

レガシー・イシューと安全神話

佐藤 暁

さとう さとし
原子力情報コンサルタント

「耳なし芳一」の怪談を御存知でしょうか？ 怨霊に魅入られてしまった芳一を救うため、和尚さんが弟子に命じて、怨霊の目(?)に見えなくなるよう、体中に経文を書くのですが、耳にだけ書き忘れ、それが見つかってちぎり取られながらも、辛うじて命は奪われずにすむ話です。

人気アニメの「宇宙戦艦ヤマト」。迫り来る地球の危機を救うため、ある装置をもらいに大マゼラン星雲まで往復しなければなりません。しかしこれを邪魔する強敵がいます。本当は万全に整備してから発進したかったのですが、それまで延期したのでは地球がもちません。やむなくヤマトは見切り発進し、航行しながら整備を進めていきます。突如、敵が迫ります。ヤマトの隊員たちは、ぎりぎりのところで整備を終え、強力な新兵器で撃退します。ヤマトはその後幾度となく敵の攻撃を受け続けますが、その都度何とか辛勝し、ついに地球を救います。

さて、福島事故に対する初期の弁解はこのようでした。あらゆるリスクに備えてきた日本の原子力発電所。しかし、津波への備えだけは不十分でした。そこに運悪く付け入られ、事故が起きました。この「耳なし芳一」のような作り話には、今でも不快感を覚えます。

実際はこうだったからです。まずは、ヤマトのように見切り発進。運転しながらアップグレードを重ねていきます。しかし、所詮はアニメのストーリーのように幸運は続かず、完全に整備し終えないうちに、敵の強力な攻撃を受けてしまいました。事故は、たまたま運悪くではなく、幸運が尽きて起こったと思うべきだというのが私の意見です。

レガシー・イシューとは、一つの方法ではなかなか解決できない、何度も繰り返し悩ませるしつこい問題のことですが、原子力には、そのような問題がたくさんあります。原子力は、そのような問題を解決、排除しながらというよりは、それらと同居、監視しながら存在しているのです。

迫り来る日本のエネルギー危機と急速に劣化していく地球環境を救うため、我こそはヤマトの隊員、と思い込んでいた原子力関係者にとって、ゾンビのようなしつこいレガシー・イシューは悩ましく、今でも完全には撃退できていません。

しかし、彼らの最大の敵は、自らが作り上げた「安全神話」だったのではないのでしょうか。

1 安全神話の信奉者たちは こうして育成される

原子力発電プラントと永く付き合うことになる技術者たちは、その安全設計思想について次のように教え込まれます。まずは皆さんも、その教室にいるつもりで、講師の話を聴いてみましょう。

(代表的 BWR プラントを例にしています。)

1.1 講義一日目

原子炉を事故から守るには、危険な状態に至る前にまずは止め、次に崩壊熱で発熱が続く原子炉を水で冷やし、その冷却系統に含まれる放射性物質を格納容器の外側に出さないこと、つまり、「止める」、「冷やす」、「閉じ込める」が重要だ。これら三つが原子炉設備の「安全機能」と呼ばれ、それらに属する「動的機器」と「静的機器」に対しては、どの一つが故障しても機能が阻害されず、原子炉の損傷にまで影響

が及ぶことはない。そのような事故が「設計基準事故」と称され、原子炉はあらゆる設計基準事故に対して自動的に応答し収束する設計となっている。動的機器とは電動モーターや圧縮空気、エンジンなどで駆動するポンプや弁、発電機などで、静的機器とは動的部品をもたない配管や容器などである。

運転員は、設計基準事故が起きて慌てることなく、まずは腕を組んでその自動応答を見守っていればよい。その代表的な一つの形態に「冷却材喪失事故(LOCA)」があり、格納容器内にあるどんなサイズと材質の配管にも対応できる。

まずは、イメージしてみよう。厚さ 3 cm、直径 70 cm もある頑丈なステンレス鋼の配管が、上から落ちてきたギロチンでスパッと切られて瞬間的に破断し、しかもその破断口が互いにズレ、それぞれから鉄砲水となって噴射される。これより厳しい場合を想像できるかね？

そのあと原子炉圧力容器はあっという間に水が抜け、中の燃料が露出してしまうと思うだろう。しかし実際には燃料は、炉心シュラウドと呼ばれる巨大な円筒形の構造物で仕切られ、水位の低下はジェットポンプ・インレットミキサーの入口レベルで止まるため、水面から露出しているのは、上三分の一だけだ。この部分がモウモウと立ち上る蒸気である程度冷却されている間、オーバーヒートして壊れる前に、水で冷やさなければならない。

この緊張の瞬間のためにあるのが「緊急炉心冷却系(ECCS)」だ。LOCA は、格納容器内の圧力上昇、または原子炉水位の低下となって検知され、その電気信号によって原子炉は瞬時に停止され、原子炉圧力容器に接続されている配管は、格納容器を貫通する部位の内外にある 2 台の弁の遮断で隔離される。ECCS はこれらと一緒に応答する。今の例の場合、水源の「サプレッション・プール」から大量の水が電動ポンプで送られ、原子炉圧力容器は再び水で満たされる。頭を出していた燃料も再び水没し、こうして直後の危機が切り抜けられる。

配管は破断したままだから、水はいくら入っても漏れ出てしまう。これがサプレッション・プールに流れ、再びポンプで送り戻される。つまり循環運転を続けることになる。このような運転を続けていくうちに水温が上昇し、格納容

器の圧力が上昇する。だからこの熱を外部に逃さなければならない。露出した燃料を冷やすときほどの緊急性はないが、サプレッション・プールの水も冷却しなければならない。のんびりできないが、自動応答はここまでで、この先の操作は運転員に託される。この頃までには、それを行える余裕があるからだ。

さて、ここまでのところをちょっと振り返ってみよう。

もし、破断したのが小口径の配管だったらどうか。原子炉から水が減っていくのはゆっくりになるが、圧力が下がらない。そうすると、さっきのポンプでは圧力が低く、原子炉に注水ができない。そこでこの場合には、高圧ポンプが使われる。こうして ECCS は、大口径の破断に備えた大容量低圧ポンプと小口径の破断に備えた低容量高圧ポンプの二段構えで構成されている。これらの使い分けにより、格納容器内の配管は小口径から大口径までどのサイズが破断しても対応できる。低圧系 ECCS には 2 種類ある。どちらもサプレッション・プールが水源だ。炉心シュラウドの内部に注水する「低圧注水系」と炉心シュラウドの上から燃料頂部に散水する「低圧炉心スプレー系」である。配管もポンプも別々だから、一方が動かなくても、他方があれば大丈夫だ。高圧系 ECCS は「高圧炉心スプレー系」と呼ばれる系統一つだけだが心配ない。これが動かない場合の手も打ってある。その場合、安全弁を強制的に開いて原子炉圧力容器の圧力を十分に下げ、低圧系 ECCS を使う。高圧炉心スプレー系の水源は復水貯蔵タンクだが、枯渇する前にはサプレッション・プールに切り替えられる。

さあ君たち、あとは何が心配だ？ 自動起動信号が発信されなかったらどうなるか？ もちろん困る。だから検出器は 3 個設置し、それらのうち 2 個以上が検知した場合に自動起動信号が発信される論理回路が使われている。1 個が故障をしても、誤作動は起こらず、安全機能を妨害することもない。

ECCS ポンプが電動なのが心配か？ 大丈夫。ECCS ポンプは、はなから外部の送電系統を当てにはしていない。むしろ積極的に遮断し、すぐさま非常用ディーゼル発電機を全基起動させる。そして優先順位の高い機器からこの電源に接続させていく。何秒後にどれを起動す

るかが予め「オートシーケンサー」にプログラムされ、安全系に属していない機器は節電のために除外されている。大口径配管の破断を想定している今の例の場合には、低圧注水系ポンプ、これは実際には残留熱除去系ポンプが兼務しているのだが、これが真っ先に起動する。この場合、非常用ディーゼル発電機は全基必要なわけではない。1基でも起動してくれば十分だ。屋外の燃料タンクにはたっぷり軽油が入っている。だから電源は心配ない。

さあ、次は何だ。地震が心配？ よい指摘だ。配管が破断した上に、ここまで述べた ECCS ポンプや非常用ディーゼル発電機が地震で壊れては原子炉を守れなくなってしまうから大いに心配すべきだ。だからこれらはすべて、それぞれの原子力発電所に対して設定された極めて稀にしか起こらない高い地震加速度を基準に設計される。ある機器に対してはコンピューター解析で、それができない機器に対しては実験によって耐震性が確認される。原子力発電所内のすべての機器、部品を巨大地震から守ることはできないが、そこまでの必要性もない。だが、安全機能は維持しなければならない。それが原子力発電所の耐震性の考え方だ。



指導講師の説明はこの先も続きますが、理詰めの議論が好きな技術者ほど、原子炉とはそこまで思慮深く設計されたものなのかと内心感動し、真髄に触れた気になります。そして、このようなことを知らずに杞憂の不安から原子炉と原爆の区別もせず反対を唱えているのは、怠惰で無責任で科学を理解できない人たちだと思うようになります。

私が、試運転の担当として、東京電力の柏崎刈羽原子力発電所で働いていたとき、夏休みで遊びに来ていた小学生の長男を、見学施設に連れて行きました。原子炉のモデルがあり、スイッチを入れると炉心スプレー系が働きます。そして、いったんは空になった原子炉圧力容器が、見る見るうちに水で満たされていきます。ところが私の長男は、まったく感動したようすもなく、「でも、」と言い、このスプレー系の配管が壊れたらどうなるのかと問いました。もちろん、この程度の質問にたじろぐようでは、まだまだ学習が足りません。

1.2 講義二日目

さあ、昨日学習した LOCA と ECCS について、何か質問はないかな？

では、こちらから質問しよう。LOCA は設計事故だから、運転中いつ発生しても、それに対応できなければならない。そうだね。つまり、ECCS が確実に起動し、運転し続けることに絶対的な確信がなければならないはずだ。だから、高圧系の ECCS も低圧系の ECCS も、それぞれ多重に備えられ、非常用ディーゼル発電機も 1 基が立ち上がってくれば十分だと言った。しかし、そんな理屈だけで私を信用できるかね？ 私が嘘つきでないにしても、どうして ECCS が常に万全にスタンバイしているかわかるのかね？ 運転が理由もなく急に止まれば故障とわかるだろう。しかし、ふだん運転していないものが故障していないということ、どうすれば知ることができるのか？

実は、そのことに、運転員も含め皆が安心してもらうためにあるのが保安規定と定例試験手順書だ。何が書いてあるか？ たとえば、月に 1 回、注入ラインが水張りされ、弁の開閉位置が正しいことを確認しなさいとある。3 カ月に 1 回、実際にポンプを起動し、テストラインを使って流量と圧力が正常か確認しなさいともある。異常は、そのような定例試験でわかることもあるし、日常的なパトロールで発見されることもある。そして、もしたとえば低圧炉心スプレー系に異常があるとわかったら、その時点からプラントが運転を継続できるのは 7 日間だ。しかし、もしさらに RHR ポンプも故障しているとわかったときには、直ちに緊急停止しなければならない。そのように保安規定に書いてあり、プラント運転員にとってはそれがバイブルだ。



そう言って指導講師は「バイブル」を見せ、若いプラント技術者は納得した気になります。炉心スプレー系の模型のショーに無感動だった長男が、その後大学生だった頃、私は米国で結構売れている“Deny Everything(万事、否定せよ)”の T シャツをふざけて贈ったものです。しかし、私自身がそうだったように、若いプラント技術者は、まずは一生懸命、教えてもらうことを学ぼうと努力します。

1.3 講義三日目

初日の講義で、「静的機器」と「動的機器」の話をしたのを覚えているだろうか。昨日話した定例試験とは、これらのうちの動的機器に対するものだ。今日は、静的機器に対しての話をしよう。代表的な静的機器としては、配管がある。単一故障を前提としているからと言って、配管がひび割れだらけになってしまっていては困る。そんなことでは、地震がきたとき、バラバラになってしまうかもしれないからだ。では、どうやってそれを防ぐのか？

まずは材料だが、原子炉再循環系配管には、ステンレス鋼が使われている。ステンレス鋼には、腐食にくいという長所の他、破壊靱性値が高いという特徴もある。

破壊靱性なんて言葉を聞いたことがない人もいるだろうから、簡単に説明しよう。ここに幅が5 cmと10 cmの紙の帯がある。この2枚の帯でおもりを吊るした場合、当然、10 cmのほうが丈夫だ。それでは次に、この10 cmの帯の真ん中にハサミを入れ、幅が5 cm残るように切込みを入れる。これで2枚の帯は、どちらも幅が5 cmとなった。さあ、おもりを吊るしてみよう。どちらが丈夫か？ そう、切込みがないほうだ。切込みのあるほうは、それが進展して帯が裂けてしまう。ではなぜ切込みは進展するのか。それは、先端の応力拡大係数が、破壊靱性値を上回るからだ。応力拡大係数は、切込みの深さの平方根に比例する。浅ければ問題ないが、深いと進展が止まらなくなる。

ステンレス鋼の破壊靱性値が高いと言った意味は、配管に、相当深く長い亀裂があっても、この紙の切込みのように、地震などによる強い荷重を受けても一気に進展しないということだ。ということは、LOCAが起こる前には、亀裂から十分な漏洩が起こり、格納容器の漏洩検知装置で、異常を検知できるということだ。異常な漏洩があったらどうするか？ それは昨日学習した保安規定に記載され、原因不明の漏洩が、毎分20リットル検知され、4時間以内に解決できなかったら、プラントを停止しなさいとある。

ステンレス鋼以外はどうか？ 確かに蒸気管や給水管などには炭素鋼も使われているが、ただの炭素鋼ではない。ちゃんと試験を行って、

所定の破壊靱性特性が確認されている。溶接部分はどうか？ 溶接部分が配管系の弱点だというのは、4, 50年前の話だ。本当のところ、溶接部分は、配管の母材よりも強いのだ。試験片を作り、溶接部分をグニャリと180度Uの字に曲げ、背の部分に亀裂が発生しないことが、溶接士の認定試験になっている。

それでも、所詮、理屈は理屈。検査は重要だ。超音波を使って溶接部を検査する。先ほど母材よりも強いと言った溶接部ではあるが、溶かしてつなぎ合わせた部分だから、比較的大きな残留応力が働いている。油断は禁物だ。ただし、毎年全箇所を検査を行う必要はない。検査員の被曝が不必要に増えてしまう。そこで、サンプリング検査が行われる。もし、この検査で異常が見つかったときに、検査箇所を増やしていけばよい。

だから、大口径配管が瞬間的に破断するLOCAは、そもそも到底起こらない現象なのだ。万一発生したとしても、ECCSが自動的に働く。では、そのECCSも万一働かなかったらどうなるか？ これは、万一の万一なのだから、仮想事故と呼んでいる。でも、それが起こったときのことも考えよう。原子炉圧力容器に内蔵されている大量の放射性物質が出てしまい、格納容器内に充満することになる。完璧な密閉容器ではないから、1日あたりその容積の0.5%くらいが原子炉建屋に漏れてしまう。そんな場合に備え、非常用ガス処理系がある。これを起動して原子炉建屋内を負圧に保ち、吸着率99%の活性炭フィルターで放射性物質を吸着させてから排気する。このとき、無防備に敷地境界にいる人は、放射性ヨウ素を吸い込んで被曝することになる。だが、基準値である3シーベルトの1000分の1のオーダーだ。

以上が、原子力発電所の安全設計の基本になっている深層防護と呼ばれる考え方だ。

「御用学者」の誕生

このような教義にもとづいた企業研修を受けながら、原子力のエンジニアたちは育てられていきます。やがて、原子力発電所が危険というのは根拠のない「都市伝説」だったのか、と思うようになります。これを一生信奉していくか、途中で幻滅して去っていくかは、多様な各人のその後の環

境と考え方によります。現在、推進側に立つ方々も、反対側に立つ方々も、出発点はそれほど違いません。ただし、日本の原子力の場合、“Deny Everything”のスピリットが最も欠落しているのは、意外かもしれませんが、有識者と崇められながら無菌環境にいる学者の方々だったように思います。

研究炉と商用原子炉とでは、規模においても構造の複雑さにおいても、雲泥の差があります。そのため、商用原子炉の技術や情報を扱う大学はなく、日本で最も先進的な公的機関は、日本原子力研究所だったと思いますが、そこでさえも、BWRを学ぼうとすれば、ほとんどをGEからの情報に依存しなければならず、当時のパイオニアたちは、英語の資料を翻訳した手書きや活字のジアゾ・コピーのテキストを大事に使っていました。

BWRの動力試験炉(JPDR)が役目を終えてしまうと、GEのBWR情報のほとんどは、ライセンス契約をしたメーカーの日立と東芝、顧客である東京電力と日本原電だけが抱え込むようになり、いわゆる Regulatory Capture(規制の虜)、さらに進んで、学者も虜に組み込まれる Regulatory-Academic Captureの下地が作られてしまいました。つまり、原子力の御用学者と呼ばれる先生方は、金銭関係によってだけでなく、技術や情報の面においてさえも、産業界の支配下に置かれ、意図的に無菌環境に残されました。現実の世界を見せ、幻滅されてはいろいろと厄介になり、広報係を引き受けてくれなくなるからです。

では話題を元に戻し、LOCAとECCSに関する現実の世界を見ていきましょう。

安全神話から背離していく現実

3.1 ステンレス鋼配管の神話のほころび

建設が終って運転が始まると、次々と厄介なことが起こりました。高品質のステンレス鋼配管が、何年も経たないうちに次々とひび割れました。実はステンレス鋼は、目には見えない細かいレンガ作りのような構造をし、ある時間高熱に曝露されることで隣接する「レンガ」との境に耐食性の劣

るクロム欠乏層が形成され、引張りが作用することで境界に沿って腐食割れが進展します。配管破断は、まずは起こり得ない現象のはずでしたが、このような劣化現象が、実際にはあちこちのステンレス鋼配管に発生しました。

周知となってはまずい。そう思ったのは、電力会社だけではありませんでした。ひび割れを検知した検査結果を役所に報告すると、そのような報告は受け取れないと突き返されたこともあったといえます。すでに壮大な計画ができあがり、動き出していたからです。そこで、米国での事例を検討し日本でも問題となる可能性があることから予防的に対応するという口実を作り、「修理」を「予防保全」に置き換え、改質したステンレス鋼の配管に交換する工事が行われました。1年運転しては1年停めてそのような工事が行われた時代もありました。しかし、スケジュールの調整がつかず、ひび割れの深さも長さもわからないまま放置し、さらに1年間運転することもありました。前任者からその秘密を押し付けられ、小さな地震でもドキリとし、早く次の計画停止がこないかと胃が痛くなる日々を送った気の毒な現場の保修部門の責任者もいました。破壊靱性値がどうのこうので安心できるものではありません。「オレに、こんなものを引き継ぎやがって」と怨み言を吐いていました。すでに一部は周知となりましたが、とにかく、ひび割れをめぐるのは、隠蔽、捏造が常態化していました。

3.2 ECCSの神話のほころび

隠蔽や捏造がバレたからと言って開き直すわけではありませんが、LOCAは設計基準事故であり、それが起こったとしても原子炉は自動停止し、その直後はECCSが自動起動してくれるはずですが、しかし、本当にそうだったのでしょうか。

講義の初日の説明にもあったように、低圧系ECCSポンプはサプレッション・プールから取水します。その場合、破損した機器の破片などが流れ込んでポンプが故障しないよう、取水口にはストレーナ(除塵メッシュ)が付いています。もしこれ

が塞がれてしまったら、原子炉を冷やし続けるための循環運転が途絶え、燃料が露出して仮想事故へと進展します。LOCAにおいて破断口から噴射される水流は、秒速120 mに達し(実際には減圧沸騰により超音速)、そのような水や蒸気が衝突すれば、かなり頑丈な配管の保温材も粉砕されてしまいます。格納容器の内面に塗布された塗装も、直撃を受けた一部は剝離します。サプレッション・プールの底部にある ECCS ポンプのストレーナには、そのように粉砕され流れ着いた保温材や剝離した塗膜が一気に吸い寄せられることになります。

この問題は、米国では何度も議論され、ストレーナの閉塞実験とポンプ吸い込み部での圧力損失の解析が行われ、全プラントに大型ストレーナが取り付けられています。LOCAを設計基準事故として扱う以上、それは明日にでも発生し得るとの前提だったのですが、日本は対応を渋り続けました。日本のプラントの保温材は、反射式の金属保温だからと聞かされていましたが、実はそうではなく、ロックウールやケイ酸カルシウムなど、粉砕され、ストレーナを閉塞させやすい材料がふんだんに使われていたことを、私も大分後から知りました。結局、日本の原子力安全・保安院と電力会社が重い腰を上げたのは、欧米が対応に乗り出した1992年から10年経ってからでした。

さらに遡ると、マークI型格納容器のサプレッション・プール(その形状から「トーラス(ドーナツ形)」とも呼ばれる)の強度不足が問題になった頃があります。トーラスは、安全上四つの重要な役割を担っています。①ECCSの水源であり、②閉じ込め機能をもつ格納容器の一部を構成しています。水は、蒸気を凝結させることで③格納容器の圧力上昇を抑え、④スクラビング効果によってヨウ素を吸着させます。ところが、LOCAが発生したときのトーラスに作用する動荷重が、当初の解析結果を上回ることが発覚しました。格納容器に対しては、単一故障の考慮が除外されているのですが、そのような重大な欠陥があったのです。

そこで、日本でも1985年頃から水を抜いてトーラス改造工事が実施されました(本誌2014年10月

号)。底部には、1トン近いスラッジ(錆と塵埃の夾雑物)が沈殿しています。LOCAでこれが攪拌され、粉砕された保温材と混じり合いながらストレーナに付着した場合には、たちまち閉塞が起こり、ECCSの運転が止まっていたはずですが、また、それまで日本のプラントが使っていたある銘柄の塗装は、実際に放射線源で照射し、オートクレーブ(圧力釜)に入れて加熱するとすっかり変色してふやけ、簡単に剝離することもわかりました。

ちなみに、日本最古のBWRプラントである敦賀原子力発電所1号機でトーラス改造工事が行われたのは1988年から1989年にかけてです。ジェット・ポンプがなく、LOCAによって原子炉圧力容器の底部まで一気に空となり、スプレーだけで燃料を冷やし続けなければならないタイプの唯一の原子炉なのですが、他よりもずっと後回しにされていました。

最近、米国やフランスでは、LOCA時の燃料被覆管に関し、従来期待されていた強度がない事実が確認され、規制要件の改正が検討されています。この要件は、旧原子力安全委員会がほぼそのまま邦文に換えて指針としており、日本にとっても関心事であるべきなのですが、知ってか知らずか、日本の原子力規制委員会は、この新事実を無視しています。表面温度の過小評価も問題となり、米国の事業者は再評価を行っていますが、日本は緒に就いてもいません。さらについで最近、ECCS配管の空気溜りによるポンプのエアー噛みや水撃現象による下流配管の損傷の可能性が問題提起され、米国の各プラントでは、既に対策を終え判定基準も整備され、保安規定(米国では、Technical Specificationsと呼ばれている文書)も改訂されているのですが、日本は今も手をこまねいています。

3.3 それでも安全神話が崩壊しない理由

結局振り返ってみると、LOCAは、過酷事故でもない代表的な設計事故であるにもかかわらず、その対策がほとんど不完全なまま今日に至っていることがわかります。もちろん、これ一つを取り上げても重大なことです。しかし、実はこのよう

なレガシー・イシューは、火災防護、溢水対策、配電設備など、至る分野に存在しています。地震や津波の対策もそうでした。つまり、原子力発電プラントの場合、和尚さんの弟子が書き忘れた経文は、芳一の耳だけなのではなく、全身だと言っても過言ではありません。怨霊が先に見つける前に、みんなが一生懸命、どこか書き忘れた部分がないかを探し、見つけ出しては経文を書くしかなかったのです。

では、なぜ日本の原子力では、そのような危機意識が生まれてこなかったのでしょうか。

原子力発電プラントを管理するためには、原子炉工学の他に、地震、地質、水文学、建築、金属材料、溶接、水化学、熱水力学、電気、機械、計測制御、放射線などに関する幅広い知識と経験を必要とするため、どうしても業務が分担化されてしまいます。それは、電力会社やプラント・メーカーだけでなく、規制機関や学者の間においても同じことです。

さて、事故が、例えばある六つの独立事象の重複によって起こり、各事象の発生確率が0.1だとします。すると、事故に至る確率は100万分の1となります。そのうち一つが過小評価と分かり、確率が0.1から0.3に修正されても、事故に至る確率は100万分の3です。他は大丈夫なのだから、たいしたことではないと判断してしまいます。

しかし、もし六つのすべてが、実際には0.1ではなく0.3だったらどうなるでしょう。事故に至る確率は100万分の729となります。0.5だったとすると、100万分の15,625になります。ところが困ったことに、各担当者は、他の情報を知らないままです。皆がそれぞれ100万分の3とか、100万分の5だと思い込み、安心しきっています。たかが保温材のこつくくらいいいじゃないか。塗装が変色しようがふやけようが、たいしたことないじゃないか。と、このように、どんなことでもたいしたことではなくなってしまう。散発的に不祥事が報道されても、全体との関連性が見えないために、たいしたことではなくなります。原子炉の安全を守るべき深層防護の思想が、真の安全

ではなく、安全神話を守り続けることに加担させられるようになります。

3.4 プラント・エンジニアの去来

多くの優秀な原子力のプラント・エンジニアが、日本の職場から去っていきました。原子炉が、絶対的な安全に守られていない現実には幻滅したからではないようです。そのような幻想的なもの、つまり安全神話が真実でないことは、無菌環境から外に出て、実務の世界で働き出せば、職種にもよりますが、次第に理解するようになります。しかし、気力溢れるエンジニアにとっては、そのような現実こそ挑みがいのあります。逆に、問題が発覚しても、見るな、聞くな、しゃべるなと厳命され、真正面から解決に取り組まない職場環境にこそ深く幻滅させられます。

米国の原子力規制委員会(NRC)は、連邦政府機関の中で、「最も働きがいのある職場」としての地位に君臨し続けてきました。航空宇宙局(NASA)やスミソニアン博物館よりも上なのです。元NRC委員長のKlein氏が退官の挨拶で語ったところによると、ある日、自身がいつもより早い朝6時に出勤すると、職員用駐車場にはたくさんの車があり、とても驚いたそうです。

原子力発電所の商用運転が開始され、過去、何百件もの安全問題が提起されてきましたが、「日本発」は皆無でした。それは、日本の原子力関係者が、規制機関も含め、誰も安全問題の探求者になることを望まず、揃って「神話保存同好会」のメンバーに堕していたからです。

米国では、多くの職員にとって三度の飯より旨いやりがいのある、競争率の高い仕事なのですが、日本が、原子力規制庁の職員定着化のために考えついたのは、職場風紀の改革による職員の意欲向上ではなく、「ノーリターン・ルール」などという愚かで強引な規則でした。実際にそのルールが適用された職員は、すっかり将来に失望し、仕事をしなくなったとの内部の話を聞いたこともあります。公務に奉じる者がこの程度でふて腐れられてしまうのも国民にとっては困りものですが、能

力を発揮してもらうための働きがいのある環境作りについても、大いに改善の余地があるということではないでしょうか。

4 再稼働

2011年3月11日、それまで長年にわたって日本の原子力発電を牽引してきた“ヤマト1号”は撃沈され、今、“2号”が発艦しようと準備をしています。これからも決して平穏な海原ではありません。一度撃退したと思っているレガシー・ 이슈が多く潜んでいて、洋上にも、上空にも、海中にも、海底にも多くの新しい敵がいます。し

かし、隊員たちにとって一番の敵は、そのような外敵を見出させないように邪魔をする内敵かもしれません。敵の攻撃が致命的になる場合のことは、本誌2014年11月号に述べた通りです。

時代が変わり、そもそも発艦の大義についてもいろいろ意見は分かれています。「優秀で勇敢な隊員たちを乗せた世界最高のヤマト2号」と鼓舞され、着々とその時に備えているようです。読者の皆さまにも、いろいろな見方、立場があると思いますが、私の仕事は、これからも危険なレガシー・ 이슈や外敵のことを解説し続けることです。

50年前には

原子力開発の展望

豊田利幸

(前略)

現在、とくにわが国においては、学者と原子力関係者との間には、明らかに大きな断絶がある。原子力業者は、学者を信頼しないどころか、敵意さえもち、学者も今や原子力業者を見はなしている、という不幸な状態である。本稿でのべたわたくしの試論も、原子力関係者にとっては耳に逆う点が多いだろうということは、よく承知している。しかし、わたくしが敢えて筆をとったのは、このままいったら、日本の原子力はどうなるか、国民の一人として憂慮に耐えないからである。

わたくしの予想が杞憂になることを、心から望むものであるが、現在の状況をそのまま延長すれば、おそらく、次のような事態が発生するであろう。

外国で売りに出されている発電炉を、各原子力産業グループが争って購入し、経営の面から、安全性と燃料問題をできるだけ‘採算’のとれるように、速やかに解決することを迫られるようになるであろう。安全性の方は、科学的な論議を避け、現在アメリカで行なわれていると伝えられる、“原子とともに生きましよう(Let's live with atoms)”

(Nuclear Engineering, 6月号, 1964)という愚にもつかぬキャッチフレーズで大衆むけの大キャンペーンが日本でも行なわれるようになるであろう。それよりも怖いのは、使用済みの燃料に含まれるプルトニウムの経済的取扱いである。本年4月頃に、運転を開始する予定のコールダーホール型発電炉のように、購入の際、プルトニウムを引きとって貰うつもりだったものが、今や、どこも引き取り手はなくなった。残された手は、国が買上げるよりほかはない。しかも、平和利用としては、今のところ、まったく無価値なものであるから、日本の原子力委員会は、コールダーホール炉から近くつくり出されるプルトニウムに外国における爆弾用の値段をつけ、国が長期にわたり買上げを要求している。いわゆる発電コストの計算には、これが考慮に入れているのを、一般の人々はどの程度知っているだろうか。

このようなプルトニウムは爆弾にはできぬと、最近アメリカは盛んに宣伝しているが、BETHE博士自身、真剣に憂慮しているといえ、説明は不用であろう(バグウォッシュ会議, 1961年)。

(後略)

『科学』第35巻第1号(1965)より