

安全文化の醸成と定着へ—— パイオニア・美浜発電所を訪ねて



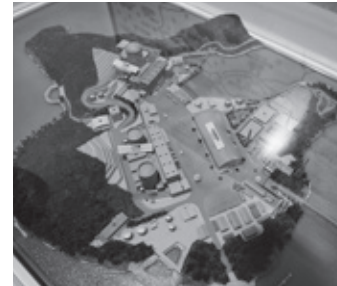
美浜発電所 向かって左から1号機、2号機、3号機

敦賀半島の西・若狭湾側に位置する美浜発電所は1970年、日本初のPWR（加圧水型軽水炉）として大阪万博に原子の灯を送った。その1号機（PWR:34万kW;70年11月運転開始）を先駆けとして、2号機（同:50万kW;72年7月運開）、3号機（同:82.6万kW;76年12月運開）と、日本のPWRのパイオニアであるだけに、種々の初期トラブルをはじめ故障や事故に見舞われ、試練を克服してきた発電所でもある。3月17日、1・2号機は、供給力確保の観点、各種安全対策工事の技術的成立性等々を総合的に勘案し、廃炉にすることを決定、3号機は原子炉設置変更許可等を申請し再稼動に挑むことになった——

先駆者としての試練

「安全の誓い」の石碑は、美浜発電所構内、正門を入ってすぐの場所にあった。春まだ浅き3月、辺りは綺麗に掃き清められ、静謐な空気が漂っていた。事故が起きたのは11年前の真夏、2004年8月9日、運転中の美浜発電所3号機のタービン建屋で2次系配管が破損。定期検査の準備作業を行っていた協力会社の社員11人が高温水・蒸気により被災され、うち5人の方の尊い命が失われた。「……事故の反省と教訓を深

* 2次系配管：
タービン・発電機を回した蒸気を海水で冷やし、水に戻した「復水」を送る配管。



美浜原子力PRセンターにある
美浜発電所のジオラマ

く心にとどめ 二度とかかる事故を起こさないよう 全社一丸となって取り組むことを誓います」。石碑にはそう刻まれている。

3号機事故を機に関西電力は、安全を何より優先する風土の醸成に努めているが、再稼動に向けて安全文化はどう根づいているのか。とりわけ2011年の東京電力福島第一原子力発電所事故以降、原子力への信頼が大きく損なわれるなか、信頼の源である安全はどう積み重ねられているのか。PWRのパイオニアであり、関西電力の安全最優先の事業活動の起点となった美浜発電所を訪ねた。

美浜発電所3号機、安全の誓い

過ちや失敗は思い出したくないものだ。しかしそれでは同じ過ちを繰り返しかねない。関西電力にとって美浜発電所3号機事故が起きた8月9日は「安全の誓い」の日。毎年この日は社長以下幹部たちが石碑の前で改めて安全を誓うとともに、事故が起きた時刻、各職場で全社員が黙祷を捧げ、安全最優先への決意を新たにするという。

「それだけではないんです」。構内を案内してくれた美浜発電所安全・防災室長の小寺良雄さんが続ける。美浜発電所では毎月9日に所長以下幹部が石碑に向かって碑文を唱和、その月の担当者が自分自身の安全への思いを語っているのだ、と。

3号機のタービン建屋に入らせてもらった。事故の原因は2次系配管の流量計下流部で水流の乱れが起こり、配管の肉厚が徐々に薄くなり破損したことによる。破損箇所は建設当初から肉厚測定の特検リストから漏れ、運転開始以来28年間、一度も点検されていなかった。

事故以降、膨大な長さの配管を細かく管理し、肉厚測定年月や評価結果、施工担当者名や次の検査時期などを明記したプレート留めていた。



配管に留められたプレート

「安全の誓い」の石碑



美浜発電所3号機事故については、PRセンターで概要を紹介・展示している



事故の教訓を忘れない

美浜発電所3号機事故は設備の点検不備が招いた重大な労働災害、いわば「労働安全」を毀損してしまった事故だった。守るべき安全にはもう一つ、原子力の「プラント安全」がある。そして美浜発電所構内にはもう一つ、事故の教訓を遺した場所があった。1991年2月9日に細管破断事故を起こした美浜発電所2号機蒸気発生器の展示館だ。

事故の原因は蒸気発生器細管の振動を抑制するための振れ止め金具が設計どおりの範囲まで挿入されず、細管に異常な振動が発生、高サイクル疲労によって破断に至ったものだった。事故に伴う放射性物質の放出は、1年間に自然界から受ける量の10万分の1というごく僅かなもので、周辺環境への影響は認められなかったものの、日本で初めて非常用炉心冷却装置（ECCS）が作動したことで、社会の衝撃は大きかった。

関西電力は94年、蒸気発生器を改良型のものに取り替え、事故を起こした旧蒸気発生器を展示。展示館壁面には事故直後から最終報告まで衝撃的な見出しを掲げた新聞記事が陶板に焼き付けられて並ぶ。社員教育の場としても活用しており、事故の重さを貴重な教訓として伝えているそう。

安全を守る。それは私の使命、我が社の使命

美浜発電所2号機事故から24年、3号機事故から10年以上を経て、事故を知らない社員も増えている。人が替わり世代交代が進むと、事故の記憶も風化しかねない。日常的に安全を意識し続けるために、どのような取り組みを行っているのか？ そう思いつつ事務棟の玄関を入ると、「安全を守る。それは私の使命、我が社の使命」という3号機事故後に出された社長宣言のボードが、正面に大きく掲示

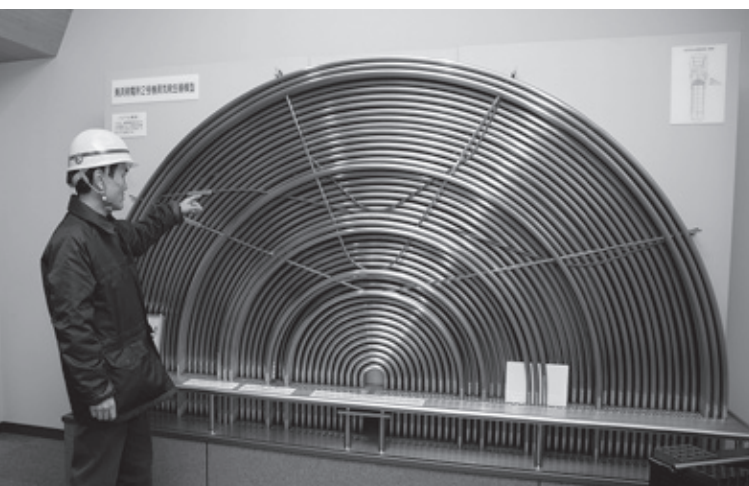


美浜発電所2号機事故当時の衝撃的な見出しを掲げた新聞記事を陶板に焼き付けて掲示

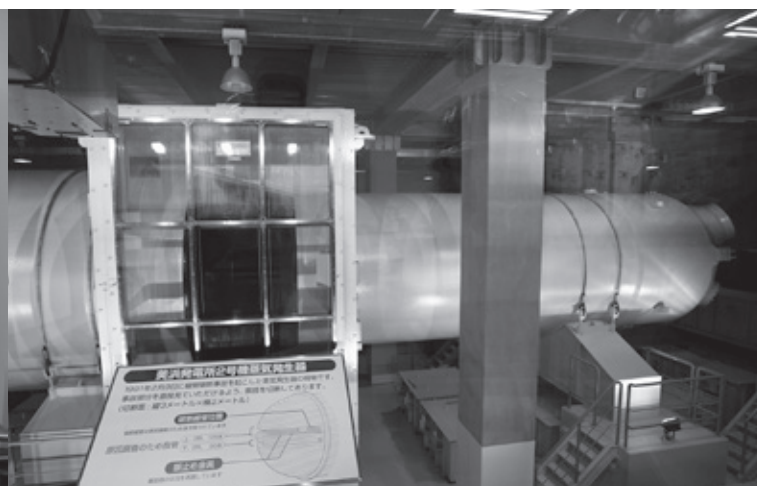


事務棟に掲げられた、安全最優先の社長宣言のボード

美浜発電所2号機蒸気発生器展示館。設計位置から外れていた振れ止め金具を再現



事故を起こした蒸気発生器は細管破断部が見えるよう開口し、展示



原子炉やタービンなど機械系の保修課の執務室



協力会社との安全パトロール

されていた。それは各階の階段を上ったところにも大きく掲げられていて、自然と注意が喚起される。

主体的に行動し、継続的に改善する

そもそも安全文化とは何なのか？ 美浜発電所長の藤原健二さんに訊いた。「簡単に言うと何事も安全最優先に考え行動すること。安全を高めるため主体的かつ積極的に行動できる、そして継続的に改善していく。それが大切だと考えている」

2004年の3号機事故の時、美浜の発電室長つまり運転部門の責任者として事故対応にあたったという藤原さん。その後、原子力事業本部で発電所の安全文化の取り組みについて社外有識者の意見も聴きながら方策を検討、5年前から再び発電所の現場に戻り実践している。事故から10年目の昨年は、所員と協力会社員を対象に事故を体験した所員・OBによる講演会を実施。「やはり体験者の言葉には迫力・重みがある。私自身も直接体験しただけに日常の一つひとつの仕事がすべて安全につながっており、きちんとやるのが大切であると感じている」

美浜発電所では月1回、約400人の全所員が集まる「安全朝礼」で、所長や幹部が自ら安全を語り、所員の自律的・主体的な行動を促している。



所員・協力会社による全体安全朝礼

モチベーションを高める

トップのコミットメント、コミュニケーション、学習する組織、が安全文化の3本柱と聞き、発電所トップ・所長の行動宣言を訊くと、「私のCSR行動宣言:安全の確保を最優先に行動していきます」「私の安全行動宣言:気軽に話し合える雰囲気を醸成してコミュニケーションを図っていきます」と書いたコンダクトカードを見せてくれた。

「設備の安全対策はもちろん重要ですが、安全を守るのは人。美浜としてはモチベー



所長のコンダクトカード

ションを高めていくことを重視しています」

このためコンダクトカードに記したように、特にコミュニケーションには心を砕いているようで、所長と若手社員少人数ごとで懇談会を毎月実施。また設備や作業に潜むリスクを低減させるため、協力会社の人たちと一緒に「安全パトロール」に回るほか、作業の核となる人との対話活動や作業計画書の共同チェックなど日常の現場レベルでもコミュニケーションを深めている。



タービン建屋にて聴診棒で
モーターの異音を聴き分ける補機員

技術力の維持・向上を図る

「安全文化醸成のためには、私自身が現場で直接、所員はもちろん協力会社の人たちとコミュニケーションを図ること」と言う藤原さんは、この日もそれを実践していた。15時前、藤原さんが現場に出るというのでついて行った。

3号機の中央制御室はちょうど次の班への引継前でみんなキビキビ動いている。1班8人程度で5班3交替の24時間体制だ。特にこの日は機器点検のため応援部隊も入り、人数は通常時より多い。若い運転員（補機員）がタービン建屋に点検に行く。モーターが正常に回っているか聴診棒で異音を聴き分ける。次に外に回り、変圧器のメーターをチェックする。訊けばまだ入社1年目だという。

運転員は入社後、半年程度の専門研修ののち、まずは補機員としてタービン建屋などにある機器の状態監視を担当。発電所ではOJTなどを通じて若手育成に努めているそうで、「我々、技術力をもっと高める必要がある」と藤原さんは言う。安全文化の3本柱の一つ「学習する組織」としては、安全を確



協力会社とコミュニケーションを図る

3号機の中央制御室



屋外の変圧器のメーターをチェック



標高42mの高台に配備された空冷式非常用発電装置



放水砲を使う放水訓練

保するための技術力の維持・向上が課題となっており、「福島第一の事故を踏まえた重大事故への対応と、日常の運転・保守を担う技術力の維持。再稼動に備え、もっと訓練に力を入れていきたい」とのことだ。

美浜の事故を踏まえて進めてきた安全文化の醸成とハード・ソフト両面からの安全対策。福島第一の事故を経て、「これまでの取り組みをさらにレベルアップしていく」と、藤原さんは力を込める。「福島第一の事故後、日本ではなかなか原子力再稼動へのご理解は得られにくい、日本の将来を考えると原子力は必要だ。安全を最優先に美浜も再稼動をめざしていく」。先頃、3号機は再稼動に向けた原子炉設置変更許可を申請。「目標が明確になり、みんなモチベーションはかなり高まっている」と目を細めた。

幾重もの備えと訓練

安全・防災室長の小寺さんの案内で美浜3号機の安全対策を見せてもらった。

「美浜発電所は高浜や大飯と比べると敷地はさほど広くありません」。1・2号機の脇を通り過ぎ、3号機に向かって歩く小寺さんについて坂を上る。

山の斜面を削った高台に鉄骨が組まれ、その上に空冷式非常用発電装置が配備されている。随分高いところに置いてある。「3号機の背面道路は標高32m。あの位置だと標高42mほどです」。なるほど、これなら津波も届かないだろう。

背面道路奥の広場には、緊急時の代替電源となる電源車や水源となる大容量ポンプ車が停まっている。また万一の重大事故発生時に放射性物質の大気中への拡散を抑える放水砲や海への拡散を抑制するシルトフェンスなど重大事故対策設備も配備。がれき撤去など緊急時の円滑な現場対応のための高機動資機材運搬車「ウニモグ」も停まっていた。

小寺さんによれば「これら新しい設備を使いこなせるよう、訓練を繰り返している」そうだ。



高機動資機材運搬車ウニモグ

「あご越え」られずの防潮堤

美浜で特に目を惹いたのは防潮堤だ。美浜発電所の3号機側、若狭湾外海側と丹生湾内海側に挟まれた地は、もともと「あご」(トビウオ)が飛び越えるほど低いことから「あご越え」と呼ばれている。このあご越え部、つまり津波が直接押し寄せる外海側に、標高11.5m、長さ約100mの防潮堤を設置。そばに立つと、さすがに高い。この高さなら「あご」は敷地を越えられないのでは、と思うほどだ。

一方、津波が回り込む内海側には、発電所敷地を囲む形で標高6mの全周防潮堤の工事が進展。太い杭が打ち込まれ、杭に接して頑丈な壁ができ始めていた。さらに敷地内に津波が浸入しても重要設備が守られるよう取水設備周りには標高6mの防護壁が既に完成。

ここまで発電所を囲ってしまえば、確かに津波を防いでくれるだろうと安心できる対策が講じられていた。

通勤時、発電所に至る丹生大橋を渡りながら「毎朝、並び立つプラントを眺め、この発電所を守りたいという決意を新たにしている」という小寺さん。安全・防災室長を務めて5年。「安全最優先という意識と同時に、常にこれでいいのかと疑問を持つ姿勢で安全文化を高めたい」と静かに語ってくれた。

安全文化発祥の地・美浜

着々と進められる安全対策を目にして、取材の締め括りとして、現場から戻って来た藤原所長に、苦労はないか、訊いてみた。「ありません。安全文化は立ち止まった瞬間から劣化が始まるので、常に前を向いて歩いている」と明快な答えが返ってきた。発電所では年1回、安全文化の評価を行っている。あるべき姿を定め、現状を評価、抽出さ



重要設備を浸水から守る水密扉

内海側、標高6mの全周防潮堤。
写真右が安全・防災室長の小寺さん



太い杭を打ち込み、建設中の全周防潮堤



外海側に新たに建設された標高11.5mの防潮堤



美浜発電所を安全文化発祥の地にするため我々の責任は重い、と語る所長の藤原さん

れた課題に対し常に改善を続けている、と。

美浜発電所3号機事故後の安全対策は、やや労働安全を中心に進めてきた面があ

り、プラント安全は確保できているように思っていたが、福島第一の事故が起き「なぜ日本では海外で行われていた重大事故対策をやっていなかったのか。意識が足りなかった」と反省したという藤原さんは、「福島第一の事故の教訓を生かし、発電所の安全性を高めていくことが我々の使命だ」ときっぱり述べる。

プラントを守る——そういえば、3号機のタービン建屋に入ったとき、奥の壁際に並ぶ扉が水密扉になっていた。「なぜこちら側は水密扉なのか？」と訊くと、「水密扉にしているのは、この先に原子炉建屋があるため。仮に津波が防潮堤を越えタービン建屋が浸水しても、原子炉の安全確保に必要な設備は必ず守ろうということだ」と教えられた。もちろん耐震性も、中央制御室のある原子炉補助建屋と原子炉建屋は、タービン建屋よりも遙かに高めているそうだ。

「今進めている安全性向上対策も、その根底にあるのはこれまで培ってきた安全文化。『原子力発電所における安全文化発祥の地』としての取り組みを今後も続けていきたい」。藤原さん

は表情を引き締め、パイオニアとしての矜持を覗かせた。[図]



美浜発電所3号機

●原子力安全への視点

未検証の革新性より 錬磨の成熟技術

望月弘保 福井大学附属国際原子力工学研究所 原子力シビアアクシデント評価部門 特命教授

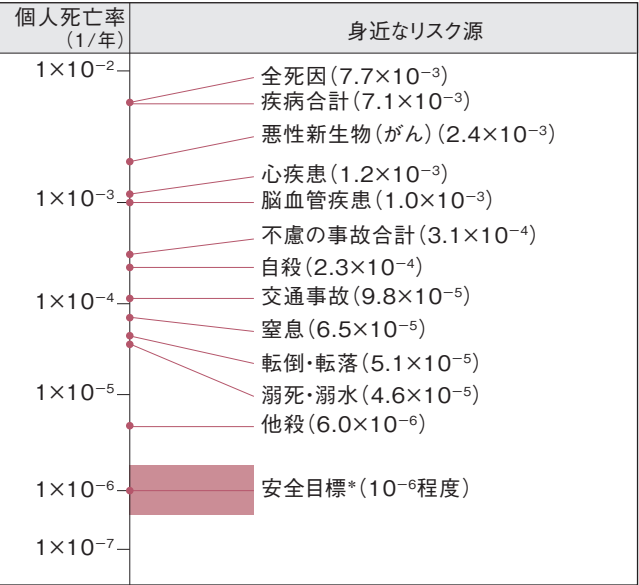
安全・安心——原子力を語るときよく使われる言葉だ。しかし、そもそも安全と安心は関係ないように思える。世の中には「注意しないと安全ではないが安心して使われている」ものが数多くある。例えば多くの人のために入浴は心安らぐひとときだが、入浴中の事故や急病による死者数推計は年間約1万4,000人。交通事故死をはるかに上回る。また自動車も扱い方次第では結構危険だが、「運転するのが不安で仕方ない」という人はほとんどいない。

こうした身近な事故はもとより、航空機事故などと比べても、原子力事故の発生確率は桁違いに低い。厳しい設計基準があるからだが、それでも事故の確率はゼロではない。福島第一原子力発電所事故は、津波による全電源喪失で原子炉を冷やせなかったことにより重大事故に至った。だからこそ原子炉をもっと安全にして、きちんと冷えることを示し、安心感を持ってもらうようにしないといけない。

長く高速炉の研究に携わってきた私は、福島第一の事故後すぐ「もんじゅ」の安全解析を行い、全電源喪失時にも問題が生じないことを確認した。というのも、ナトリウムを冷却材に用いる高速炉は、もともと水は使えないから空気で冷やす。もんじゅの空冷システムは、電気があるときは電気で送風機を動かして炉心を冷やすが、電気がなくても温度差によって自然に起きる対流現象、つまり自然循環で冷やせる。だから仮に電源喪失が10日間続いても炉心溶融は起こらない結果になっている。このようなものが「受動的(静的)安全システム」と呼ばれている。

軽水炉の場合、炉心冷却に水を使うが、空冷装置も

身近なリスク源と原子力の安全目標のイメージ



*安全目標は、原子力規制委員会が原子力施設の規制を進めていく上で達成をめざす目標であり、2013年4月「事故時のセシウム137の放出量が100テラベクレルを超えるような事故の発生頻度は、100万炉年(10⁶/炉・年)に1回程度を超えないように抑制されるべき(テロ等除く)」とされた。なお100テラベクレルとは、福島第一原子力発電所事故で放出されたセシウム137の約100分の1の規模

出所:「人口動態統計」データを使った経済産業省「原子力の自主的安全性向上に関するWG」の資料をもとに作成

つければ、より安全性は高まる——そう考え、私は研究を始めたが、世界には既に空冷式の除熱システムを一部採り入れている軽水炉があった。例えば英国唯一のPWR・サイズウェルB発電所は、海水を取水できない場合に備え、空冷式の除熱装置を設置。また第3世代プラス炉と呼ばれるウェスチングハウスのAP1000やアレバのEPRも、重力や自然対流を利用して炉心を冷やす受動的安全システムを装備し、水冷・空冷を併用して炉心や格納容器を冷却する。

先頃、原子力規制委員会の安全審査に事実上合格

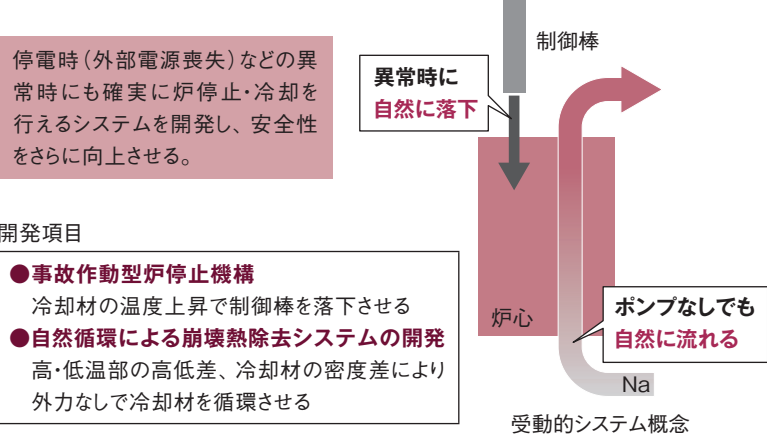
した関西電力の高浜3・4号機では、重大事故発生時に格納容器内の水素濃度を低減して爆発を防ぐ「静的触媒式水素再結合装置」を日本で初めて設置した。万一炉心を冷却できず、燃料被覆管と水や水蒸気が化学反応を起こし水素が発生しても、再結合させて水に戻す装置であり、電源を必要としない受動的システムの一つである。

そういう重大事故対策の新しい装置を導入すると同時に、重大事故に至らせないよう、非常用の電源や水源を多重に設置して、それを使いこなせるよう事故対応の訓練を重ね習熟していくことが極めて重要だ。

現在、高い安全性を持つ革新的な高速炉や高温ガス炉など第4世代炉の研究も進んでいるが、私はまずは今使っている軽水炉の安全性を高めることが重要だと考えている。「革新炉」という言葉の響きがいいが、技術が実炉で検証されているわけではない。むしろ長年使い込んだ技術を上手に組み合わせるほうが信頼性は高い。日本の軽水炉技術は既に40年以上の運転実績を持つが、40年経ってもプラントが老朽化しているわけではない。部品や設備を古くなる前に次々更新していく日本式のメンテナンスだと、古くはならない。オーバーホールして組み上げると、いわば「使い慣れた新品」。新しい冷却手段なども導入しながら、さらに使い込んでいくことが望ましい。

福島第一の事故以来、原子力には逆風が吹き、再生可能エネルギーが注目されているが、環境に優しいとされる太陽光発電もパネル製造を含むライフサイクル全体で

受動的炉停止と自然循環による炉心冷却



出所:日本原子力研究開発機構「高速増殖炉システムに係る革新技術の研究開発の進捗」資料をもとに作成

見るとさほど優しくはない。風力発電は離島や人口密度の低い地域ならまだしも、日本のように安定した電力供給を必要とする先進工業国では依存は不可能に近い。かといって今以上に火力発電が増えれば、CO₂排出が増大し、温暖化問題が深刻化、後戻りできない危険な領域に知らない間に踏み込んでしまう。地球環境をこれ以上悪化させ、我々の生活に重大な影響を与えることのないようにするためにも、日本は原子力を選択せざるを得ない、と私は考えている。

福井大学の学生や地元の人と話していると「エネルギー全体で考えると日本に原子力は必要」という意見が多く、都市部との違いを感じる。都市部の人々にもっと発電所の現場を見てもらうとともに、地元の信頼を維持し続けるためにも、重要なのはやはり事故を起こさないこと。安全性向上へ電力会社の真摯な取り組みを求めたい。☒



もちつき ひろやす
福井大学附属国際原子力工学研究所
原子力シビアアクシデント評価部門 特命教授
1979年東京工業大学原子核工学専攻博士課程修了。
78年～2000年動力炉・核燃料開発事業団(現・日本原子力研究開発機構=JAEA)、00年～03年核燃料サイ

クル開発機構(現・JAEA)バリ事務所長、03年～05年核燃料サイクル開発機構研究主席、06年～07年福井大学大学院工学研究科客員教授を経て、08年より大学院工学研究科教授、14年より特命教授。共著『原子力プラント工学』など。
<http://www.m.npes.u-fukui.ac.jp/>

●高経年化・廃炉への視点

40年という分岐点への向き合い方

福元謙一 福井大学附属国際原子力工学研究所 原子炉構造システム・廃止措置部門長/教授

国内有数の原子力立地県・福井には、運転開始から年数を重ねた原子力発電所も多い。いわゆる「高経年化」プラントだが、少し馴染みの薄い言葉のせいか、しばしば「老朽化」と混同されてしまう。しかし高経年化と老朽化はイコールではない。

例えば世界最古の木造建築物である法隆寺や、先頃、大修理が終わったばかりの姫路城も、「高経年化」しているが「老朽化」はしていない。持続させようという強い意思で、定期的な点検補修を欠かさず、先人の技に学びつつも、構造的に弱い箇所は設計を見直したり材質を変えたりして、外観や機能を維持する努力を長年にわたって続けてきたからだ。

原子力発電所も基本は同じ。発電所を長期間運転していると、金属材料の腐食や配管の減肉など「経年劣化」が生じる。劣化状況を正確に把握、あるいは予測し、必要に応じて設備機器の補修や取替を行えば、高経年化した発電所も安全に安定して稼働させることができる。

運転期間長期化は世界的な潮流となっており、アメリカなど当初40年としていた運転認可期間を60年に延長、さらに近年は2度目の延長、つまり80年運転も議論されている。

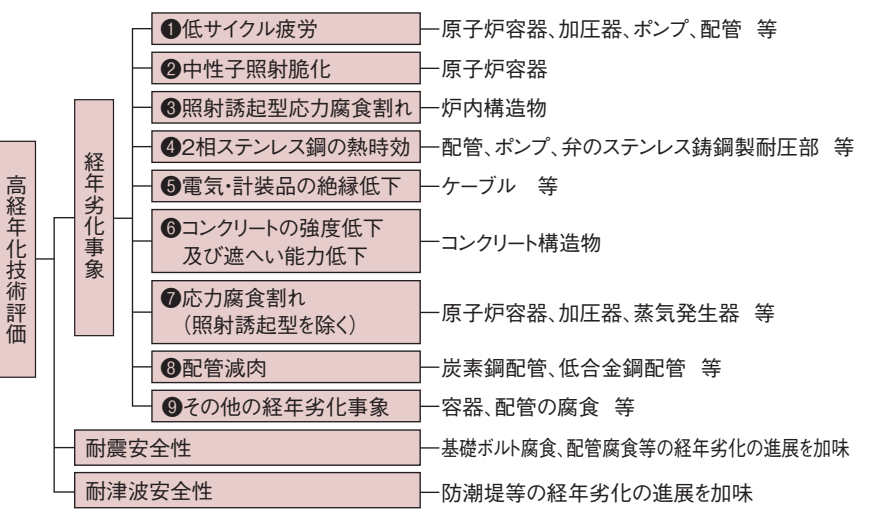
原子炉はいつまで使えるのか——材料科学・工学の観点から進めてきた高経年化研究は、私にとって極めてやりがいのあるテーマだ。

ところが2011年の福島第一原子力発

電所事故により、状況は変わった。事故翌年の原子炉等規制法改正で、40年を超えて運転する場合、その満了までに運転期間延長の認可を受ける必要があり、認められると1回に限り20年を超えない期間を限度として延長することができる、と規定された。期限が60年と決まってしまうと、60年だけ保たせれば十分という認識も出ないとは限らず、これは大きな問題だ。しかも原子力への信頼が損なわれたなかで、高経年化事象より廃炉や廃棄物の議論が先行するようになってしまった。

2011年以前、実質的に原子力は基幹電源として30%程度を維持するという形だった。事故によって原子力のリスクがクローズアップされたが、もともとはエネルギー安全保障や環境問題など多様なリスクを総合的に勘案して、資源小国・日本が何より優先すべきは化石燃料への依存度を低減することだ——そう考え、国策とし

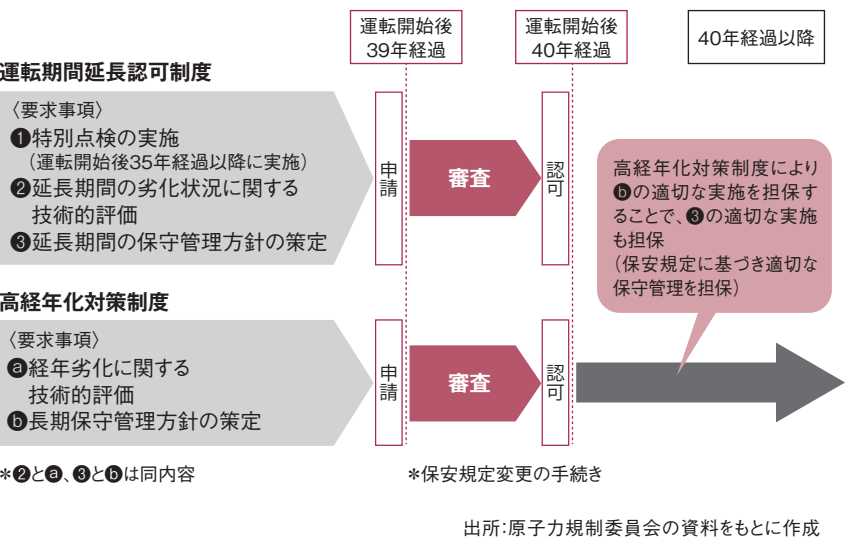
高経年化対策制度における経年劣化事象の評価



出所:原子力規制委員会の資料をもとに作成

運転期間を延長する際の手続きイメージ

(高経年化対策制度については、40年目のみならず、30、50年目も同様の手続きが必要)



て原子力を推進してきたはずだった。もちろん福島第一の事故は真摯に受け止め反省すべきだが、今の議論は、将来的に原子力を減らすという前提で、原子力を飛ばして一気に再生可能エネルギーに向いている。しかしそれで果たして日本のエネルギー政策や世界の温暖化問題への取り組みはやっていけるのか。

事故後、電力各社は安全対策にこれまで以上に注力している。その対策を総合的に判断して再稼働することになるわけで、原子力が日本のエネルギー選択肢のなかに再登場してもいいのではないかと。私としては、日本のエネルギー事情を考慮すると、やはり原子力は震災前の30%を維持する必要があると考えている。

但し原子力を再び選択するに際しては、使用済燃料



ふくもと けんいち
福井大学附属国際原子力工学研究所
原子炉構造システム・廃止措置部門長/教授
1967年北九州市生まれ。九州大学工学部卒、同大学院工学研究科応用原子核工学博士課程修了。東北大学金属材料研究所、同所大洗施設を経て、2010年より現

の再処理を進めるのかどうか、放射性廃棄物の最終処分地をどうするかなど、バックエンドの課題に本腰を入れないといけな

い。フィンランドやフランスでは国主導で最終処分地の選定を進めた。日本も処分地選定をはじめ、原子力発電所の再稼働や運転延長にも国が責任を持って関与することが重要だ。

高経年化対策としては常時モニタリングや診断を続ける「状況監視」が理想だが、それはコストが嵩むやり方でもある。だから、部品や設備ごとの取替のタイミングに合

わせて交換していく「時間監視」も組み合わ

せ、保全のベストミックスを追求。高経年化対策は技術の進展とともに変わっていくから、我々としても最適化されたコンディションで運転を続けられるようにしていきたい。

一方で、経済性や効率性なども考え、役目を終えることを決めた原子炉に対しては速やかに廃止措置を進める。私たちの研究所でも廃炉をいかにスムーズに進めるか、被曝量をどう低減するか、コストをどう抑えるかなど、廃炉マネジメントの最適化に向けた研究や人材育成を行っている。

原子力をできるだけ長く使い続けながら、廃止措置についても一歩先んじた取り組みや備えをしていく。それこそが原子力のパイオニアである事業者と地元の役割だと考えている。 罫

職。「原子炉構造物の強度劣化評価に資する照射欠陥—転位相互作用の研究」「高速炉構造物の熱時効・照射による強度劣化機構の実験的研究」など軽水炉から高速炉、核融合炉まで原子力安全に関する諸問題解決の研究に材料科学・工学の観点から取り組んでいる。
<http://www.rine.u-fukui.ac.jp/fukumoto/>

●原子力人材育成への視点

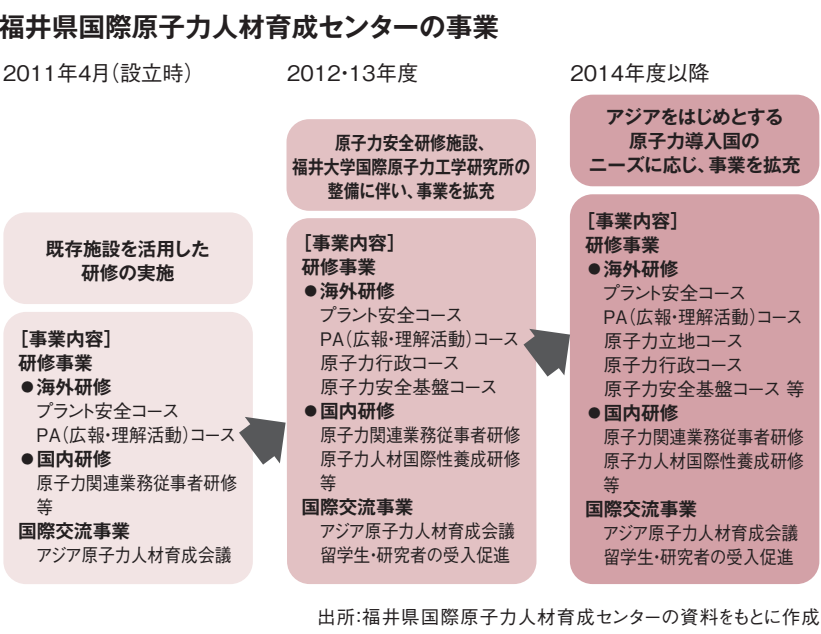
総合工学としての 原子力発電を学べる場・福井

北端琢也 若狭湾エネルギー研究センター 福井県国際原子力人材育成センター長

福井県国際原子力人材育成センターは、「アジアをはじめとする世界の原子力の利用・安全技術向上と人材育成への貢献」を理念として、2011年に設立された。事業の一つは、原子力導入をめざす国の技術者や行政官を対象とする海外の原子力人材育成。原子力の基礎や発電所立地に関わるノウハウを教える。もう一つは国内の人材育成。原子力関連の仕事を手掛けたい福井県内の事業者等に放射線管理技術の指導や耐震工事の実技指導を行うなど、実践的な研修を実施している。また国際交流事業として、関係機関との連携も推進。

2013年には福井県とIAEA（国際原子力機関）が覚書を交わし、両者共同の人材育成も進めており、今年10月にはIAEAの国際会議を県内で開催する予定だ。

こうしたなかで特に現在、拡充を図っている海外の原子力人材育成について言えば、研修生はアジアを中心に10カ国以上で、各国の原子力事情はさまざまだ。例えばベトナム、インドネシア、バングラデシュは一次産業中心で、インフラも整備途上だから停電は日常茶飯事。電力不足を日々痛感している国民は、原子力に強い期待を寄せている。なかでも新規導入計画が進むベトナムは、研修生の数も圧倒的に多く、彼らと話すたび「国の未来のため是が非でも実現させる!」という気迫がひしひしと伝わってくる。原子力に経済成長の夢を託したかつての日本を見るようだ。一方、同じアジアで数十年前から原子力導入を検討し、コンスタントに研修生を派遣して



くれるタイやマレーシアは、工業国としてインフラ整備が進み停電もほとんどなくなった。このため原子力への国民の関心は薄れつつあり、福島第一原子力発電所の事故による信頼低下とも相俟って理解を得るにはどうするか苦慮しているという。

ほかにもベトナム同様、新規導入が具体化しているトルコは、地震国ゆえ耐震設計への関心が高い。旧ソ連のリトアニアは、EUへの電力輸出と脱ロシア依存をめざし、チェルノブイリと同型炉を廃炉にして新規建設を計画。ウランの推定埋蔵量が世界最大といわれるモンゴルは、自国での原子力開発にはさほど意欲的でないが、原子力を学んでおくことが国益につながると考えている――。

これら各国の事情を反映して教育ニーズも多様だが、受講生たちに共通しているのは旺盛な学習意欲。そして受講生の誰もが口にするのは「学びの場」としての福

井の素晴らしさだ。県内にはPWR（加圧水型軽水炉）、BWR（沸騰水型軽水炉）、高速増殖炉もんじゅや廃止措置中の新型転換炉ふげんなど、多様な炉型の発電所や原型炉、研究施設、研修施設などが集積。これほど集積した地域は世界にないとIAEAも感嘆するほどだ。

この特徴をさらに生かすにはどうするか。例えば福島第一の事故直後、日本では原子力志望の学生が減り、将来の人材不足が懸念されたが、私は「原子力工学以外」の人材育成も重要だと考えている。原子力発電は電気、機械、化学、情報、建築、土木…等々が結集した「総合工学」。それぞれの技術が相互に支え合ってはじめて、安全・安定運転が可能になる。東京大学などは原子力工学というコアの部分に力を入れているが、発電所が集積している福井でやるからには原子力工学だけでなく総合工学としての原子力発電を学んでもらう。多様な分野

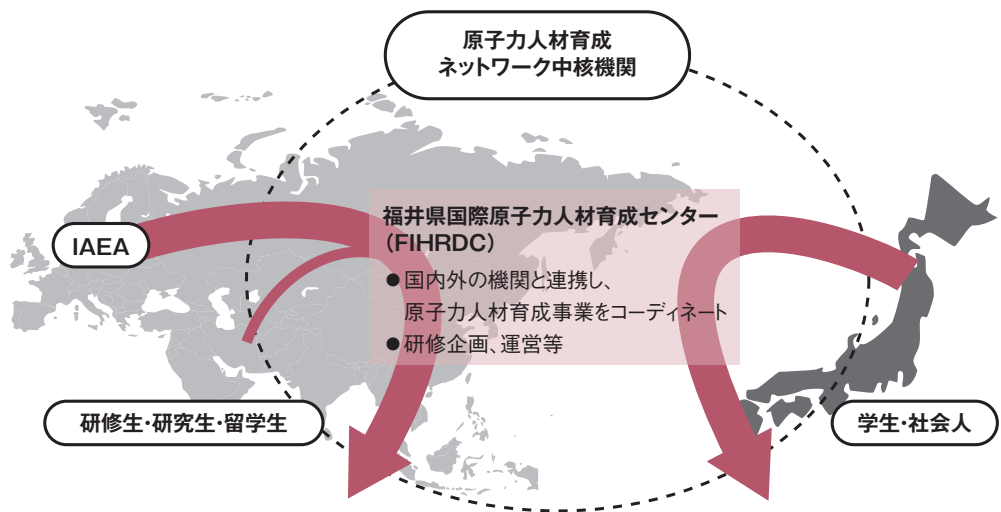
の人材が関わることで原子力の安全性も信頼性も高まるわけで、そこに重点を置くことが、福井ならではの、人材育成だ。

またセンターで教えているのは技術ばかりではない。今や中国やベトナムも地元理解やメディア対応が課題になっており、これまでの福井の取り組みは参考になる、ぜひ教え

てほしいという声も多い。国民の理解獲得に苦慮しているタイやマレーシアは、日本で早く再稼動が進めば、自国での理解獲得もスムーズになるうえ稼動している発電所で学べると、再稼動を待ち望む。

総合工学としての原子力を技術面からも政策面からも、社会とのコミュニケーション面からも学べる福井へ――既に原子力の基礎については自国でテキストも作成するほどに受講生のレベルが上がっているなか、センターとしては研修内容の高度化を図るとともに「わざわざ福井に来て学んでもらう」意義を改めて明確にしていきたい。そして関西電力など事業者に望みたいのは、プラント安全などへの自らの取り組みについて熱意を持って伝えること。それらが福井への学びのリピーターを増やすことにつながると考えている。☒

国内外の研修生等の受入イメージ



きたばた たくや
若狭湾エネルギー研究センター
福井県国際原子力人材育成センター長
大阪市出身。京都大学大学院工学研究科修士課程修了。動力炉・核燃料開発事業団（現・日本原子力研究開発機構）に入り、新型転換炉「ふげん」の安全管理課長や国際

原子力情報・研修センター長（敦賀本部）を歴任。敦賀短期大学で原子力立地県の学生が一市民として原子力に対し健全な判断ができるリテラシーを身につけることを目的に「原子力安全学」の講義なども実践。2014年より現職。
<http://www.werc.or.jp/outline/soshiki/kokusai/>