

東日本大震災に思う

原子カムラ 一村民の無念と反省 そして希望 (12・3・17)

太組 健 児 (昭24・理)

昭和二十四年に卒業して、私は京都大学理学部物理学教室に入った。定員三十五名のうち十七名が三高出身者で、高校生活の気分が長く残ったままであったように記憶している。前年に湯川博士がノーベル賞を受賞され、なんとなく受験したのであるが、入ってみると三高での秀才の誉れ高かった学友が多く、自分には素粒子論など論外だと思ひ至り、原子核物理実験の講座を志望することとした。

当時、原子核物理実験の講座は荒勝文策教授が指導されており、自分なりに胸を膨らませてご指導を受けることにした。

ご承知の方も多いと思うが、戦時中、東京では理研の仁科芳雄先生が陸軍の委託研究(二号研究)を指導され、荒勝研究室は海軍の委託研究(F号研究)を受託してエネルギー

利用の応用研究を進められていた。戦後、理研のサイクロトロンが進駐軍に接收され東京湾に沈められたことは有名な話である。

広島に新型爆弾が投下され、荒勝研究室から二度に亘って放射能測定器を携えて広島現地を調査して、新型爆弾が強力な放射能を発するいわゆる原子力爆弾であることを突き止められた。そのような荒勝研究室で放射能測定方法について勉強することにした。

卒業後、三年あまり研究室でぶらぶらしていたところ、日立製作所よりの求人広告が教室前に掲示された。これは二年前に国連で行われた米国アイゼンハワー大統領の「Atoms for Peace」演説に刺激された日本国内外での原子力研究開発の機運の高まり、ならびに国内で認可された原子力研究開発予算（二億三千五百万円）と期を同一にするものであり、国内での電力会社、重電機会社などにおける人員増強意欲によるものであった。

こうして原子力予算関連の中途採用の第一号となり、国分寺市の日立製作所中央研究所での研究生生活が始まった。これが四十年に亘る、私の原子力ムラ住人としての生活が始まることとなった経緯である。

当時、日立の中央研究所には、β線スペクトロスコープが設置されており、放射能測定技術についても若干の技術蓄積があった。研究室は神原豊三博士（後に発足直後の日本原

子力研究所に向向され、国内第一号の原子炉「RR-1」の起動試験を指揮された）を研究室長として、七、八名の小規模の研究集団であった。研究所は三万坪をこえる広大な敷地に研究建屋が点在する絶好の恵まれた環境であった。

研究室は驚くほど自由な雰囲気であり、特に課題を指定されるでもなく、自由に自分の研究テーマを選ぶことが出来た。私は当時国内にはなかったγ線用のシンチレーション・カウンタの試作、応用を手がけたが、当初は外国文献の調査から手がけた。勿論同時にアルファ線、ベータ線、中性子線用の検出器についても広く調査した。

次に手がけたのは、実際の原子炉において検出器が如何に適用されているかを調査研究しこれらの研究結果をまとめて東京大学工学部に学位請求論文を提出し、工学博士の称号を取得した。同じころ放射線取扱主任者の国家資格も取得した。この資格の取得第一号は荒勝先生退官後を引き継がれた木村毅一教授であり、実際に私の日立製作所への推薦状を書いて下さったのは木村先生であった。先生は当初、関西所在の企業を選ぶように薦められたが、適当な企業からの募集は無く結局日立への推薦状を書いて下さった。

当時、原子力畑への企業進出意欲はすさまじく、日立、三菱、東芝、富士電機、住友の各社がそれぞれ企業グループを形成し、各々の力を充実させつつあった。正しく競争と協

調の時代であり、日立グループとしても独自の教育訓練用原子炉を保有しようと、100 KWの原子炉の設計を、茨城県日立市の日立工場における原子力設計グループが手掛けることになった。設置場所は、東急グループが保有していた川崎市王禅寺の地所を買い上げ、新たに中央研究所の王禅寺支所が発足した。原子炉の保有・運転のためにはグループの別会社東京原子力産業研究所が設立され、私は中央研究所王禅寺支所の研究者として、日立工場からの設計書を照査・承認する立場になった。また完成後の原子炉を運転・保守するための高卒新人七名の教育を任され、原子炉が完成し運転するまで関与することになった。当然のことながら原子炉の起動試験、ならびに原子炉を使用しての実験に携わり、お陰で国家資格である原子炉運転主任者資格を取得する幸運にも恵まれた。

この資格は筆記試験のほかに、実際に運転経験を持つことが要求されるもので、免状も筆記試験合格の免状と、完全な主任者資格免状と区別されており、メーカの間には得がたいものである。この資格免状の第一号は先に記述した神原豊三博士であり、筆者は大変に恵まれた環境で育ったと思わざるを得ない。

その後、電力会社による原子力発電所導入機運の高まりと共に、昭和四十三年茨城県の日立工場に転勤となり、原子力発電所設計のうち「計装制御・運転計画」を担当した。

実際に担当したのは、中国電力の島根原子力第一号発電所と、東京電力福島第一原子力発電所第四号機とであり、この二機については設計の初めから最後までを担当し現地にも何度も足を運んだことは鮮明な記憶として残っている。

昭和五十八年には(財)原子力発電技術機構(NUPPEC)に出向し、平成七年に退任するまでの十二年間、役員として主に原子力発電所のシステム・機器の信頼性実証試験を担当させて戴き、四十年に亘る会社生活を終えた。

退任後現在に至るまで、原子力関係技術者OBを中心とする「エネルギー問題に発言する会」に参加し情報の陳腐化を防ぐように努めている。

以上は私が原子力ムラの住人であることの経緯であり、この経歴を隠す心算は無く、自らの経歴のままに、東日本大震災に立ち向かい、何が間違っていたのかについて反省し、今後の日本社会において原子力発電所は如何にあるべきかを自らに問い、自らの知見を少しでも役に立てられたらと念じながら過ごす日々である。

いよいよ本論に入ろうと思う。事故発生経過の詳細は各種の報道や報告書に詳述されているのでここではそれを抜きにして 考え方を中心に進めてゆきたい。

一、原子力発電所の安全は、如何に考えられ設計されているか。

原子炉の運転中になんらかの原因で異常状態になったときの対応として「止める」「冷やす」「閉じ込める」が基本であり

深層防護 (Defense-in-Depth) の安全哲学がベースになっている。

一層目 異常の発生防止 (通常系)

二層目 異常の拡大防止 (防止系)

三層目 異常の影響緩和 (緩和系)

四層目 過酷事故対策

五層目 防災対策 (放射能汚染に対する避難計画等を含む)

二、東電 福島第一原子力発電所の事故は、如何にして起こったのか。

勿論異常状態の最初の引き金は三月十一日十四時四十六分に発生したマグニチュード9.0の巨大地震であり、運転中であった一号機、二号機、三号機は異常を感知して直ちにスクラム(緊急停止)が自動的に行われた。すなわち

・ 「止める」機能は完全に働き、運転中の原子炉はすべて正常に停止した。

・ 「冷やす」機能も 当初は設計通り機能したが、地震により外部からの給電用の鉄塔が倒壊し、引き続き発生した「つなみ」により、当初正常に起動していた非常用ディーゼル発電機が途中で機能喪失し、「発電所全電源喪失」(Station Blackout)状態に陥った。原子炉の運転が停止しても、燃料棒は約5%の余熱を発生し続け、冷却を続ける必要がある。

「冷やす」機能が失われて燃料棒が過熱し、メルトダウン・メルトスルー状態となり過酷事故に至った。すなわち燃料棒・燃料集合体は溶けて炉心を保護する圧力容器内に落下し、一部はさらに圧力容器の下部を破壊して溶け落ち、格納容器の底部に溜まったと考えられている。すなわち過酷事故の発生である。溶け落ちた燃料物質がその場で再び臨界状態にならなかったのは僥倖といわざるを得ない。

五号機、六号機は定期点検中であつたが、燃料棒は炉心に装荷されており、正常に冷温停止状態に至つて事なきを得ている。

当初問題視されたのは同じく定期点検中であつた四号機で、運転は停止していたが燃料体はすべて原子炉建屋五階にある使用済み燃料プールに取り出されていた状態であつた。すなわち四号炉の燃料体は原子炉容器内でも、その外側の格納容器内にあつたわけでも

なく、ある意味では裸の状態で保管されていたわけで、事故後、米国の原子力規制委員会（NRC）は最も危険視していたと言われている。幸い四号機の燃料プールの冷却機能は失われず燃料メルトダウンにいたることは無かった。若し四号機において燃料のメルトダウンが発生していたら、チェルノブイリと同等もしくはそれ以上の放射能の拡散が生じて、住民の退避も現状の範囲では済まなかったであろうと思われる。事故の詳細な記述は、各種の事故調査報告書などにされているので、ここではこれ以上触れないことにしたい。

三、緊急事態における情報の伝達、指揮命令系統は機能したであろうか？

わが国では、一九九九年九月三〇日に発生したJCO（住友金属鉱山の子会社の燃料加工工場）における国内初の臨界事故により、作業員三名のうち二名が死亡し、一名が重症になったことを記憶しておられる方も多いであろう。この事故に際して、情報が速やかに正しく伝わらず指揮連絡機能がうまく機能しなかったことを受けて、原子力災害における指揮命令・情報伝達機能が正しく迅速に働くように、原子力発電所設置県には、オフサイトセンタの設置が義務づけられた。

福島県の場合、第一発電所から約5kmの大熊町に設置されていたが、地震により建屋そ

のものが使用できず、代替の福島県相馬合同庁舎も使用できず、福島県庁に機能を移して対応したが、本来求められていた通信機能は殆ど失われ、オフサイトセンタとして対応出来なかったと言うのが実態であった。

オフサイトセンタでは、原子力防災専門官が駐在して、センタの立ち上げに始まって、緊急時対策支援システム（ERSS）ならびに緊急時迅速放射能影響予測ネットワークシステム（SPEDI）の起動運用が重要な役割に指定されている。今回の場合、それらが機能せず、特にSPEDIの情報が一部得られていたにもかかわらず、その情報の存在そのものが官邸では把握出来ておらず、住民の退避に適用できなかったことは、不必要に多くの被爆者を生じさせ、今尚多くの避難者を本来の故郷の地を離れさせている要因の一つになったことは、極めて残念なことと言わざるを得ない。

わが国のような先進国において、このような事態を防ぎ得なかったことは、多少とも発電所の設置に係わったものとして残念無念と胸を痛める日々である。この無念さを如何にして次世代に教訓として残し、伝承してゆくべきかが問われていると思っている。

四、今回の事態に至った要因は何であろうか？（極めて個人的な感想）

なによりも先ず、四層目に示した過酷事故対策が決定的に不足していたと言わざるを得ない。いわゆる原子力ムラにも厳然とした縦社会が存在する。勿論そのトップに君臨するのは「官」であり、「産」はその下に位置する。産の中では設置事業者の発言力が強く、大会社と言えどもメーカーや建設業者は設置事業者には物申せない場合が多い。

先に記述したように、私は当時の通産省の管理下にあった(財)原子力発電技術機構(NUPREC)に出向し、十二年にわたり、原子力発電所関連の機器の「信頼性実証試験」の各種のプロジェクトに携わってきた。溶接部等熱影響部信頼性実証試験がそれらの中心であったが、その一部として実施した「原子炉格納容器信頼性実証試験」においては、各種の過酷事故を想定して、BWR型、PWR型それぞれについて、たとえば水素燃焼試験によつて格納容器が十分に耐えることが出来るかを実証したが、現在論議されている水素爆発の発生条件での試験は許されず、米国、ロシアにおける爆轟試験の結果を調査して報告することに留まった。従つて、如何にすれば過酷事故の場合に燃焼、爆燃にとどめ、爆轟に至らぬようにするかの方策を提案するに留まらざるを得なかつた。

さらには過酷事故の発生から、その後の経過をシミュレートするシステムの開発を著名な大学教授の提案の元に新しいプロジェクトとして提案した場合には、そのような事故に

至ることは無いので不必要であるとの電力業界の激しい抵抗があり、プロジェクト立ち上げに大いに苦勞した記憶がある。この当時電力業界には、過酷事故の発生は確率は極めて低く、その対策は不必要であるとの空気が充満していた。従って過酷事故対策（シビアアクシデント・マネージメント）のプロジェクトも殆ど拒否される空気であった。

今回の事故後、福島第一発電所に襲来する津波の高さも、十五メートルを超えるとの予測計算もあったが、確率が小さいと無視されたとの報道もある。さらには今回のような発電所の全電源喪失事故（STATION BLACKOUT）は考える必要は無いと、原子力安全委員会の安全基準からもはずされていたことが明らかとなったが、これらはいずれも電力業界からの申し出をうけて、基準から外されたといわれている。

私は隠れも無く、原子力ムラの一員であり、こうした過酷事故対策不要論に痛烈な反省を有して居り、二度とこのような事態に立ち至らぬように、この高価な教訓を次世代にひきついで行かねばならぬと切実に願っている。

運転員の訓練においても同様なことが言える。正規の運転員となるためには、運転訓練センターにおいて相当な時間の訓練を受ける必要があるが、訓練センターの原子炉シミュレータには、通常運転において発生が考えられる異常事態を人為的に発生させて、その場合に取るべき対応措置について訓練を受けるのであるが、この場合にも、過酷事故を想定した

機能は含まれておらず、今回の過酷事故においては、運転員はなすすべなく経過を見守らざるを得なかったであろうと想像される。いずれ現在進行中の「事故調査報告会」（民間、政府、国会の三委員会）において明らかに becoming するものと期待している。すでに柏崎市にあるBWR訓練センターのシミュレータには過酷事故対策用のコードが導入されたと聞いている。

五、今後におけるエネルギー需給のあり方について

今回の事故を受けて、エネルギー需給についての議論も活発である。脱原子力発電論議を声高に論じる人が多い中、政府としてもエネルギー需給バランスを如何に構築してゆくかが問われている。いわゆる再生可能エネルギー（風力発電、太陽光発電、太陽熱発電、地熱発電など）へのシフトの論議は当然のことであるが、果たして日本において原子力発電に全く頼らない需給バランスが可能であろうか？

良く引き合いに出されるのが、事故後ドイツが早々と原発依存からの脱却をきめたことであるが、ドイツでは再生可能エネルギーは全量を電力会社が固定価格（それも相当高価）で買い取ることが義務付けられており、再生可能エネルギー開発に弾みがついたといわれ

ているが、価格自体の見直し論議もあり、今後の経緯を見守る必要がある。

ドイツは日本と違い、ヨーロッパ大陸の中央にあり、国外からの電力の輸入も可能であり、フランスの原子力発電で余った電力を輸入しているという現実がある。わが国は島国であり、どこかの国と連携線を持つことは、技術的には可能かもしれないが、膨大な投資による連携線（高圧直流送電線の海底配線など）の構築が必要であり、現実的ではない。

現在、わが国としての電力需給のベストバランスが論議されているのであり、大震災以前に議論されていた原子力への依存増大は見直されて、原子力発電への依存を減少させつつ、ベストなバランスを構築しようとの論議がなされている。この場合、環境への排ガス規制の問題を考える必要があるのは、当然と言わざるを得ない。本稿を書いているときに、丁度、関西電力大飯三、四号機の再起動の論議が決着し、当面の対策として再稼動が認められることになった。しかしこれは飽くまでも、今夏における関西電力管内の電力事情を勘案して出された結論であり、中長期的な問題につながる論議ではない。中長期的な議論は、現在、総合資源エネルギー調査会基本問題委員会においてなされているが、報道によると「エネルギーミックスの選択肢の原案について」事務局案が提示され議論されている。二〇三〇年時点でのバランス案として三案が示されている様だが、今後の論議において変わらうるもので、今のところは各選択肢における電源構成比率を示しておくに止めたい。

各選択肢の電源構成

選択肢	1	2	3	(参考)
原子力発電	0%	15%	20% 25%	35%
再生可能エネルギー	35%	30% 25%	30% 25%	25%
火力発電	50%	40%	35%	25%
コジェネ	15%	15%	15%	15%

いずれの選択肢が選ばれるにしても、世上論議されているように、再生可能エネルギーは固定価格買取制度により、電力会社に固定価格での全量買取が義務付けられており、結局は電気料金に上乘せされるわけで、そのことによつて経済活動が萎縮するような事態は避けねばならない。また火力発電は石油にしてもLNGガスにしても殆どすべてを輸入に頼っており、エネルギーの安全保障上の配慮も重要で、今後暫くは起動できる原子力発電は、新しい規制体制によつて新しく制定される安全基準に則つて、活用してゆくのが賢明な選択であろうと思つている。

六、低レベル放射能との付き合い方

今回の大震災により、不幸にして原子力発電所から放散された放射能の影響により、今
日尚多くの方々が故郷から退避させられ、一年半が経過しようとする現在も帰郷の目処さ
え立っていない住民の方々が居られることは、大変痛ましいことである。

今回の事故により、多くの国民が放射能の存在を知り、その人体への影響について詳し
く知りたいと思うようになり、個人で住居の周辺の放射能レベルを測定して、安全安心を
確かめようと努力されている。放射能被曝には外部からの放射線の影響と、食品などを通
して体内に摂取される内部被曝があるが、放射能について正しく理解し、正しく怖れる姿
勢が大切である。

チェルノブイリ事故の場合は周辺地域の小児がんの発生が伝えられているが、これは事
故直後における放射性汚素にたいする防御策がなされず、小児の甲状腺に蓄積した放射性
汚素からの放射能によつてがん発生にいたったと報じられている。幸い福島事故において
は現時点ではそのような事態は報告されていない。とはいえ、今日なお福島県沖の魚介類
については放射能が検出されており、種類によつて漁獲が禁止され、場合によつては出荷
が停止されている。

われわれはいかなる基準で自己を守ればよいのであろうか？

政府は通常の社会人については年間一ミリシーベルトを被曝上限に暫定的に定めている。

これは果たして妥当な基準値であらうか？

この場合頼りにしたいのは、国際的な基準値であり、国際放射線防護委員会（ICRP）が一般人の年間の被曝限度を一ミリシーベルトと勧告しており、わが国もそれに沿った値を採用しているので、妥当であらうと思う。

一方、わが国は世界唯一の原爆被爆国であり、強度の放射線被曝については極めて多くの疫学的な測定値を有している。今の場合、低レベルでの長時間にわたる被曝の影響が心配されているのであり、福島県を中心に、宮城県県南部などにおける土壌汚染の影響が心配されている。さらには岩手県、青森県、茨城県の一部の漁港における魚介類や野菜類への影響も心配されている。

これらの影響の度合いは全くの未知数であり、今後の疫学的調査結果が待たれるが、私としては是非考慮して欲しいことは、われわれ人類がその発生以来常に放射能と付き合ってきた事実であり、外部被曝としては空気中のラドンからの放射能やいわゆる宇宙線の影響を受けており、内部被曝としては、野菜中に含まれるカリウム40の放射能を摂取しており、

それらとの対比において、正しく怖がる姿勢が必要であろうと思う。医療用としては最近放射能被曝の機会は増えてきており私は 医療用のCT試験をひと月に三回うけて、平均20ミリシーベルト程度の被曝を受けたと思つている。

勿論、われわれ年配者と乳児や児童とに対する影響とは始めから分けて考える必要があると思う。要はいたずらに騒ぐことなく、正しい知識を持つて正しく怖がる姿勢が大切であると思つている。

七、規制組織のあり方について

今回の事故を契機に原子力発電を規制する組織のあり方が論議され、民主・自民・公明の三党合意によつて、国家行政組織法の三条委員会として、強力な規制組織が実現しようとしていることは正しい方向であると喜んでゐるが、いわゆる「ノーリターン」ルールが、変な付則によつて曲げられることがあつてはならないと思つている。まさに国会での審議中の事案であり、これ以上には論議しないが、三条委員会の場合であつても、要は誰が委員に選出されるかにかかつており、今後の成り行きを見守りたいと思う。

八、今後の日本の進むべき道

世界における状況をみると、欧州の一部において原子力推進を見直そうとする動きもあるが、チェルノブイリのあるウクライナでも、脱原発は金持ちの先進国においてのみ可能であると論じられている。多くの新興国においては、原子力発電は今迄同様に推進されようとしており、原子力技術先進国である日本は、今回の事故原因を徹底的に検証した上で、諸外国への協力が出来るポテンシャルを維持し続ける必要があると思っている。

この場合に大切なことは、少なくとも現有の技術水準を次世代に継承してゆくことの大切さである。

一時期、日本中の大学から原子力と名のつく学科がすべて消えうせてしまったことがある。現時点ではいくつかの大学・高専に原子力と名のつく学科が復活しており、原子力発電技術を継承しようとする傾向が見られることは喜ばしいことである。

現役時代に原子力関係の仕事に携わったOBのグループがある。典型的な原子力ムラの残党と言っても良いかも知れぬ。「エネルギー問題に発言する会」には三百人を超す会員が居り、さらにはその一部が発展的に日本原子力学会の「シニアネットワーク連絡会」として、主としてシニアと原子力関係学科の学生その他、原子力技術に興味を持つ学校とを

結び、講演会、討論会などを通じて連絡を取り合い、シニアの知識と学生の新鮮な発想力とを結びつけ、次世代の人材育成に少しでも役立つことが出来ればと活動している。その一つの成果の形として、シニアと学生の連絡書簡集が一冊の本として出来上がった。

とにかく次世代を担う人材の養成が必須であり、それなくしては技術の伝承もむなしなものになる。

最近のニュースとして、リトアニアの政府が日立製作所を、次期原子力発電所建設プロジェクトの契約対象に決定した事は、国内における技術維持のためにも喜ばしいことであり、日本のメーカー一社にとどまらず、国全体の技術維持、そして次世代への伝承としても喜ばしいことであり、希望の光であるように感じるのは、私の欲目かもしれない。

わが国としては、こうした世界市場にインフラの形で輸出し、今後とも諸外国の計画に貢献してゆくことが、今回の震災で失った大きな犠牲と、そのことで得た大きな技術的蓄積とを生かして、世界的な規模で貢献することこそが義務であり、同時に大きな希望の光ではなからうか？ 発展途上国においては、今後とも原子力発電プロジェクトを推進したいとの要望も多いようであり、わが国としてはそれらに大いに貢献して行く義務があるのではなからうか？

今後、政府・国会の事故調査会の最終報告が出て、事故の経緯や責任の所在などが明ら

かになってくると期待しているが、要は大きな犠牲を払って得た技術情報が正しく、世界レベルで活用されること、ならびにそれらの技術が次の世代に正しく継承されてゆくことでの希望を託して本稿を閉じたい。

(元財団法人原子力発電技術機構理事・元日立製作所)

参考文献

『福島原発事故独立検証委員会 調査・検証報告書』 一般財団法人日本再建イニシアティブ（いわゆる民間事故調）

『想定外』を想定せよ！ 失敗学からの提言』 畑村洋太郎 N H K 出版

『とことん語る福島事故と原子力の明日 学生とシニアの対話会』 電気協会 新聞部