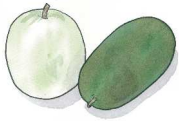


福島第一原子力発電所事故

— 原子力技術者の反省と新しい原子力時代に向けて —



随 筆

中 村 隆 夫*

Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant Accident
-Nuclear engineer's reflection and prologue of new atomic age-

Key Words : Fukushima Daiichi accident, Safety Goal, Nuclear Engineer, New atomic age

はじめに

私は、大阪大学に勤務するまでの30数年間電力会社で原子力発電のために働いてきました。その時の経緯は大阪大学工学部の同窓会誌に書かせて頂いています。(大阪工業会誌テクノネット(553),3-10,2011-07「原子力発電所と共に歩いて40年—新たな原子力時代を拓く原子力社会工業領域の創設—」)

そして、この3月に大阪大学を退職するまでの数年間、大学院工学研究科にて教壇に立ってきました。大学の教員になったのは、福島第一原子力発電所事故(以下、福島事故と呼びます。)が発生する前年で、当時日本では地球温暖化対策のためにエネルギー供給に占める原子力の比率を更に高める政策が進められようとしていた時期でした。ところが福島事故が発生し、我が国のエネルギー政策は全面的な見直しが行われました。そんな中で、私の様な原子力に関わってきた技術者(以下、原子力技術者と呼ばせて頂きます。)が一番になすべき事は、事故の収束に向けた対応はもちろんのこと、福島事故はなぜ起きたのか、日本や世界は今後原子力を続けるのか、原子力が社会の信頼を得るにはどうすべきか、原子力を支える人材に何を求めていくのか、大学はそれにどう貢献すべきか、といった課題に取り組むことでした。大学で勤務した数年間、このことについて真剣に模索しながら過ごしてきましたが、原子力技術

者として、また福島事故に大きな責任を持つ者の一人として、この数年間に考えたことを書かせて頂きます。

何が重大事故を引き起こしたのか

福島事故の発生原因やそれに対する反省、そして今後実施すべき安全対策については、様々な報告書にまとめられ、今なお多くの検討が続けられているところです。

私はこれまで、数多くの原子力発電所の建設に関わってきましたし、スリーマイル島の事故やチェルノブイル事故など、いわゆるシビアアクシデントと言われる重大事故に対する我が国の原子力発電所の対策検討にも関わってきました。そして、今回の事故の遠因となった地震に対する原子力発電所の耐震設計基準の検討や運転期間が40年を超える原子力発電所の高経年化対策にも加わってきました。原子力技術者としてこれまでやるべきことはやってきたはずなのに、なぜこのような事故に至ってしまったのか。原子力技術者の一人として真剣に反省すべきと考えています。

私は、このような事故を発生させ、そして拡大させた様々な要因の根本に一つの共通した原因があると考えています。原子力発電所の様々な安全対策を検討する際には、どんな事態が起きるのか、そしてその時に安全をどう確保するかを判断する基準(以下、安全基準と呼ぶ。)が定められます。しかし、そこでは、起きないと考えた事態が起きることは本当にないのか、もし起きないと考えていたことが起きたらどうなるのか、またそれが事故に拡大する可能性(すなわちリスク)はどの程度なのか、と言ったことを判断する基準はかならずしも明確ではありませんでした。この判断基準は、どこまで安全なら安全と言えるか、How safe is safe enough? を意味



* Takao NAKAMURA

1949年8月生
東京大学工学部原子力工学科卒業
(1972年)
現在、一般社団法人 原子力安全推進協
会 テクニカルアドバイザー
工学博士 原子力社会工学
TEL : 03-5418-9319 (代)
FAX : 03-5440-3608
E-mail : nakamura.takao@genanshin.jp

しており、Safety Goal（安全目標）と呼ばれているものです。米国ではスリーマイル島の原子力発電所事故の後に検討が行われ、原子力発電所の安全規制活動において活用されています。わが国でもチェルノブイル原子力発電所事故の後に検討が開始されましたが、原子力発電所の規制活動にはまだ適用されてきませんでした。今回の福島事故の後に原子力規制委員会は改めて原子力発電所の安全目標の検討を行い、今後の規制活動において適用していくことを発表しています。今更ながらのことではありますが、私は、安全目標に基づいた活動と安全対策を行ってこなかったことが福島事故を引き起こし、我が国に甚大な被害をもたらした根本的な原因ではないかと思っています。そこで次に安全目標について話をしたいと思います。

安全基準と安全目標の関係

世界のほとんどの原子力発電所はウランを核分裂させることにより発生した熱エネルギーを蒸気の運動エネルギーに変えてタービン発電機を回し発電しています。原子力発電所の持つ危険性は、核分裂に伴って発生する膨大な量の放射線と長い半減期をもつ放射性物質を生成することにあるのは周知のことです。私たちは、身体の中に自然の放射性物質を持っていますし、そもそもこの宇宙自体が原子核の持つエネルギーによって作られてきたのですから、放射性物質が存在することが絶対的に危険なわけではなく、その量次第であることは専門家にとっては常識ですが、一般の国民にはなかなか理解するのは簡単ではありません。原子力発電所が発生する膨大な放射線や放射性物質を多重の壁の中に閉じ込め、人間や環境に有害な影響をもたらさない様に安全管理することが原子力における安全対策の基本です。この事は従来から安全基準として定められており、原子力規制委員会は福島事故後更に基準を強化してきました。

安全基準には地震や津波あるいは安全設備の性能に関するものなど様々なものがありますが、それらの安全基準をすべて満足すると認められた原子力発電所が一体どれくらい安全なのか一般の国民にははっきりと実感できません。原子力発電所がどれくらい安全か、逆に言えばどれくらいの危険性を持っているかを、私たちを取り巻く日常的に遭遇している

他の様々な危険性すなわちリスクと分かりやすく比較できるようにしたものが安全目標だといってよいでしょう。私たちは例えば身近な交通手段として自動車や電車そして飛行機を利用していますが、交通事故によるリスクを原子力発電所のリスクと比較することでそれよりもはるかに小さければ、十分に安全であるということが理解しやすくなります。このような身近なリスクを比較した例を図1に示してみました。このように安全目標は人の死亡リスクで示したものが諸外国ではよくみられます。（*：図中の疾病や事故等は厚生労働省の人口動態統計データより算出した年間死亡確率であり、安全目標の値は確率的に算出した年間死亡確率である。）

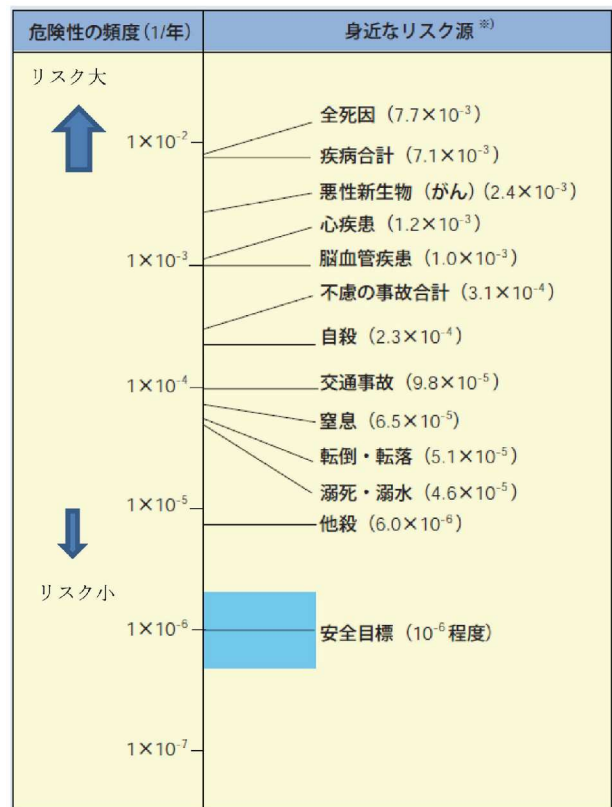


図1 安全目標と身近なリスク源との比較
(平成15年度原子力安全白書より)

原子力発電所の敷地の近くに居住した場合の死亡リスクの増加を計算で推定するには、今後更に様々な検討が必要ですが、安全基準を策定する際に、その要求が安全目標に照らしてどの程度安全に寄与するかを示すことができるなら、その基準が安全上十分なものであるかどうかを判断することが容易になります。現在、原子力発電所の再稼働に向けての安

全審査で問題となっている活断層の議論も、そもそも活断層が原子力発電所のリスクにどの程度寄与するかを明確にできれば、それが適切な要求かどうかを国民が容易に理解できるようになると考えられます。

一方で、原子力発電所がリスクを少しでも増加するものであれば認められないとする議論もあります。いわゆるゼロリスク要求ですが、そう言った非現実的な要求が、実現困難さ故に、安全対策の実施の際に障害となったとも言われており、安全目標を実際の規制の中で活用していくことは多くの困難が伴うと考えられます。これまでわが国で安全目標の利用が進まなかったのも、ゼロリスクを求める国民性にあるのかもしれませんが。

災害に強い原子力発電所を

福島事故が起こる数年前に、東京電力柏崎刈羽原子力発電所が設計で考えていたレベルの二倍を超えるような地震動の地震に見舞われ、敷地内では道路が陥没し変圧器が火災を起こすなどの大きな被害を受けましたが、放射性物質が環境に放出されるなどの原子炉の安全に影響するような事態には至りませんでした。今回の東日本大震災の場合にも、設計を超えるような地震動に見舞われましたが、地震により原子炉などの重要な設備が損傷するようなことはなかったことが原子力規制委員会の調査でも明らかとされています。一方で、事前に考えていた津波の高さを大幅に超えるような津波の襲来を受け、三基の原子炉において炉心の燃料が溶け落ち、放射性物質が大量に環境中に放出されるようなシビアアクシデントに至りました。なぜ原子力発電所は地震には耐えられても、津波には耐えられなかったのでしょうか。

東日本大震災により発生した大津波は、福島第一原子力発電所だけを襲ったわけではありません。当時、同じように大津波の襲来を受けた原子力発電所は、福島第一以外に、福島第二、女川、東海第二の三つがあります。そして、特に女川原子力発電所は地震の震源に近く、大きな地震動と大津波に襲われたのですが、原子炉は安全に停止することができました。その理由は、大津波に対する事前の備えがあったからです。なぜ女川原子力発電所は事前の備えができ、福島第一原子力発電所はできなかったか。

それは、安全基準に違いがあった訳ではありません。どこまで安全な発電所にするかと言う安全（目標）に対する電力会社の考え方の違いによるものだと言われています。

福島事故後に、原子力規制委員会は、地震、津波、火山、竜巻など考えられる様々な災害に対する原子力発電所の備えを要求する安全基準を定め、再稼働に必要な安全審査を行っています。安全基準はそれぞれに十分な安全余裕を見込んで検討されていますが、原子力発電所全体のリスクがどれくらい低減したかは国民には判りません。国民に分かりやすく、納得できる安全性を示すこと、そして原子力発電所を運営する電力会社が災害に対する原子力発電所のリスクを低減するために更に努力するための明確な目標を示すこと、それが安全目標の役割ではないかと思えます。

新しい原子力時代

福島事故が起きた時には、多くの国民がもう原子力はやめようと思ったのではないかと思います。人間は目の前に迫った大きな危険には過剰には反応すると良く言われます。そして、福島事故から4年間で過ぎ、冷静になって原子力を見つめ直した時、私たちは原子力以外に頼りになるエネルギーはないのではないかと思う人は少なくないと思います。

再生エネルギーの利用促進や省エネ技術の進歩により化石燃料の消費を抑える努力は重要です。一方で発展途上国の生活レベルの向上により、世界におけるエネルギー消費量の増加が化石エネルギーの消費を急増させるのは明らかです。原子力発電所の停止により上昇した電気料金は再生エネルギーの利用により今後更に上がることはあっても下がることは期待できません。地球温暖化に対応していくためには、再生エネルギーと合わせてより安全性を高めた原子力の利用が欠かせないと私は考えています。そのためには、原子力の安全性をどこまで要求するかを明確にし、それを安全目標の形で国民に分かりやすく示すことで、その目標を大きく上回る安全性を持った原子力発電所を作り上げる努力を重ねることにより、新しい原子力時代を切り拓くことが、今後求められていると思えます。

米国ではスリーマイル島の事故を受けて、安全目標に基づく規制要求を2桁も安全にした新しい軽水

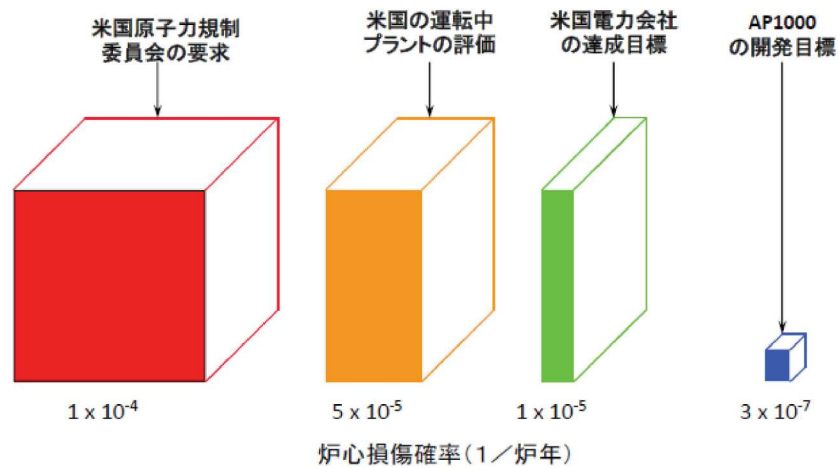


図2 米国における規制要求とAP1000の開発目標の関係

炉 AP1000 が開発されてきました。図2には、AP1000の炉心損傷確率（大事故）の年発生確率の評価例を示しています。AP1000の開発には我が国の電力会社も参加してきており、現在中国ではどんどん建設が進められていることは余り知られていません。すでに世界では新しい原子力時代が始まっていると私は考えています。

人材育成と大学の役割

大学に勤務している時、福島事故後の「新しい原子力時代に求められる人材とは。」という問いがいつも頭にありました。我が国で原子力発電が始まってから40数年が過ぎ、機器の性能や品質は格段に向上しました。日本製品は高品質の代名詞です。しかし、AP1000の様な革新的な原子炉を日本で開発

できないのはなぜか。メーカーでは専門分野毎の分業が進み、全体を俯瞰して開発に当たる人材が育っていないのではないか。ハードウェア（もの造り）重視で、ソフトウェア（使いこなす）の開発に弱いのではないか。電力会社には女川原子力発電所の場合のようにプラント全体のリスクを意識して災害に備えるリーダーがいないのではないか。新しい時代を拓く人材を育てるために大学は何をしたらよいか、悩みながら試行錯誤した数年間でした。

今後、福島事故を乗り越えて、新しい原子力時代を切り拓いて行くためには、大学が国や産業界と協力し、広い視野で包括的に原子力と向き合っていくことが出来る技術者を育成していく必要があります。大学と産業界の橋渡しの役割を引き続き続けていきたいと思っています。

