで図3は、母材と溶接金属を区別せずに国内監視試験の結果を合わせてプロットした図である。元データに当たってみると、母材と溶接金属では分布の様子が違っており、溶接金属の方が相関が悪い(ばらつきが大きい)。そこで、母材のデータのみについて作図することを九州電力に求めた。さらに、対照群の標準偏差を求めるには、当該データ(玄海1号炉第4回データ)を除外すべきであろうと伝えた。その結果得られたのが図4である⁴⁾。この図をみると、第4回監視試験データの

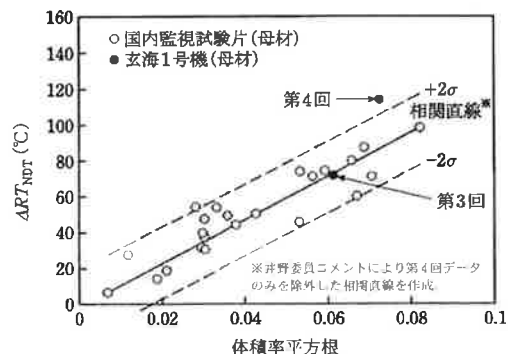


図4 第4回データを除いた体積率平方根と ΔRT_{NDT} の相関図⁴⁾

外れがより明確になっている。

九州電力は、 ΔRT_{NDT} とビッカース硬さとの相関も調べているが、やはり第4回監視試験データの ΔRT_{NDT} は、通常より高い値を示しており異常脆化を示唆している。

これらの結果をみると、第4回監視試験データは異常だと考えるのが自然であろう。保安院が「…総合的に考慮すると、玄海1号機の原子炉圧力容器鋼材に異常な脆化が生じているとまでは言えない。」³⁾と書いているのは、苦し紛れの開き直りと言わざるを得ない。

なお、アトムプローブ法を用いれば、観測資料に含まれる銅原子の数は自動的に得られているはずなので、そのデータを示すように求めた。示された結果は、0.15質量%であった⁵⁾。これは、玄海1号炉圧力容器鋼材の銅含有量とされる0.12質量%よりかなり高い。これだけの銅が本当に監視試験片に含まれていれば、98℃という脆性遷移温度も不思議ではない。アトムプローブ法の結果には、スペクトルの分解能などによる誤差が含まれるので、試料の銅含有量が0.15%であると断ずるのは早計であろうが、この結果もまた、監視試験片の異常を示唆するものである。アトムプローブ法だけでなくさまざまな最新のマイクロ解析手法を用いて、監視試験片の多面的な分析が必要である。

電力会社の出資で作った電中研だけでなく、中立的な研究機関である大学に監視試験試料を提供し、客観的な評価を受けるべきであると、筆者は主張

した。最新のマイクロ解析技術をもつ信頼できる研究室があるので、そこへの試料提供を具体的研究室名をあげて要請した。九州電力はそれに応ぜず、保安院もその必要はないとした。大事な試験は複数の研究機関で分析し、結果の客観性を担保することは常識であり、再三の要求が拒否されたことに強い疑念と不信を抱かざるを得ない。

なぜ第4回監視試験での脆性遷移温度がこのような高い値を示したのか。筆者は、第3回と第4回の監視試験片とでは、銅含有量などの材質にちがいがあつたのではないかと疑っている。監視試験片は、压力容器鋼材と同一の製造・熱履歴を受けた材料を切り出して使うことになっている。とすれば、压力容器鋼材自体に場所によって材質のちがいがあつたのかという重大な疑いに発展する。そうなると、監視試験片は、もはや、压力容器のモニターリングの役割を果たせない。

そういう実例が、実は、廃炉になったドイツの原発にある。解体されたグンドレミンゲン (Gundremmingen) 原子炉の压力容器鋼材を調べたところ、加速照射された保存材 (archive 材) に比べて著しく脆化が進んでいて、しかもその脆化が試験片の採取位置によっても違うという重大な結果が明らかになった。1966年に供用され1977年に廃炉となったこの初期原発の照射脆化については、独・英・米の研究者たちがさまざまな角度から原因を調べたが、材料組織の不均質などの製造時の問題と照射条件 (照射速度など) の違いが関連する複雑な現象であり、原因が十分に解明されないままに終わった⁶⁾。

このような実例があることを考えると、製造技術が十分に確立されていない初期の原発では、压力容器鋼材の不均一がそれ以外の原発にあつても不思議ではない。徹底的な解明が求められる。このままでは迷宮入りである。

脆化予測式をめぐる問題 (その1: 高照射領域の監視試験データと合わなくなった予測式)

玄海1号の第4回監視試験データの脆性遷移温度

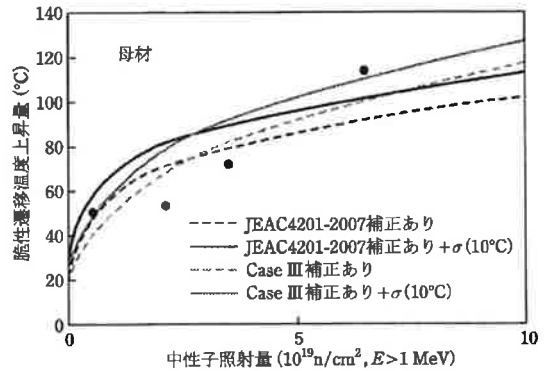


図5 玄海1号炉監視試験データ(●)とJEA4201-2007予測曲線。新しい監視試験片の測定結果をデータベースを用い、かつ高照射量のデータの比重を高める操作を行って得られたもの⁷⁾。Case IIIとあるのは、fittingを行う際、最小化する目的関数として検討した3つのケースのうちの一つであることを意味する^{注4)}。

度が予測値より大幅にずれてしまったのは、脆化予測式に問題があるからだという考えのもとに、電事連・電中研連名の検討結果が紹介された⁷⁾。それは、現行予測式モデルは変えずに、高照射領域のデータに重みをつけて式のなかのパラメータを最適化し直したところ、“合い”が良くなったというものである(図5)。しかし、第4回データのフィッティングは多少改良されたものの、今度は第2回、第3回のデータが合わなくなってしまっている。要するに第3回の56℃と第4回の98℃をつなぐ意味のある曲線は引けないのである。

さらに問題なのは、高照射領域でのフィッティングを改善するために反応速度式などの係数が大きく変わってしまったことである。これら反応速度式は、プロセス全体を規定するマスター方程式なのだから、用いるデータセットによってその係数が大きく変わってしまうということは、モデルそのものの脆弱性を意味している。JEA4201-2007の基礎になっている脆化予測式モデルそのものの信頼性が問われることになった。問題は、玄海原発の問題を超えて、すべての老朽化原発に波及する

注4) ここで示されている曲線は、いずれも補正を加えたもので、元々のJEA4201-2007の計算式を使えば、図1に示した曲線になる。

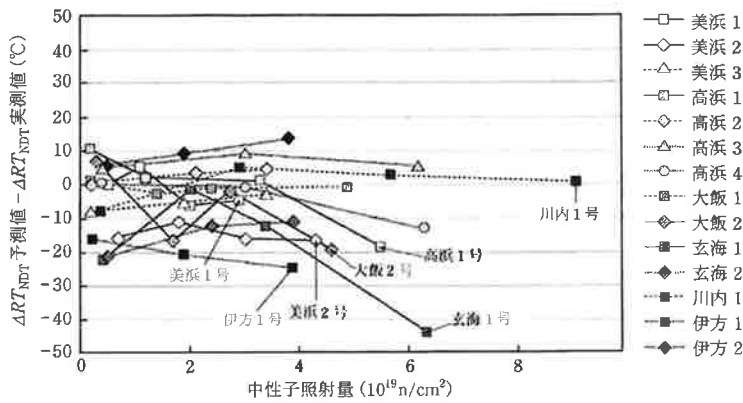


図6 JEAC4201-2007の脆化予測値(計算値)と実測値との差⁸⁾。計算値から実測値を引いて示しているため、実測が予測をオーバーするほど下方にずれる。玄海1号のずれはとび抜けて大きい。

ことになった。

保安院が高経年化原発について脆化予測式と実際の観測データを比較した図6⁸⁾をみると、確かに高照射領域において予測値と測定値の乖離が大きくなっている。実際、予測式が現実を反映できなくなっているのは事実である。しかし、玄海1号機の外れ具合は際立っている。それ以外の原発の外れがいずれも20℃以内に収まっているのに対し、玄海1号機第4回監視試験データは42℃も外れている。

ここで、現在、日本での監視試験に用いられている照射脆化予測式について説明しておこう。2007年に大きな改訂があった。それについては、すでに他誌にくわしく書いた⁹⁾のでここでは簡単に述べる。要するに、それまでは中性子照射量と鋼中の不純物元素(化学成分)の量のみに着目して、実機の監視試験データも加速試験のデータも一緒にして評価していた¹⁰⁾のを、マイクロな格子欠陥や不純物原子の変化にもとづいて反応速度式を立て、実験データとつぎ合わせてそのパラメータを決めるといふ、ある意味画期的なモデルを採用した。それが電中研予測式と呼ばれるもの¹¹⁾で、日本電気協会の規程「原子炉構造材の監視試験方法」JEAC 4201-2007に採用された。

この電中研予測式は、モデルに含まれるいくつかの反応方程式の係数を実験データと合うように決めている。そのようにして求めた係数を用いて、不純物クラスターや欠陥クラスターの形成量を求め、続いて鋼の硬化量を求める。鋼中に含まれ

る銅およびニッケル原子の濃度、中性子照射量、中性子照射速度の4つのパラメータを指定すると、脆性遷移温度の上昇量が求まる。JEAC4201-2007には、その計算結果が36ページに渡って掲載されている。この新しい脆化予測法では、従来、無視されていた中性子照射速度のちがいは、別々の予測式として区別して取り扱われることになった。その結果、沸騰水型原子炉(BWR)の監視試験データにおいて、照射速度の異なる通常照射と加速照射との乖離が問題になっていた¹²⁾が、それへの一応の回答も示された。

しかし、改訂以後の5年間で新たに得られた高照射領域のデータが予測式から外れる傾向が顕著になった。それを修正するため、反応方程式の係数を評価し直したが、その結果の顛末については前述したとおりである。

以上のことから、JEAC4201-2007の照射脆化予測式にも問題があることは明らかである。しかし、玄海1号炉の実測値の外れ(42℃)は大きすぎてそれだけでは説明できないので、压力容器鋼材の材質にも不均一さがあると疑わざるを得ない。

脆性予測式をめぐる問題 (その2：予測式の基本的誤り)

加えて、新たな大問題が明らかになった。照射脆化予測式の元になる銅クラスター形成を表す反応速度式に基本的な誤りがあるという事実である。この誤りは、原子力資料情報室が組織した研究グ

ループ「原発老朽化問題研究会」での議論のなかで、小岩昌宏氏(京大名誉教授, 金属物理学)が指摘した。

そこでの議論を受けて、筆者は、高経年化意見聴取会に意見書を提出し、このようなまちがった式を元に計算した照射脆化予測式はすみやかに廃棄すべきことを求めた。

誤りは次の点にある。電中研論文¹¹⁾には、銅クラスター形成の反応速度式の説明として、「照射促進クラスター形成は、固溶限を超える銅原子同士が核を形成するプロセスであるため、固溶限を超える銅原子の量、その拡散速度の2乗として記述される。」とある。銅原子が出会う頻度は、原子数の2乗に比例するとするのは良いが、拡散係数(原子移動の速さ)の2乗に比例するというのはおかしい。1乗である。

直観的に説明すれば、2つの原子がランダム・ウォークで出会う頻度は、片方の原子が止まっても動いても変わらない、それゆえ拡散係数の1乗に比例ということになる。この事情は、二つの原子の出会いに限らず、3つ目、4つ目の銅原子が集まって銅クラスターを形成する過程でも変わらない。より複雑な現象を考慮しても、形成速度が拡散係数の1乗に比例することには変わらない。

電中研の筆頭著者である曾根田直樹氏も、高経年化意見聴取会の委員であった。曾根田委員の回答はこの致命的ミスを取り繕う次のようなものであった:「二乗は理論的に出たものではない…プロセスを記述するのにこのモデルを使うのが良く合いますという風に申し上げている」などなど。驚いたことに、進行役の庄子哲雄氏や阿部弘亨氏(いずれも東北大学教授)などから、内容を理解しないままに、弁護する発言が相次いだ。だが、関村直人氏(東大教授)は、「…井野先生の御指摘が、ある意味で正しいものになっている部分があるというふうに認めざるを得ないところがあると思いますが、…」としぶしぶ認めざるを得なかった¹³⁾。

これらを受けての保安院の見解が、また事大主義的なおかしなものであった。「…国内監視試験片に関してはJEAC4201-2004に比較して小さい誤差

の範囲内において予測が出来ており、…。このため、脆化予測式の内部構成に関わらず、直ちに規制の見直しをおこなう必要はないと考えます。…以上から脆化予測式の妥当性については、今後学協会において、…詳細な議論をおこなうべきと考えますが、本意見聴取会において更に議論をおこなう必要は無いものと考えます。…」(下線は筆者による)という議論の打ち切りを求めるものであった。だが、脆化予測式の間違ひは、内部構成に関わらず云々というには本質的すぎる。このモデルにおける照射材の拡散係数には、照射速度があらわに入っているのだから、照射速度をパラメータとして計算した36ページの表はすべて無意味である。

保安院は、監視試験の規程に不備があることをすんなり認めるわけにはゆかないという自らの立場や、身内の学者のミスを庇うことの方が、原発をきちっと管理することよりも大事であるようだ。

この議論のなりゆきをUSTREAMや議事録でつぶさにウォッチしていた小岩昌宏氏は、各委員の発言を再現しつつくわしいレポートを書き、学者の無責任と保安院の事なかれ主義を鋭く告発した¹⁴⁾。本稿でのこの問題についての記述は、それとの重なりを避けるため、簡略に過ぎている。ぜひ、小岩氏の論稿を併せてお読みいただきたい。

さて、高経年化意見聴取会での審議打ち切りがなされた直後の2012年7月24、25両日、玄海原発に近い九州大学応用力学研究所で、「炉内構造材料の経年変化に関する研究集会」が開催され、小岩昌宏氏と筆者は、それぞれ、「照射脆化予測の電中研モデルと誤りの指摘」、「玄海原発1号炉圧力容器の照射脆化および現行予測式についての考察」と題する報告をおこなった。また、玄海1号炉の照射脆化については、ほかに2編の報告(主催者の渡辺英雄氏(九大応力研)、青野雄太氏(九大工学部))があった。この研究集会は、照射損傷の研究をおこなっている日本全国の研究者が、文科省に予算を申請して持ち廻りでほぼ毎年各地で開催しているものである¹⁴⁾。曾根田直樹氏ほかの電中研の研究者や関村直人氏も常連だが、今回は欠席だった。学術的場での議論を逃げたと筆者は受けとった。

小岩氏や筆者の報告に対して、意見聴取会におけるような訳の分からぬ批判はなく、逆に、もっともな主張だと参加者に受け止められた。この研究会には、この分野の権威である石野栞氏(東大名誉教授)が出席されていたが、小岩氏の報告に対して、電中研論文が複雑な現象を簡略化した粗い近似式にもとづくもので物理的な厳密性はもともとない、と弁護(石野氏はこの論文の共著者の一人)しながらも、反応速度が拡散係数の2乗に比例するとしたことについて、「曾根田君の“勇み足”だった」という表現で誤りを認めた。共著者からの発言として重要であり、特筆されてよいと思う。

曾根田氏は、脆化予測式に関する論文を国際学会でも発表している¹⁶⁾。その論文でも、“Therefore, it is described as the square of the product of the concentration of copper atoms in super saturation and the diffusivity”と同趣旨の記述がなされている。小岩氏と筆者は連名で、この国際会議主催者とジャーナルの編集者宛に手紙を書き、この論文の取り下げ(Errataの公表)を求めた。すでにこのジャーナルは廃刊になっていたが、筆者らの批判意見は、それに対する曾根田氏のコメントやジャーナル編集者などの経過説明などとともに、ネット上で公表されることになった。

保安院は脆化予測式に関する意見聴取会での議論を打ち切り学協会の議論に委ねるとした。そこで、筆者は、このJEAC4201-2007を作成した(社)日本電気協会・原子力規格委員会関村直人委員長および構造分科会吉村忍分科会長(東大教授)宛に意見書を送った。今までの経緯やメンバーから公正な中立的な議論がなされないのではないのかという疑念を表明したうえで、意見聴取会での議論を真剣に受け止め公正で中立性のある議論をすること、透明性を高めるためにくわしい議事録を早急に公開することを求めた。

筆者は、意見聴取会における脆化予測式の議論に参加して、暗たんたる気持ちになった。この国の御用学者は、誤りがみつかってもそれを認めないのか、訂正して改善するとなぜ言えないのか、保安院はなぜ平気で「クサイものにフタ」をするのか。

以下次号

6. 照射脆化した圧力容器の破壊靱性評価はどのようになされているか
7. 玄海1号炉の破壊靱性評価をめぐる意見聴取会の議論
8. 美浜1号炉・美浜2号炉などにおける破壊靱性評価の問題点
9. 結び

参考文献

- 1) 原子力資料情報室通信, 440号, (2011.2), 3-7
- 2) 井野博満: 原子力資料情報室通信, 446号, (2011.8), 6-9
- 3) 原子力安全・保安院: 第18回高経年化意見聴取会資料7, 2012年7月27日
- 4) 九州電力: 第12回高経年化意見聴取会資料2, 2012年3月29日
- 5) 九州電力: 第14回高経年化意見聴取会資料6, 2012年5月9日
- 6) 井野博満: 金属, 71 No.8 (2001), 726-731
- 7) 電気事業連合会・電力中央研究所: 第8回高経年化意見聴取会資料10, 2012年2月22日
- 8) 保安院: 第5回意見聴取会資料2, 2012年1月23日
- 9) 井野博満: 科学, 81 No.7 (2011), 658-667
- 10) 井野博満: 金属, 77 No.12 (2007), 1339-1345
- 11) 曾根田直樹, 土肥謙次, 野本明義, 西田憲二, 石野栞: 電力中央研究所研究報告: Q06019 (2007.4)
- 12) 井野博満, 上澤千尋, 伊東良徳: 日本金属学会誌, 72 No.4 (2008), 261-267
- 13) 第14回高経年化意見聴取会議事録, (2012年5月9日)
- 14) 小岩昌宏: 科学, 82 No.10 (2012), 1150-1160
- 15) 九州大学応用力学研究所のホームページにこの研究会のプログラムが掲載されている
- 16) N. Soneda et al.: J. ASTM International, 7 (2010), issue 3

いの・ひろみつ INO Hiromitsu

1965 東京大学大学院数物系研究科応用物理学専攻博士課程修了, 大阪大学基礎工学部, 東京大学生産技術研究所, 同大工学部を経て, 法政大学工学部教授, 2006 退職。東京大学名誉教授。高知工科大学客員教授。工学博士。専門: 金属材料学(金属物性, 材料の環境負荷評価・安全性など)