

安全への取り組みに終わりはなし——高浜発電所を訪ねて



高浜発電所 向かって右手前から1・2号機、左手前から3・4号機

2015年2月13日、雪が舞う早朝、協力会社の人々が出勤する高浜発電所北門前では、関西電力の発電所長以下幹部たちが1枚の紙を配りながら挨拶を交わしていた。手渡されていたのは、高浜発電所が地域の方々に発電所を身近に感じていただこうと1995年より高浜町内向けに定期発行している「高浜発電所だより」の臨時号——2月12日、原子力規制委員会から高浜発電所3・4号機が再稼働に向けて必要な原子炉設置変更許可を得たことが記されていた。2013年7月8日の新規規制基準への適合申請から1年7カ月。ようやく許可が得られたことを知らせるもので、「一緒に頑張っている協力会社さんに感謝し、共有したい」と、翌朝、早朝からの北門前での配布に至ったようだ。

海に囲まれ山懷に抱かれた発電所

若狭湾の最西端、「若狭富士」と呼ばれる秀峰・青葉山を擁し、海側に回ると日本海の荒波が削った「音海の断崖」、巨石にぽっかり空いた「明鏡洞」など、風光明媚という言葉がしっくりくる若狭高浜。駅から内浦半島に向けて海沿いの道を車で走る。半島の付け根にあたる場所、美しい海に囲まれ山懷に抱かれた位置に高浜発電所はある。

2月下旬、高浜発電所を訪ねた。甲子園球場60個分という235万㎡の敷地に4

基のプラントが並び、3・4号機（PWR=加圧水型軽水炉；各87万kW；1985年1月・6月運転開始）は先の臨時号にあったとおり再稼働への準備を推進。1・2号機（同；各82.6万kW；74年11月・75年11月運転）は特別点検を実施中だった。

安全性向上への取り組みはどう進んでいるのか、現場の人々の思いはどうか——それを確かめてみたかった。

海側を守る

東京電力福島第一原子力発電所は、津波で重大事故に至った。同じ津波に遭いながら敷地高により乗り切った東北電力女川原子力発電所の例もある。高浜の場合はどうか？

原子力発電には、タービンを回し終えた蒸気を冷やすために大量の水が必要だ。高浜発電所では、若狭湾側から取水して内浦湾側に放水。いわば東西の海に向かって口が開いているわけで、仮に大津波が発生するとそこから遡上・浸水する懸念もなくはない。

取材当日、あいにくの雨のなか、安全・防災室長の高橋誠二さんが案内してくれた。

取水口側には津波の浸水を防ぐべく、高さ海拔8.5mの防潮ゲートを設置。津波時にはゲートを閉じる。放水口側には、その周りを囲むように、ほぼ2.5m間隔で鋼管杭を打設。地上に見えるのは2.5mだが、地下20～30mまで杭を打ち込み強度を高めているというから驚きだ。この放水口側の防潮堤は海拔8.0mへの嵩上げ工事中で、放水口をぐるりと囲んでいるので、そばに立つと海は見えない。

高橋さんによれば「日本海側はもともと津波の発生は少ないと言われ、高浜も当初想定していた最大の津波高さは2.6m。それを6.7mへと引き上げ、さらに余裕を持たせて

新規規制基準の全体像

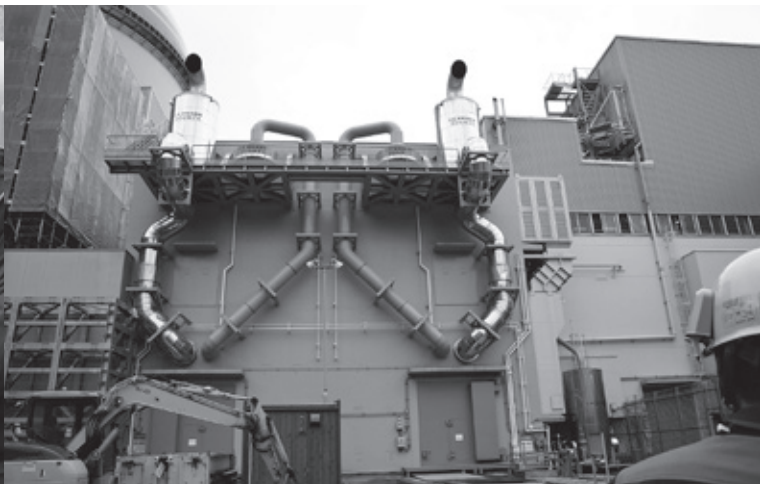
従来の規制基準	新規規制基準
	重大事故（シビアアクシデント）を防止するための設計基準を強化するとともに、万が一、重大事故やテロが発生した場合に対処するための基準を新設
	意図的な航空機衝突への対応……
	放射性物質の拡散抑制対策……
	格納容器破損防止対策……
	炉心損傷防止対策（複数の機器の故障を想定）……
重大事故（シビアアクシデント）を防止するための基準	内部溢水に対する考慮（新設）……
自然現象に対する考慮	自然現象に対する考慮（火山・竜巻・森林火災を新設）……
火災に対する考慮	火災に対する考慮……
電源の信頼性	電源の信頼性……
その他の設備の性能	その他の設備の性能……
耐震・耐津波性能	耐震・耐津波性能……
	設計基準の強化または新設
	設計基準の強化

原子力規制委員会資料（2013.7.3）をもとに作成

放水口側の防潮堤について説明を受ける



構内の津波対策として非常用ディーゼル発電機室の吸排気口を10mほど嵩上げ



高さを決めました」とのこと。

発電所では、それでも津波が防潮堤を乗り越えた場合を想定し、構内にある非常用ディーゼル発電機室の吸排気口の嵩上げや、主要設備の建屋外壁扉37カ所を水密扉に取り替えるなど、さまざまな対策が取られていた。

山側の備えと地震・竜巻対策

海側が津波襲来に備えているのに対し、発電所敷地の山側には、3・4号機背面に地滑り対策が講じられるとともに、森林火災の延焼を食い止めるために4基が並ぶ発電所敷地周囲の森林を伐採し、周囲約2km、幅18mの防火帯が設けられていた。

もちろん地震に対しても従来以上に厳しく見積もったという。これまで連動するはずがないとされていた断層も敢えて連動して動く想定、最大加速度を550ガルから700ガルに引き上げて、配管など必要箇所には耐震補強を施している。

海水の取水設備が頑丈な鋼材ですっぱり覆われていた。側面は厚さ40mmの鋼板で、上面は硬鋼線材の金網——風速100m/sで135kgの鋼材が飛んできても耐えられるという竜巻飛来物対策設備だ。

雨のなかでも人影があちこちに見える。「大規模な土木工事はほとんど終わりましたが、まだ細かな部分の調整などが残っていますから」と高橋さん。工事のピーク時には所員・協力会社員合わせて約3,500人が働いていたが、今は2,500人ほどだそう。

冷やし閉じ込めるための多重の策

原子力発電所の安全の基本は「止める」「冷やす」「閉じ込める」。福島第一でも地震を感知して原子炉は自動的に停止。非常用ディーゼル発電機が自動で起動したが、



重い水密扉を開けると警報が鳴り続け、中央制御室で確認できるようになっている



空冷式非常用発電装置。万一の事故が起きたとき、収束に必要な機器の電力を賄う



大容量ポンプ。海水ポンプのバックアップ用と放水砲の水源にも活用。3・4号機用に5台設置

その後の津波で全電源を喪失、「冷やす」ことができないまま燃料の重大な損傷や格納容器破壊という深刻な事態に陥り、放射性物質を「閉じ込める」ことができなかった。

これを教訓とし、高浜発電所では「冷やす」ための電源を多重・多様に設置した。従来から外部電源を5回線、非常用ディーゼル発電機を各ユニットに2台ずつ備えている

ことに加え、さらに海拔32mの高台には、中央制御室から遠隔操作できる空冷式非常用発電装置を各ユニット2台と、電源車を5台(3・4号機用)配備している。

また、仮に全電源を失っても冷却機能を確保するため、炉心や蒸気発生器など重要設備への給水手段を複数準備するとともに、海水ポンプの代替として大容量ポンプも配備されていた。

高橋さんは言う。「一つ目がダメなら二つ目三つ目……さらに別の方法、また別の方法……と、多重化・多様化は安全対策の基本です」



竜巻による飛来物防護対策として重要設備を頑丈な鋼材で覆っている

万ーに備える

とはいえ、重大事故が絶対に起きないとは限らない。PWRプラントは、BWR（沸騰水型）の福島第一と異なり、原子炉格納容器が大きく、炉心が損傷しても水素爆発の可能性は極めて小さい。しかし万ーに備えて格納容器の破損防止・水素爆発防止のために、格納容器内に、水素濃度を下げる静的触媒式水素再結合装置なども設置。確実に「閉じ込める」ため安全裕度の向上を図っている。

さらに仮に格納容器が破損しても、発電所外への放射性物質の拡散を抑制するための放水砲、海への拡散を防ぐシルトフェンス(垂下型汚濁水拡散防止膜)も配備されている。

放水砲など、まるで機動隊並みの装備だが、構内には消防車も2台停まっていた。聞けば、火災対策として以前から配備しているもので、所内には24時間出動可能な自

幅18mの防火帯



電源車





内部火災対策としての消火水バックアップタンク。
700ガルの地震に耐えられる100tタンクを3・4号機用に6基設置



代替設備による冷却訓練

衛の消防隊員もいるという。

海側から高台まで発電所構内を巡り、広いはずの構内が手狭に感じられるほど、幾重にも対策が講じられており、心強く感じた。

重大事故への対応能力を磨く

ハード面の安全対策に加えて重要なのがソフト面の対策だ。新しい機器や設備を扱うのは人間であり、一人ひとりがどう対応するかが重要になる。

高浜発電所では万一に備え、土日祝や夜間を問わず構内に初動対応要員として70人が24時間常駐することになっているという。加えて48人の所員が6時間以内に参集し、事故対応にあたる。こ

れらの体制を確実なものにするため、斜面の崩落等を想定した徒歩による参集訓練も頻繁に実施。また、空路、海路からの参集もできるよう体制を整えている。さらに、24時間を目処に協力会社の支援要員約150人、同じくプラントメーカーの技術支援要員が約400～500人と、計700人以上が解析等による事故状況の把握や、故障設備の復旧等の支援を行う体制を構築している。

もちろん訓練は参集だけではない。空冷式非常用発電装置や大容量ポンプ等の操作訓練や、事故を想定したプラントの運転訓練、指揮者や通報連絡員の演習など、年間約800回も訓練を繰り返している。昨年夏には「高浜発電所で多重故障により炉心が損傷、放射性物質が放出された」との想定で、福井県と協力して全社原子力総合防災訓練も実施した。

「日々の訓練を通じて、より効率的な動きができるようになった」と高橋さん。常に緊張感を持って訓練に臨み、重大事故への対応能力を磨いているという。3・4号機の再稼働に向けて安全対策はハード・ソフト両面から着実に進んでいるのが見て取れた。



全社原子力総合防災訓練で現場の指揮を執る高浜発電所長（奥側右から2人目）



コンクリート構造物の
強度確認のためのサンプリング



遠隔操作で炉心領域の
欠陥の有無を調べる検査ロボット

特別な点検

一方、高浜1・2号機は2014年12月1日から、40年を超えて運転する場合に必要

となる「特別点検」を行っている。特別点検は、格納容器銅板の塗膜状態の確認、コンクリート構造物の強度や遮へい能力の確認、原子炉容器の欠陥の有無の確認を行うというものだ。

2号機の点検現場を見せていただいた。防護服に着替え、放射線管理区域である原子炉建屋の格納容器内に入る。高さ約80m、直径約40mと、さすがに広い。手前の左右と前方壁際に計3基据えられている蒸気発生器は既に1994年に新しいタイプに取り替え済み。

「運転開始後40年経ったからといって老朽化しているわけでは

ありません。蒸気発生器や原子炉容器上蓋など、より安全性を高めるため既に取り替えています」という高橋さんの説明を聞きながら中心部近くまで歩く。蒸気発生器の上部足場にのぼり、下を見ると、原子炉容器の上蓋が開き、コバルトブルー色に見える水を湛えた炉内が目に入る。検査ロボットが炉心領域の欠陥の有無をチェックしていた。

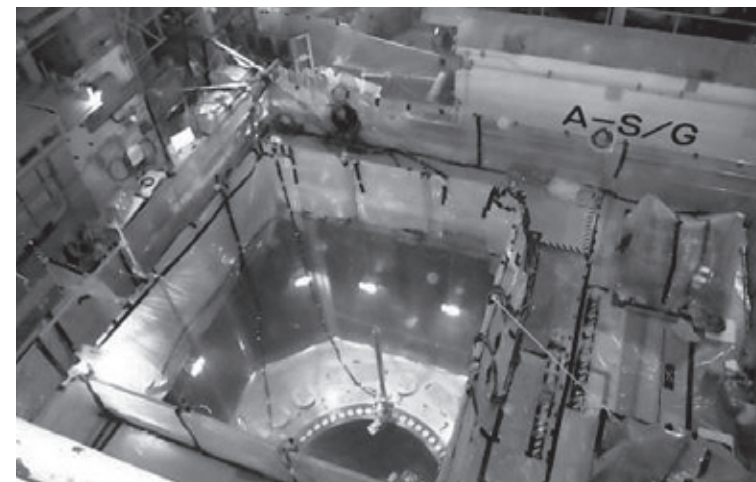
原子炉保修課の担当者によれば、3～4か月かけて行うというこの特別点検は「順調に進んでいる」そうだ。

原子炉建屋を出て、通常の作業服に着替え、タービン建屋に入る。運転中であれば大きな機械音が響いているタービン建屋だが、この日はさほどでもない。発電所が停止中であることを改めて感じた。

実機を動かすことで実力がつく

高橋さんは入社後、最初に配属されたのがここ高浜発電所。まだ3・4号機の建設が

高浜2号機格納容器内。原子炉容器の上蓋が開き、炉内が見える



特別点検の作業状況を確認



決まったばかりで、1・2号機の運転員として経験を積んだ。これまでの会社員人生のうち約3分の2にあたる20年を高浜発電所で過ごしたという高橋さんは、「発電所が動いていない状況は辛い」と言う。1号機は福島第一の事故前の2011年1月から定期検査に入っていて、それから止まったまま。4号機、2号機も順次定検に入り、高浜で最後まで動いていた3号機も既に止まって3年が経つ。

「シミュレータでの訓練も重要ですが、やっぱり実機を動かすことで実力はぐんと上がります。今や現場でも、動いている発電所を知らない世代が出てきている。もっとOJTで技能を継承していきたい」と。

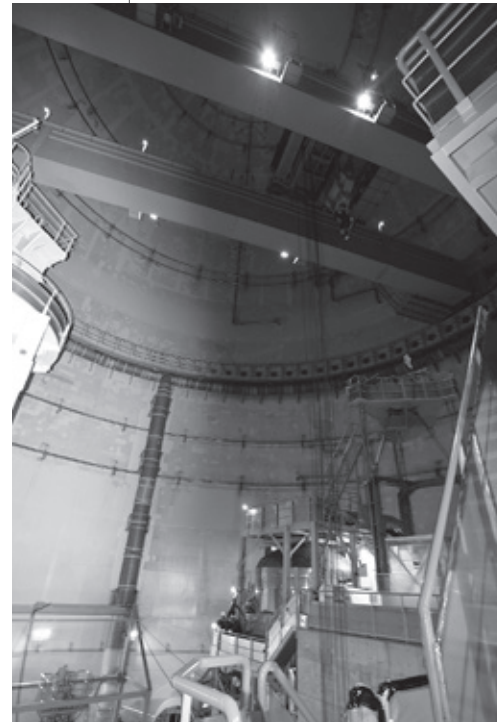
動かない発電所に毎日出勤する人々は一体モチベーションをどう維持しているのか? 「発電所が止まっているため、よく『何もすることがないので?』と言われる」と、高浜発電所で地域とのコミュニケーションを担当する青野力也さんは話す。しかし実際は「係員は重大事故等対処設備の設置・据付、運転員は重大事故を想定した操作手順書の整備を行い、それらを用いた訓練の実施、そして我々は地元のみならずご理解をいただくための活動を行うなど、それぞれの持ち場でやるべきことが山積。所員の意識、モチベーションは総じて高い」という。

一歩前進

先が見えないと閉塞感が増すかもしれないが、高浜発電所は3・4号機も1・2号機も、福島第一の事故後の新しい状況のなかで新たな動きを進めている。

高橋さんに「いよいよ再稼動が近づきましたね」と水を向けてみた。「まだゴールが見えた訳ではない、一歩前に進んだだけです」と抑えた答えが返ってきた。

3・4号機は1年7カ月かかってようやく原子炉設置変更許可が得られたが、再稼動に向けては、機器などの設計内容を記した「工事計画認可」と運転管理体制や保安教育の実施方針などを確認する「保安規定変更認可」の審査、そして機器の性能などを確認



高さ約80m、直径約40mと広い
原子炉格納容器内



整然としたタービン建屋内。タービン発電機が出番を待っている



これからも安全性を高め続ける、と決意を語る高橋さん

する使用前検査が控えている。気を緩めるわけにはいかない状況であることは確かだ。

国の認可だけではない。再稼動には地元の理解も不可欠だ。

「地元地区には、国の原子力規制委員会の許可を得ると速やかに各戸訪問を行い、『一歩前進したね』と励ましの声をいただいた」と、青野さん。高橋さんも「所員たち、そして協力会社のみなさんにも希望が出て、やる気が増したことは確かです」と少し笑顔になった。

地元出身の所員や協力会社員も多いそうで、再稼動を機に地元が一段と活気づけばと願う。

マイプラント・高浜

高浜で原子力安全と向き合い続けて20年、高橋さんは高浜発電所には愛着があるという。

「例えば自分の家にゴミが落ちていれば拾うし、汚れていたら掃除をする。別に誰かに言われたからじゃなく、愛着があるから自ら動く。発電所も同じ。自分たちの手で安全を守りながら電気をつくりだしているプラントは、いわばマイプラントです。それだけに国や周囲から言われたことだけでなく、世界にも目を向けて自ら安全性を高めようと努めています」と。

これまで世界に目を向けた安全対策ができていたかという反省点もある、と言う高橋さんは「規制基準への適合だけでなく自主的・継続的に、今できる精一杯の安全対策を講じ、安定して発電することで社会の役に立ちたい。そのために、これからも協力会社と一体となって、地元の理解を得ながら再稼動に向けて全力を尽くしたい。そして1・2号機も日本で初めて特別点検に踏み切ったプラントなので、引き続き40年超プラントの先駆けとしてリードしていける発電所でありたい」。マイプラントを見つめながら、そう結んだ。【**躍**】

構内では至る所で金属探知器によるチェックを受ける

より安全性を高めるため、1994年に取り替え済みの蒸気発生器



●原子力と地域への視点

半世紀に及ぶ「自治の実践」と新たな覚悟

井上武史 福井県立大学 地域経済研究所 准教授

福島第一原子力発電所事故後の2012年夏、原子力をめぐり「国民的議論」がなされたが、ほとんどは大都市で開催され、議論の内容も消費者目線のもの
が大部分。供給側の現実とのズレを感じざるを得なかった。一方で、私たち地元も消費地の心情を十分理解しているとは言い難く、乖離を埋めていかないと議論も噛み合わないと感じた。

その意味で事故後、福井県にある原子力PR施設に、関西などからの見学者が目立つようになったのは好ましい。初めて来た人から、「発電所の周辺はもっとピリピリした雰囲気かと思った」という声をよく聞いた。発電所のそばで普通に日常生活を営んでいるのが意外だったようで、地元の空気に触れてもらえたのは意義深い。

福井県内に原子力発電所が建設され始めたのは高度成長期の1960年代。当時、日本各地が大規模工場誘致による経済発展をめざしており、原子力発電所もその一環として進められた。しかし80～90年代になると、原子力の「異質性」が目立つようになった。一つは、一般的な産業と異なり放射線の安全対策が必要なこと。もう一つは、多くの産業で生産拠点の海外移転が進み地域経済が疲弊するなか、原子力は国策のもと運転を続け立地地域は安定的に発展したこと。それが、「交付金で潤っている」「原子力に依存している」と批判的に論じられる一因になっている。

もちろん立地自治体が「国策への協力」によって交付金を得ていることは事実だ。しかし立地地域には、当事者として試行錯誤しながら原子力と主体的に関わってきた「自治の実践」の歴史がある。とりわけ福井県は、

推進一色でない県民の理解を得るため最大限の努力を独自に重ねてきた。発電所の事故・トラブルという試練を身近に経験し、地域の目線で安全に向き合ってきた。同時に原子力との共存共栄でも、関連産業や研究施設の集積、人材育成など、取り組みの幅を拡げている。

現在、国が進める「地方創生」は、地域の特性や内なる資源を生かした産業育成を標榜している。福井をはじめとする立地地域にとって原子力はまさに地域資源。原子力を軸とした新しい独自産業の形を考えることで、他地域とは違う付加価値をつけられる。

とはいえ、福島第一の事故を機に環境は大きく変わった。国のエネルギー政策も原子力を重要なベースロード電源と認めながらも依存度を低減する方向が出されている。福井県には運転開始から40年を超える炉も多く、立地地域はこうした現実を見据え、長期的な視点で地域を再設計していく必要がある。

福井県の主な原子力施設



例えば事故後注目されている再生可能エネルギーによる地域づくりも選択肢の一つだ。原子力と再エネは二者択一のように論じられがちだが、決して対立するものではない。うまく共存し相乗効果を発揮させることが立地地域ならではのスタイルになれば、むしろ強みが増す。

特に立地地域に望みたいのは、もっと原子力を客観的に捉えることだ。私自身もそうだったように、立地地域は長く発電所と共存してきたので、どうしても原子力がないと困ると考えがち。しかし、極論を言えば「原子力なしでも生きていけるシナリオ」——そのシミュレーションがあってもいい。それは地域としての覚悟の話。新しい地域づくりへ、思考を前に進めるには、極端なケースも視野に入れながら、改めて原子力と向き合うべきだ。

また電力会社に望みたいのは、立地地域と消費地の接点を広げる一翼を担っていただきたい。福島第一の事故により、立地地域の周辺自治体から原子力に対する関心が高まっている。周辺自治体は、立地地域と消費地の中間に位置し、両者をつなぐ橋渡しの存在だ。周辺地域で原子力への理解が深まれば、やがては遠隔の消費地にも波及する可能性がある。原子力への理解のギャップを埋めて国民的理解を得るためにも、周辺地域に向き合ってほしい。

再稼動となると、立地地域の実情をあまり正確に理解されていない人が、命とカネとどちらが大事だと言われるが、それは違う。立地地域が自ら率直に自治の実践の歴史を語るとともに、電力会社も安全への弛みない取り組みをきちんと語っていくことを望みたい。



いのうえ たけし
福井県立大学 地域経済研究所 准教授
(都市政策論・地方財政論)
1971年福井県生まれ。福井県立大学大学院経済・経営学研究科博士課程修了。敦賀市役所入庁。税務課、財政課、企画調整課勤務を経て、2007年福井県立大学

地域経済研究所助教、09年講師、14年より現職。著書『原子力発電と地域政策―「国策への協力」と「自治の実践」の展開』『原子力発電と地方財政―「財政規律」と「制度改革」の展開』、共著『持続性あるまちづくり』など。
http://fpuinfo.fpu.ac.jp/fpu/system/php/faculties_open/showone.php?id=inoue

福井県の原子力安全の取り組み

福井県独自の組織・人員体制をつくり、国や電力事業者を厳格に監視

■自らの技術的専門知識を蓄積。迅速な通報連絡・情報公開・立入調査などを実行

- 全国に先駆けて原子力の専門職員を採用（1972年）
- 全国初の「原子力安全対策課」を設置（1977年）。現在、全国最多22名の専門職を配置
- どのような軽微な事象についても、絶えず電力事業者から報告を求め、県が直接、住民に状況を説明
- 原子力の課題を技術的観点からチェックする「福井県原子力安全専門委員会」を設置（2004年）
- 県議会では原子力に関する特別委員会を設置（1962年）し、様々な原子力課題を集中審議
- 高経年化、もんじゅ、プルサーマルなどの課題に全国で最初に直面し、国民理解を得ながら課題を解決
- 県、関係市町、各種団体等からなる「県原子力環境安全管理協議会」で、定期的に運転状況を確認し、課題を協議

■独自の放射線モニタリング・情報ネットワークシステムにより、発電所周辺の環境を徹底監視

- 原子力環境監視センターが空気中の放射線量を24時間監視（モニタリングポスト80カ所は全国最多）
- 発電所の運転状況や放射線情報を県民に公開する原子力専用のネットワークシステムを整備

福井県の提言が、電力事業者の安全対策や国の安全規制に反映

■様々な事故やトラブルを経験。これを安全対策の充実強化に反映

■福井県の提言により強化された安全ルール

- 事故やトラブル情報を地元自治体に通報・連絡するルールを確立
- 運転年数が30年を超えた原子炉の安全対策（高経年化対策）の充実強化
- 発電所ごとの国の保安検査官の常駐 など

「福井では福島原発のような事故は決して起こさせない」覚悟で迅速に対処

■発電所の安全性を徹底的に高めるよう国や電力事業者に強く要請し、これを実現

出所:2012年4月14日、福井県知事が経済産業大臣に提出した資料をもとに作成(抜粋)

●原子力と社会のコミュニケーション

予定調和でない議論と プロセスを踏んだ合意形成を

篠田佳彦 若狭湾エネルギー研究センター 主任研究員

人々が原子力や放射線をどう見ているか。もともと原子力技術者である私が、社会科学の手法で意識調査を行っているのは、データをもとに根本原因を探り解決策を導きたいと考えてのことだ。スタンスとしては原子力を推進という姿勢を一旦脇に置いて、中立であることを心がけている。特定の立場に立ってしまうと、物事の片面しか見えなくなりがちだ。中立であろうと心がけることは原子力に関するコミュニケーションの場の設定や運営においても極めて重要だと考えている。

私が関わった調査として、首都圏住民を対象に2007年から14年1月まで毎年実施した「エネルギーと原子力に関する定期意識調査」がある。それによると例えば原子力発電の利用について、首都圏住民は福島第一原子力発電所事故の前までは利用すべきという意見がほぼ40%以上、やめるべきは10%台だったのに、事故後は大きく逆転。戦争や革命でもない限りあり得ないような劇的な意識変化が見られた。事故直後はともかく、通常、事故等の影響は次第に薄れ数値もやがて元に戻る傾向があるが、今回の意識変化は事故後3年経過してもそのままだ。

ただ、原子力の有用性自体を否定する意見は、今もさほど多いわけではない。「不安はあるが必要だから仕方がない。但し将来的にはどうか」というのが、多くの人のスタンスではないだろうか。

留意すべきは、電力会社や原子力行政への信頼が大きく損なわれたことだ。福島第一の事故前は、市民の側も「お任せ主義」――専門家に判断を任せ、何もなければ原子力への信頼性は高まっていたが、事故によりその

構図は崩れた。今後は市民が自ら考えるという姿勢が大事。原子力を推進する側が積極的に信頼獲得への努力を続けるとともに、原子力やエネルギーの今後について、どのようにみんなで議論し合意を形成していくか、その方法論を構築しないといけない。

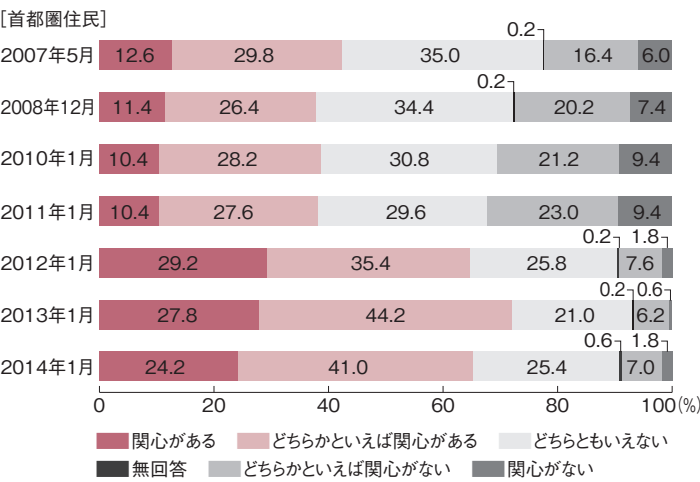
推進する・しないといった立場は一旦置いて、討論の場を設けてはどうか。予定調和でない話し合いの場が必要だ。最初から推進ありきという姿勢で相手を説得することは、長い目で見ると得策ではない。推進したい側が誠意を持って倫理的に物事を進めない限り、信頼は取り戻せない。

以前は、「原子力の知識がないから反対するのだ。教えることで安心してもらえる」と考えて取り組むことが多かった。その意識を改めなければならない。自分が立地地域に住んでいたらどう感じるか？ 相手の立場で物事を考えたとき、共感できるかどうかが鍵になる。

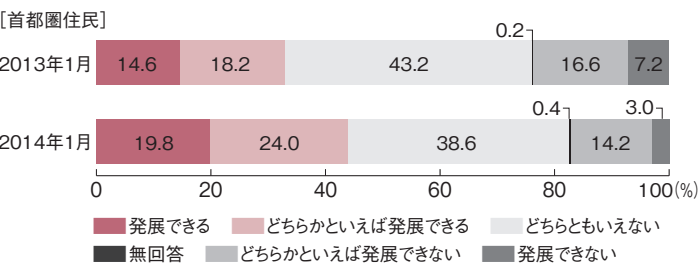
それは、原子力発電所の再稼働に向けた話し合いでも同様だ。合意形成のプロセスにもう少し手をかけるべき。敦賀・若狭などの立地地域では、原子力に馴染みもあり、比較的冷静な話し合いができるだろう。但し今後難しいのは、これまで深くコミュニケーションしてこなかった地域の人々との話し合いが増えること。時間はかかるだろうが、「急がば回れ」ということも弁えたい。

推進側は原子力の有用性や必要性を強調するが、それを言い過ぎるのも逆効果だ。必要性は各自が自ら認識するものであり、たとえ誠実に伝えても、強調しすぎると逆に疑念を持たれかねない。安全性についても、「安全が担保された原発の再稼働を」と言われるが、安全を担保するというよりも、むしろ「危ないことを最小限にする」

Q 原子力発電に関心がある？ それとも関心がない？



Q 原子力発電がなくても日本は経済的に発展できる？ それとも発展できない？



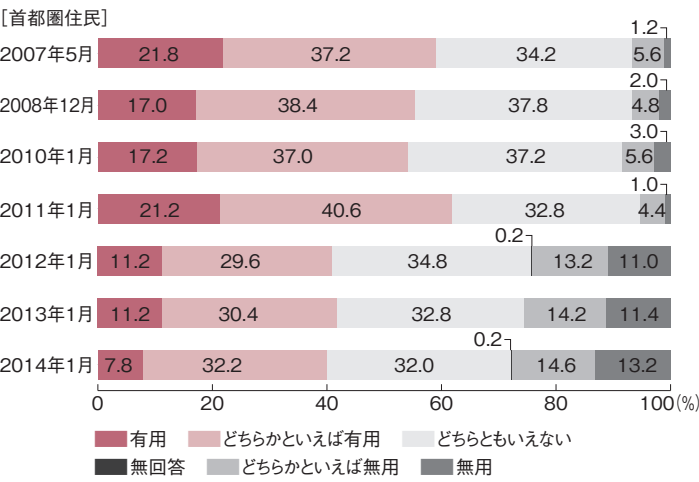
という覚悟で取り組み、それを担保するしかない。

原子力にはベネフィットもあるがリスクも伴う。トレードオフの関係下で、リスクを選択するかどうか。人間は、それを自分で判断したいものだ。選択や判断はリスクから切り離すことはできない。意見を封じ込めて合意をとりつ

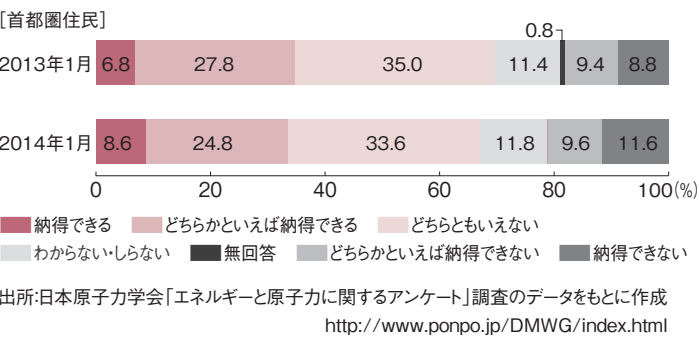


しのだ よしひこ
若狭湾エネルギー研究センター
研究開発部 エネルギー開発グループ 主任研究員
1984年東京工業大学大学院総合理工学研究科修士課程修了。動力炉・核燃料開発事業団（現・日本原子力研究

Q 原子力発電は今日の社会や人々の生活にとって有用？ それとも無用？



Q 原子力発電が地球温暖化対策に 有効なエネルギー源であることに変わりはない？



けても、後で何か起きると却って不信が高まる。わだかまりなく推進できる環境をつくっていくことこそ大事だ。

原子力への信頼を回復する特效薬はない。原子力に携わる側が自ら意識を変えていけるかどうか。すべてはそこにかかっている。【躍】

●ヒューマンエラー対策

ヒューマンエラーに強い 人間工学的設計と組織風土

松井裕子 原子力安全システム研究所 副主任研究員

人間の活動するところ、どこでもヒューマンエラーは起こり得る。些細なミスが重大な結果を招くこともあり、ヒューマンエラー対策は極めて重要だ。ヒューマンエラー防止には、人間と機械、それらを取り巻く環境に対する観点が不可欠だ。

エラー防止への個人の向き合い方としては、まず人間は自分も含めて誰でも失敗するものだという認識を持つことが第一歩だ。その上で、人間がどのようなときに失敗しやすいか、さらに自分の失敗傾向を知ることが大事だ。自分も含めて失敗しやすい場面や状態を把握していれば、「ちょっと危ない状況だから慎重になろう」「人に頼んでチェックしてもらおう」「ここは危ないから改善しよう」といった対応につながるし、周りの人の危険な状況にも気づきやすくなるだろう。

ある会社では、作業者のエラーがいつ、どのような状況で起こったかを集計し、結果を個人ごとにフィードバックした。「あなたはこういうときにミスをしやすい傾向があるようですが、気づいていますか」と面談により指導をした結果、エラーの発生率は低下したという。

ただ、ヒューマンファクター研究では、個人的要因よりも作業環境や組織的要因に着目する。個人の努力だけに頼るのではなく、誰がやってもミスをしにくくなるように、ミスをしても災害や事故に結びつけないようにするために、設備などの作業環境の整備や背後の組織やマネジメントを重視している。

設備面では、原子力の分野では、古くから人間工学に基づいた対策にかなり注力してきた。特に、79年にアメリカで発生したTMI事故では、中央制御室で警報ラン

プが百個以上も一斉に点滅し、警報音も一斉に鳴り響いて運転員に正常な判断をさせにくくしたり、重要な警報がわかりにくかったり、制御盤の計器の配列も見にくいなど、人間と機械の接合面であるヒューマンインターフェイスに関する問題点が多く指摘された。これを教訓にその後、重要な警報がわかるような警報抑制システムが導入されたり、制御盤の計器やスイッチの配列も誤認や誤操作をしにくいよう工夫されるなど、人間の特性を踏まえたさまざまな配慮がなされている。

関西電力の発電所でも、例えばツインプラント——同じ仕様のプラントが同じ敷地内にある場合、号機の取り違えが起きやすい環境だったが、色分けした標識や音声での案内などサインシステムの改善により、間違いにくい環境になった。

組織面では、原子力発電所のような高い安全性が求められる組織の特徴を整理すると、ビジョンの共有や率直な話し合いと情報共有、良好な人間関係といった、組織内の人や情報の関係性に関する要件と、管理層の安全への取り組み姿勢や管理者による職場環境整備といった組織の上位者に関する要件が複数出てくる。

ヒューマンエラーに強い組織をつくるためには、日頃からコミュニケーションしやすい、現場が意見を出しやすい雰囲気が醸成されていることが大切だ。電力会社と協力会社間のコミュニケーションも同様だろう。そのためには、組織の上位者になるほど想像力を働かせ、現場から目に見える形で安全を重視する姿勢を示し、かつ実際の進め方は現場に任せる。そのような上位者の姿勢を直接的、間接的に感じることによって、現場の志気も高まり自主

高い安全性が要求される組織の理想像の要件

(1) 安全のためのシステムティックな構造基盤を整備する	- 安全を確実にするために、経営資源および構造基盤を提供 - 不測の事態時に、適切な人および経営資源にアクセス可能 - 仕事に必要な知識を教えるため、適切な訓練・ツール・支援を提供 - 職責にふさわしい人材の登用と権限委譲 - 安全システムを開発し、配置し、使用する
(2) 共有のビジョンを持つ	- 生産性と安全性の競合を従業員とともに対処 - 自分たちの活動が、外部の関係者にどのような影響を及ぼすか考慮する - 共有できる目的を創造しそれを追求する - より広い文脈や全体像および長期的な観点から物事を見る
(3) 管理層は安全性の改善に真剣に取り組んでいる	- 経営層は安全を重視する - 組織または管理者は、安全上の問題がないか注意を払っている
(4) 率直に話し合い、情報を広く共有する	- 日常的に従業員またはリーダーからフィードバックがある - 従業員は問題解決・状況把握のため、普段から集まり、率直に話し合う - 安全に関する事柄に対して疑問を持ったり、届け出たりする - 普段も不測の事態の時も情報を広く共有する - 組織内では上下間および横の情報連絡を良くする
(5) 環境の変化に応じて、ふさわしい修正や改善を行う	- 組織は、作業計画と計画を実行するために効果的なコントロールを実施 - 変化に対応する時に、柔軟性と適応性を示す - 変化を認識し、それを手続き、機器、および訓練プログラムに反映する - プロセスやシステムや文化に対し、継続的に効果的な修正や改善を行う
(6) 問題の原因追究を行い、ミスや失敗から学ぶ	- ミスや失敗から学ぶ - 問題の起こった状況や原因を徹底的に把握するように努める
(7) 管理者は良好な関係と職場環境をつくり出す	- 上司は部下を支援し指導する - 上司は部下を信頼し尊重する - 管理者は自身の行動によって良い環境をつくり出す - 管理者のオープンなコミュニケーション
(8) 職場の人間関係が良好である	職場の人間関係が良好である
(9) 従業員は、一個人として業務に必要な役割をこなす	- 従業員は、精神的に安定している - 従業員は、担当業務に必要な知識・技能・経験、自信、責任感を持つ - 従業員は、保守的な意思決定および行動をする

出所：INSS JOURNAL Vol.18、p.35の表をもとに作成

的に安全を追求するようになる。

機器の違和感や刻一刻の状況変化を最も敏感に察知できるのは第一線の現場の人たちだ。普段から些細な気がかりについても話し合う関係があれば、非常時にも必要な情報が伝わりやすくなるだろう。

福島第一原子力発電所の事故を経た

今、不測の事態が起きたときに人間がどのように反応し対応するかを調べておくことは重要だ。例えば、原子力発電所では通常、マニュアルに沿った対応が求められる。しかし万一のときには、事態を収束するためマニュアル外の対応が必要になることもある。普段マニュアルに従うことを強く求められる人々が、いざというときマニュアルから離れ、自分たちの知識を総動員して判断し、新しいやり方を考えることができるかどうかは気になるところだ。

不測の事態への対応は訓練で培うのが有効である。最近では予めトラブルの内容を知らせないブラインド訓練も始まっている。シミュレータを用いた運転員の訓練も、より過酷な事態を模擬した訓練が行われるようになっていく。但し、事故のパターンはいつも同じではないし、すべてマニュアルどおりにはいかないこともあり得るので、どのような訓練を行うか一層工夫していくことが必要だろう。

関西電力でも安全文化の醸成に努めている。トラブルや事故をきっかけに始めた対策や取り組みが、日常の活動のなかに根づき、当たり前になることが理想の姿。より高い安全性を追求する組織風土づくりに全社を挙げて取り組んでほしい。



まつい ゆうこ
原子力安全システム研究所 社会システム研究所
ヒューマンファクター研究センター 副主任研究員
大阪大学人間科学部卒、同大学院人間科学研究科博士
課程修了。博士（人間科学）。2000年原子力安全シス

テム研究所入所、04年より現所属。専門は認知心理学。
主な研究テーマは、クロスチェックや指差呼称などの確認
方法の有効性の検討、サイン表示の研究など。
<http://www.inss.co.jp/>