

【取扱い厳重注意】

平成24年6月8日

## 聴取結果書

東京電力福島原子力発電所における事故調査・検証委員会事務局

局員

浅井雅司

平成24年2月1日、東京電力福島原子力発電所における事故調査・検証のため、関係者から聴取した結果は、下記のとおりである。

### 記

#### 第1 被聴取者、聴取日時、聴取場所、聴取者等

##### 1 被聴取者

内閣府 原子力委員会委員長 近藤駿介

##### 2 聴取日時

平成24年2月1日午後5時14分から同日午後7時05分まで

##### 3 聴取場所

東京都千代田区霞が関3丁目1番1号  
中央合同庁舎第4号館7階 原子力委員会委員長室

##### 4 聴取者

小林一久、浅井雅司、高嶋智光、三田浩平

##### 5 ICレコーダーによる録音の有無等

- あり
- なし

#### 第2 聴取内容

外的事象のリスク及びAMの認識、外的事象PSAの技術水準等について別紙のとおり

#### 第3 特記事項

提供資料あり

- ・資料1「外的事象のリスク及びAMの認識、外的事象PSAの技術水準等について」
- ・資料2「Tsunami hazard probability in Japan. (T. Rikitake and I. Aida, 1988)」
- ・資料3「INSAG-3 Basic Safety Principles for Nuclear Power Plants (1988)」及び「UK HSE Safety Assessment Principles for Nuclear Facilities」

以上

別紙

1 近藤駿介氏の経歴等

- ・昭和 40 年 3 月、東京大学工学部原子力工学科卒業。昭和 45 年 3 月東京大学大学院工学系研究科博士課程（原子力工学専攻）修了、工学博士。
- ・昭和 45 年 4 月、東京大学工学部講師（原子力工学科）。昭和 46 年 4 月、東京大学工学部助教授（原子力工学科）。昭和 59 年 4 月、東京大学工学部教授（附属原子力工学研究施設）。昭和 63 年 8 月、東京大学工学部教授（システム量子工学科旧原子力工学科）。平成 7 年 4 月、東京大学大学院工学系研究科教授（システム量子工学専攻）。平成 11 年 4 月から平成 15 年 3 月まで、東京大学原子力研究総合センター長（併任）。平成 16 年 1 月、東京大学を退官。平成 16 年 6 月、東京大学名誉教授。
- ・原子力安全委員会専門委員を歴任（昭和 62 年 7 月～平成 4 年 5 月、原子炉安全基準専門部会共通問題懇談会専門委員。平成 6 年 11 月～平成 7 年 8 月、原子炉安全総合検討会専門委員。平成 13 年 2 月～平成 15 年 12 月、安全目標専門部会部会長。等）。
- ・通商産業省総合エネルギー調査会委員を歴任（～平成 12 年 12 月、原子力部会部会長。等）
- ・通商産業省原子力発電技術顧問を歴任（昭和 62 年 8 月～平成 4 年 7 月、顧問会安全裕度評価検討会構成員。平成 4 年 11 月～平成 11 年 4 月、顧問会（総合予防保全）シビアアクシデント対策検討会主査。平成 10 年 10 月～平成 11 年 3 月、顧問会（総合予防保全）シビアアクシデント対策検討会アクシデントマネジメント検討小委員会構成員。等）。
- ・経済産業省総合資源エネルギー調査会委員を歴任（平成 13 年 1 月～平成 15 年 12 月、原子力安全・保安部会委員（平成 14 年 4 月まで原子力安全・保安部会部会長）。平成 13 年 5 月～平成 14 年 9 月、原子力運転管理・防災小委員会アクシデントマネジメントワーキンググループ主査。平成 14 年 2 月～平成 15 年 11 月、検査の在り方に関する検討会委員。平成 14 年 9 月～12 月、原子力安全規制法制検討小委員会委員長。等）。
- ・平成 16 年 1 月 6 日より、原子力委員会委員長（常勤）（現在に至る）。

2 外的事象のリスク及び AM の認識、外的事象 PSA の技術水準等について

- ・資料 1 のとおり。

(1. 関連)

- ・1979（昭和 54）年の TMI 事故を受けて、シビアアクシデント（SA）対策としては、日本では SPDS（Safety Parameter Display System、緊急時対応情報表示システム）と徴候ベース手順書以外に、遠隔操作が必要となるために原子力ロボットを開発し

## 【取扱い厳重注意】

なければならないとして、通商産業省（工業技術院）の大プロ（大型工業技術研究開発制度）で、ヨシカワ先生などの今のロボット研究者の先輩にあたる先生方は皆、研究を行った。

- ・日本国内では、公的機関において確率論的安全評価（PRA/PSA）の実施がなされず、昭和 50 年代後半（1980 年代前半）は海外の実施結果を使って議論するという輸入国家であった。
- ・日本の安全研究では、日本原子力研究所（現在は（独）日本原子力研究開発機構（JAEA）。）が、専ら方法論の開発を行い、昭和 60（1985）年頃には地震 PSA・火災 PSA の方法論に着手するなど、頭だけは国際水準であったが、設置許可申請書では PSA を実施できない。民間がプラントの詳細なデータをくれないから、モデルプラントで方法を使ってみるだけで、実プラントの PSA はできなかった。

### （2. 関連）

- ・PRA を実施するには、機器の故障率データを手に入れなければならない。それを日本全体として集め、故障率データベースを作ることを、（財）原子力工学試験センターの原子力発電安全情報研究センターに頼んだ。しかし、補修伝票を電力から見せてもらわないと作業が出来ないので、OK をもらうのに苦労した。

※（財）原子力工学試験センターは、平成 4 年に（財）原子力発電技術機構（NUPEC）に改称。平成 15 年 10 月の（独）原子力安全基盤機構（JNES）の設立に伴い、安全規制に関連した事業を JNES に移管。

### （3. 関連）

- ・1986（昭和 61）年 4 月のチェルノブイリ事故当時、通商産業省資源エネルギー庁長官官房原子力産業課長は荒井寿光氏（後の特許庁長官）で、事故拡大予測システム等の安全研究をしっかりと進めるという、総合エネルギー調査会原子力部会報告「原子力ビジョン」（－21 世紀の原子力を考える－）（昭和 61 年 7 月）という政策提言を作った。これを受けて、通商産業省は、「安全性高度化計画－セイフティ 21－」（昭和 61 年 8 月 14 日通商産業省省議決定）プロジェクトを推進することとなった。これの中身が、原子力工学試験センターの原子力発電安全情報研究センターや原子力安全解析所の仕事となってどんどん実現していった。

※通商産業省資源エネルギー庁長官官房原子力産業課は、現在の経済産業省資源エネルギー庁電力・ガス事業部原子力政策課に相当。事故拡大予測システムは、現在の ERSS（Emergency Response Support System、緊急時対策支援システム）。総合エネルギー調査会は、通商産業大臣の諮問機関であり、現在の総合資源エネルギー調査会の前身。

【取扱い厳重注意】

(4. 関連)

- ・安全委員会原子炉安全基準専門部会の共通問題懇談会は、平成 2 (1990) 年 2 月に中間報告書を、平成 4 (1992) 年 3 月に最終報告書をまとめ、安全委員会は、「発電用軽水型原子炉施設におけるシビアアクシデント対策としてのアクシデントマネージメントについて」(平成 4 年 5 月 28 日) を決定した。

(5. 関連)

- ・当時日本ではあまり認識されていなかったと思うが、米国 NRC (原子力規制委員会) は 1988 (昭和 63) 年、IPE (Individual Plant Examination) 実施の<sup>しょうよう</sup> 意 (要請) と同時に、地震、洪水、火災、竜巻等の外部事象に関して、外部事象推進グループを設置した。1990 (平成 2) 年か 1991 (平成 3) 年のレポートを受けて、NRC は 1991 (平成 3) 年、運転者に対して IPEEE (IPE for External Events) の実施を 1994 (平成 6) 年までに完了するよう求めた。

※資料中、LLNL は米国ローレンス・リバモア国立研究所 (Lawrence Livermore National Laboratory)、EPRI は米国電力中央研究所 (Electric Power Research Institute) の略称。

(6. 関連)

- ・共通問題懇談会は、5. のような海外の動きをほとんど見ていなかった。しょうがないのかもしれないが、佐藤一男氏 (元・原子力安全委員会委員長。現在は (公財) 原子力安全研究協会研究参与) と相澤清人氏 (故人) 以外のメンバーのほとんどは、PSA についての知識がない人々だったので、外部事象の重要性やその評価の方法論についての議論はほとんど無かった。
- ・米国ですら、1988 (昭和 63) 年に (外部事象の) スタディグループを設置したぐらいで、方法論がまだ成立していなかった。我々 PSA の研究者は、学会で火災 PSA、洪水 PSA、地震 PSA 等の方法論の研究成果を見ていて、外部事象 PSA の方法論が研究開発段階にあるものの、成果は NUREG-1150 にあるので使い物になることは理解していたが、この PSA の分野にいない人は、PSA の成果を見たことがない。そこで、共通問題懇談会は、PSA の結果のおさらいから始めていったのですが、私はベントを含むシビア・アクシデント・マネージメント (SAM) の扱いに議論の焦点を移していった。
- ・出発点では、昭和 62 年発足の共通問題懇談会の「ワーキンググループ」であった。それは、佐藤一男氏と私と、斯波正誼、後に相澤清人氏が加わった、小さな WG で、本当に中身を分かっている人だけが集まって格納容器の安全上の役割等について議論していた。当時の安全委員会委員長であった内田秀雄氏 (故人) は「格納容器は最後の砦。格納容器に穴を開けるのはとんでもない」旨の発言をされており、ベン

## 【取扱い嚴重注意】

トが本当に要るのか、それを安全思想上どう位置付けるかが大問題であった。それまでの原子力安全はそもそも、言わば「設計基準事象に対する対策があればよい」という世界であったのに、SA対策は設計基準事象を超える事象が起きると考えて、その対応のための装置とその手順書を作り、あるいは、その一つとして格納容器に穴を開けるような装置をつけるという、一種のコペルニクスの転回であったから、内田秀雄氏とは随分やりあった。

- ・そのため、関係者がこれはやらざるを得ないと思うまで議論した。その時に、地震、火災、洪水とかも考えた PSA に基づいて SAM を考えるべしという問題提起をできる人はいなかった。
- ・その理由としては、その時には、NUREG-1150 公表されており、五つの原子炉のうち、二つだけは地震 PRA を実施していたが、その結果では地震の寄与度合が大きく違った。地震ハザードの作り方によって違っているらしいとのことであったので、地震の寄与は結構あるということと同時に、方法論が未熟で、不確実性が大きいという印象も持った。また、当時の米国の耐震の考え方は、0.2G (G: 重力加速度) とか 0.25G とかの一律に近い想定が標準であった。それに比べて日本は、地表で確認されない伏在断層があり、M6.5 (M: マグニチュード) くらいの断層は見つからない可能性があるから、用心のためにどこでも M6.5 が起こるとして、M6.5 の直下型地震を設計地震である S1 の上に S2 地震として想定するということを決めただけだったのも理由の一つかもしれない。耐震は、米国で地震 PRA の結果が出てきても、日本はそんなに心配することはないのではないかという雰囲気があった。この時代には設計余裕が大きいから耐震屋さんは、確率論的取扱いについての問題意識は柴田先生を除いてゼロの時代であった。

※ $0.2 \sim 0.25G \doteq 200 \sim 250gal$  ( $1gal = 1cm/s^2 = 0.01m/s^2$ )。「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」(昭和 56 年 7 月 20 日原子力安全委員会決定)の解説部分において、「なお、基準地震動の策定に当って基準地震動 S<sub>2</sub>として考慮する近距離地震には M=6.5 の直下地震を想定するものとする。」と記載されている。ただし、改訂前の「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」(昭和 53 年 9 月 29 日原子力委員会決定)においても、解説部分に同一の記載がある。福島第一原発 1 号機の原子炉設置許可申請書において、直下地震 (M6.5、震源距離 10km) の設計用模擬地震波における最大加速度は 370gal。

- ・したがって、共通問題懇談会でも、地震 PSA の方法論はまだこれからで、NUPEC にしっかりやってもらうということと、米国の地震 PRA の結果は日本にそのまま適用すると考えなくてよいのではないかと、1 回か 2 回程、議論したかもしれないが、ほとんどが、SAM を、設計審査指針や防災指針にどう関連付けるかという議論だった。最終報告を見ると、報告書に馴染まないのではないかと思うぐらい、具体的に AM の例をたくさん並べてある。そういう意味では、中間報告書の方が出来が良いと

## 【取扱い嚴重注意】

思っている。それくらい、後半ではAMの是非にのめり込んでいた。自分としても、これだけはやらせたいと思っていた。

### (7. 関連)

- ・ 共通問題懇談会での議論は、資料3の1頁目の国際原子力機関 (IAEA) のINSAG-3 (1988) (昭和63年) の文書を踏まえている。日本では、共通問題懇談会の報告書にあるように、詳細設計でAMを見るとか、保安規定で見るとか、そこで受け止めた。

※「シビアアクシデント対策としてのアクシデントマネジメントに関する検討報告書—格納容器対策を中心として—」(平成4年3月5日原子炉安全基準専門部会共通問題懇談会)には、「このアクシデントマネジメントに関して国のとるべき対応については、次のようないくつかの考え方がある。」「原子炉設置者がアクシデントマネジメントに係わる整備等を行うよう指導し、例えば保安規定の認可に際してその内容を確認するべきとするものである。」「原子炉設置者により計画されるアクシデントマネジメントが工学的安全施設の適正な利用を阻害するものでないことを、例えば、工事計画の認可の際に確認すべきとするものである。」との記載がある。

- ・ 当時、外部事象に対する問題意識がどうであったかという、地震については、NUREG-1150で、プラントによっては、炉心損傷確率の半分以上か、半分くらいかを占めるプラントもあり得るという結果が出ていたので、重要だとの認識はあった。そう思ったので、前述6.のように、きちんと方法論を開発すべきだとした。しかし、当時は地震PSAが無かったので、SAMの設計評価の前提条件として、地震PSAを前提にするかどうかについて、考えることができず、考えなかった。
- ・ SAMについて、自主的取組を強く奨励するとしたことについて、ご批判をいただいているが、当時は、報告書にあるように、安全解析所のやったモデルプラントのPSAはあったが、まだろくに日本のPSAは無かった。また、SAMの手段というのは、言わば、国際社会のコピーみたいな内容で、自分たちでこれだと考えた取組の内容ということでもなく、まだ発展途上であった。また、個々の効果はそれほど効果的とは見えない。総合的に取り組むことが重要ということだったから、規制になじむかという議論もあった。
- ・ 私は、前述の原子力発電安全情報研究センターとかで、PSAの具体的なプロジェクトをoversight (監視、監督) しており、とにかく、AMはやるしかないと思っていた。安全委員会では、実際にはPSAについて何も知らない人が議論していて、具体的なものは何も決められない。それなら、事業者がちゃんとしたAMをやれと決めた方が早いに違いない、奨励でよいと思った。
- ・ ただ、当時は全然そうは思わなかったが、今から考えると、もっといいやり方があったかなと思う。例えば、PSAのスクープを地震とかに拡大していくことを、米国

## 【取扱い嚴重注意】

のように 1994 (平成 6) 年までとか、スケジュールを入れても良かったと思うし、地震について言えば、地震学者と地震 PSA について交流して地震ハザードを作るために投資しなさいと、言うこともあったと思う。米国の LLNL が地震のハザードを作る役を引き受けたのは、地下核実験をずっとやっていて地震の扱い方のプロフェッショナルであるからということもある。日本はそういうのが無いわけだから、国がちゃんとやらなければならない。国が地震学者も巻き込んでプロジェクトを作るということもあってよかったのかなと思う。我々 PSA の研究者は、NUPEC のプロジェクトの中では、8. の 2 段落目に記載したように外的事象 PSA の研究をやるうとして実際にやったのだが、安全委員会として、マイルストーンを置いて、PSA のスコープ拡大をやるという提案はできたのかなと反省をしている。

- ・その後、安全委員会はほとんど何もしていない。2000 年代 (平成 12 年以降) に入って、また安全委員会で地震 PSA の成果を聞くということになったが、その時にも、スケジュールを打ち出して、保安院や電気事業者の取組に対して、適宜、文句 (意見) を言って介入すべきだったと思う。
  - ・米国とは、ここの扱いで、急速に時間差が出来てしまった。米国は、日本同様、任意とはいえ、安全目標があり、その後、IPEEE も全部のプラントでやった。任意とはいえ、性能規定的なものがあつたと整理した方がよいかもしれない。その結果として、米国はの中で、リスクでものを考えるという習慣がどんどん出来ていった。一方、日本は、AM をしっかりやりましょうと決めてしまった。AM の整備だけに、めりこんで、そのベースである PSA のスコープを拡大する作業がおろそかになったと思う。
  - ・本当に残念なことだったが、IPEEE の方法論があると、事業者に対して 2、3 年で結果を持ってこいと言うことが、任意とはいえ、米国は出来て、日本は出来なかった。安全委員会がもう少し強気でやってよかったのではなかったかと思う。
  - ・平成 6~7 年の、通商産業省のシビアアクシデント対策検討会や安全委員会の原子炉安全総合検討会における、電気事業者提出の「アクシデントマネジメント検討報告書」の内容検討について、手続き論として、安全委員会としては、過去 (平成 4 年) に決めた AM 奨励の刈取りの場である。だから、私からすれば、判断基準は過去に作ってあるようなものであり、新しいものを作ってはいけない。
  - ・1990 年代の初めの平成 4 年までの共通問題懇談会で、だいたい決めた AM の内容を各電力会社がプラントごとに検討してきた内容が出てきたものであり、
- 私は、その時期、大学の方が忙しい時期だった。特に、1990 年代 (平成 2~11 年) は、東大の中の仕事が忙しくなった。それまでは行政側に割と入れ込んでいたのだが、大学が忙しくなって、手抜きになってしまった。しょうがないことであつたが、本当にぎゃーぎゃー言うのは私しかいなかったもので、結果的に手を抜いてしまったことは反省している。東京大学の柏キャンパスを作るとか、大学で新しい仕事をたく

## 【取扱い厳重注意】

さんしていたので、あまりそこへは頭が回ってなかった時期である。しかも会議の中身は、前に決めたことを各電力会社がやったという話であり、私としては、あまり身を入れるような会議ではなかった。良きに計らえという対応だった。

- ・平成 7 年の阪神・淡路大震災について、安全委員会は、耐震設計審査指針（発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針）を見直すべきかどうか、平成 7 年兵庫県南部地震を踏まえた原子力施設耐震安全検討会において、一生懸命議論した。その検討に、私は入ってなかったが、本来そこが、地震 PSA を踏まえた耐震設計審査指針の妥当性についての検討を、一生懸命やるべきであった。しかし、私はそのころ、前述のように、大学の仕事が忙しい状況だったから、この問題に対して、少しおろそかになっていた時期であった。
- ・当時、私が安全委員会委員長であったらどうしたかと考えて、そんな思いをもつこともあるが、当時は全然、そういう状況ではなかった。あくまでもアドバイザーであって、実際、責任がなかった。自分が責任を感じてやらなければいけないのではと今は思うが、当時は大学の方が忙しかったので出来なかった。
- ・（安全委員会が平成 9 年 10 月に、平成 4 年の AM の決定について、新設炉に係る部分を改訂した際に、何か出来たのではないかという問いに対し）それはあると思う。付け加えれば、8. の 2) に述べる NUPEC でやった地震 PSA が、もうちょっとオープンに議論されればよかったと思う。あれで AM の合理性の議論をした記憶がない。
- ・通商産業省の原子力発電技術顧問会の安全裕度評価検討会など、事業者からの AM を検討する場はすべて、初期条件なり、目標なり、セットが決まったものについて、作業・評価をする場であり、そこは新しいことを決める場ではない。事業者がやってきた AM を確認し、よかろうとスタンプを押す会合である。最後、会議の結論として新しいことが必要と決められれば良いかもしれないが、そうなる今まで評価したものが、駄目と言うことになってしまうので、普通はなかなかそういうことにはならない。
- ・別の場で、新しいイニシアティブを起こさない限り、内的 PSA のみに基づく AM という世の中は変わらない。例えば、阪神・淡路大震災の後の検討時に、頻度論的な requirement を入れる方向で、耐震設計審査指針を見直すことが、少なくとも AM の有効性を地震 PSA で確認することとかを決めればよかったと思う。結局は、当時のままの耐震設計審査指針で良いとされた。もちろん、見直し作業の準備は始められたのだが、

### (8. 関連)

- ・私は通商産業省の原子力発電技術顧問であった。顧問会の中には色々な部会があるが、PRA 等実用発電用原子炉の予防保全対策に関する総合的問題の審議を行う予防



## 【取扱い嚴重注意】

保全部会（総合予防保全顧問会）の部会長をしていた。（日本原子力研究所東海研究所）安全性試験研究センター（現在は JAEA 安全研究センター）のお手伝いもしていた。そういうところを通じて、この資料の 8. 記載の 1)~3) の 3 点セットを追求した。

※通商産業省（当時）は、原子炉等規制法及び電気事業法に基づく許認可等に際し、必要に応じ原子力発電技術顧問から意見を聴取していた。平成 10 年 8 月末時点で、通商産業大臣は、107 名の学識経験者を原子力発電技術顧問として委嘱していた。原子力発電技術顧問の意見を聴取するに当たり、原子力発電技術顧問会が設置されており、同顧問会は基本設計顧問会、詳細設計顧問会、運転管理等顧問会、総合予防保全顧問会及び原子炉廃止措置顧問会の五つの顧問会と原子力安全条約検討会から構成されていた。

- ・ 2000（平成 12）年の IAEA の NS-R-1 における SA に係る規定については、新しい炉を作る時に、SA も考えなさいとなっている。日本では、安全設計審査指針（発電用軽水型原子炉施設に関する安全設計審査指針）を直していないのは確かだが、安全委員会は、平成 4 年 5 月の SA 対策の決定により、新設炉にも SA 対策を考えなさいと強く奨励しており、事実上、事業者にやってもらっている。日本が今度、安全設計審査指針を見直す時には、この NS-R-1 をどう受け止めるかということにはなる。
- ・ SA に係る規定が義務か任意かの違いはあるけど、共通問題懇談会当時に現実に起こったこととして、各国の対応の結果としての実態は、日本とフランス、米国、ドイツとか他の国とアプローチの違いは無かったと思う。元々、この時期には、新設の原子炉は、日本以外はほとんど無かったが、設置許可のプロセスの中で、どのように AM の内容を見るかは議論された。
- ・ 詳細設計が終わって、保安規定や運転手順書などのデータが出てくれば、PSA が出来る。今度の原子炉等炉規制法の改正後の SA 対策でも、それを踏まえて、SA 対策の効果についても整理が出来るようにしてもらおう。NS-R-1 では、設計という言葉で書いてあるが、その時点で国が PSA と AM をセットでチェックすればいいという整理であり、合理性があると思っている。これは、国によって違って、日本のように 2 段階で審査するところもあれば、そうでない国もある。これをどう活かすかは非常にバラエティがある。

### （8. の 1) 関連）

- ・ （PSR の制度設計時における、2 巡目の認識について）あの頃、その議論をして、今まだ行政側にいるのは、佐藤均氏（元・保安院審議官（原子力安全基盤担当）。現在は JNES 理事）や前川之則氏（前・保安院原子力防災課長（東日本大震災時）。現在は JNES 企画部次長）だと思う。

## 【取扱い嚴重注意】

- ・その時に、PSRの2巡目をどうすべきか考えなければならないということは、少なくとも私どもPSAの研究者は意識していた。彼ら行政側の頭の中がどうだったかは分からないが、PSRトータルとして2巡目の中身を変えなければならないという問題意識は、多分共有されていたと思う。
- ・一方、電力会社の中では、PSRは新人トレーニングの最も有効な手段だという認識があった。2巡目はまた、新人にやらせればトレーニングに使える。だから、電力会社には、あまり変える必要はないという意識があったと思う。
- ・PSAは、高経年化の問題との関係でも出てくるが、電力会社の人は、経年変化があるかとか、データベースを変えなきゃならなくなるのかとかという程度でしか、PSRの2巡目のPSAを考えてなかったと思う。
- ・PSRの2巡目のPSAはこうあるべきだという明確な議論は多分無いと思う。我々は、JNESでの方法論の整備や手順書の整備という行為を通じてスコープを拡大することについて手を打ってきたが、役所のイニシアティブの中には、地震PSAを求めるということは、多分無かったと思う。地震PSAを提案したという話を後になって聞いたので、あるところでは議論されたのかもしれないが。
- ・PSRの2巡目で外的事象を実施することについて、平野光将氏（過去にNUPEC在籍。現在はJNES技術顧問）や我々PSAの研究者はそういうつもりで、外的事象PSAの方法論を作っていた。日本の制度の問題だが、役所側は、人が変わってしまう。そういうPSRのPSAに外的事象を入れるというadvancedなイノベーションは、役所の人間からはなかなか起こらない。
- ・だから、我々が声を大にして、これが大切だと言い続けることによって、少しずつ、行政側が、しょうがない、たまには先生の言うことを聞くかと考えて、そこで動いていくという格好である。JNESが少しずつしっかりしてきて、システムテックな行動をとってくれるようになっていったと思うけれども、私が大学の仕事が忙しくなって、なかなか行政側に意見を言えなくなってしまい、プレッシャーが減ったのではないか。
- ・私は、2000年代に入った後（平成12年以降）は、保安院の方で部会長とかをやったので、安全委員会は敬遠していた。ただ、安全目標と耐震設計審査指針の二つだけは、これが鍵だと思っていたので、一生懸命やった。
- ・PSRは10年に一回だから、2巡目について問題意識を持って議論すべきだったのは、2000（平成12）年の前後、直感的には2000（平成12）年を超えたあたりだと思うが、2巡目はあの平成14年に公表された東京電力における自主点検記録の不正等の対応の中でぐちゃぐちゃになってしまった。
- ・東京電力の溶接から始まった記録改ざんの話は、本当につまらなかった。規制のcredibility（信頼性）をどうやって確保するか、問題のあった部分をどうやってきちんと直していくかと、とにかく、制度を作ったり、溶接の記録を全部見直したり、

## 【取扱い嚴重注意】

現場へ行って実際の検査に付き合ったりと、保安院の方は、そんなことばかりで、優先順位が PSR における PSA に無かった。

- ・しかも、その議論の結果として、PSR の PSA についての評価を行う場所を、専門家の意見を聴取するものから原子力保安検査官が確認するというに変えてしまった。
- ・だから、私の頭の中で、2 巡目はその PSR での PSA のスコープを広げたいという志があったにもかかわらず、相手がどこかへ消えて専門家から見えないものになってしまったと感じている。PSR の見直しの中心は、今は保安院の首席統括安全審査官の山本哲也氏である。彼はあの不正問題の対応を検討した、（総合資源エネルギー調査会原子力安全・保安部会）原子力安全規制法制検討小委員会（平成 14 年 9 月から 10 月に開催）の事務局で、彼が書いた、日本語でないような日本語の中間報告案を直してあげた。その中に、さらっと、そんなことが入っていて、気がついた時には PSR がどこかに行ってしまった。原子力発電検査課長の梶田直樹氏が引っ張ったかどうか知らないが、彼の原子力発電検査課の所管になった。
- ・その頃、私は、東京大学の原子力研究総合センター長をしていて（在任は、平成 11 年 4 月から平成 15 年 3 月）、大学の方が本当に忙しかった。文京区への原子力センターの安全性の説明などの地元対策に、時間が使われていた。
- ・（平成 13～15 年の安全委員会の安全目標専門部会において、地震 PSA も含めた安全目標案を  $10^{-6}$  と決定できたので、当時の地震 PSA は、地震 PSA を基にして AM 整備ができる程の技術水準であったのではないかとの質問に対し）そういう時期である。（地震 PSA を基に AM を整備するという方針を打ち出せたのではないかとの質問に対して）方針を決めることはできただろう。それをどこで決めるかということ。地震 PSA は、まさに定期安全レビュー（PSR）からやろうと思っていた。
- ・私は、第 1 ラウンド（1 巡目の PSR）は internal の PSA しかないのは仕方がない、10 年後の第 2 ラウンド（2 巡目）は、外部事象 PSA を入れたものにしようと思っていた。そうする前提で、関係者（PSA の研究者）に外的事象 PSA の方法論を用意すると、頑張ってもらった。
- ・私は、PSR の 1 巡目の評価は、PSA も含めて、ある種、体系化するために一生懸命やった。しかし、前述のとおり 2 巡目ぐらいの時期から、ぐちゃぐちゃにされ、最後、挙げ句の果てには、PSR の中での PSA は、どこかに持って行かれて我々外部の専門家から見えなくされ、untouchable（手の届かないもの）になってしまった。2 巡目は、そもそも、そんなものがあるかどうか分からなくなり、私が、その評価をする役ではなくなってしまったので、PSA の結果すらほとんど見たこともない。そういう意味で問題であり、2 巡目から、外部事象も入った PSA の結果を地震 PSA の実施を要求できる技術水準になったのに、保安院は事業者に要求もしてないはずだ。

## 【取扱い嚴重注意】

※保安院は、平成 14 年 8 月に公表した東京電力による自主点検記録の不正問題等を踏まえ、平成 15 年 10 月から PSR を法令上の義務としたが、従前の PSR のうち、内的事象 PSA 実施と AM の有効性把握及び対策の立案については、従前通り任意要求事項にとどめられ、事業者の自主的取組のままとされた。しかし、AM について、それまでは、自主的取組といえども、保安院として報告書の提出を受け、専門家の意見を聴取して定期的な評価を行っていたが、これを機に保安院は報告書の提出を受けず、専門家の意見を聴取した確認・評価を行わなくなった。

### (8. の 2) 関連)

- ・ 2) のデータベースは、作れないという人がいる中で始めた。まずは (財) 原子力安全研究協会で、(電力の) 補修伝票から勉強会的にデータベースを実際に作って、やれば出来ると言うことをお見せして、これを NUPEC の、国のプロジェクトに仕上げていくという格好で、データベースを整備していった。PSA は NUPEC のプロジェクトができたので、ここで一生懸命やった。ここで初めて、地震学者と PSA の専門家が会って、一生懸命地震 PSA について議論をした。参加した地震学者は確率論を好きな人だけで、毛嫌いする人もいたが、地震学者と PSA の専門家とで話し合いが出来るようになって、今日に至っている。
- ・ NUPEC でやった地震 PSA は、地震のハザードカーブを作るのが大変だった。地震 PSA は言わば、地震学者の意見を多数決で決めていくようなものであり、学者が最も嫌う作業であった。しかし、行政的には、学会の意見の分布を調べて、不確実性も含めて、ハザードカーブを決めていく以外に方法は無い。まず、この作業に付き合ってくれる先生は本当に奇特で、プライドの高い先生はなかなか付き合ってくれないという状況の中で、少しずつシンパ (同調者) といつか、付き合ってくれる先生を増やしていくという作業だったので、ものすごく時間が掛かった。
- ・ しかも、その成果を、モデルプラントと言いつつ、どのプラントに適用するか決めるのに、すごい時間がかかってしまった。中部電力の浜岡原発が一番良いのではないかと皆思ったが、会社が頑強に抵抗するという世界があった。
- ・ 外的事象についてのルール作りでは、イギリスが一番進んだ国であり、資料 3 の 2 頁目の 2006 年版のとおりである。自然現象は 1 万年に 1 度になっている。これは、3 頁目の 1992 年版でも 1 万年に 1 度となっている。
- ・ IAEA の NS-R-1 (2000 (平成 12) 年) では、頻度の数字を明示的にはどこにも使ってなく、各国の national な問題にしており、例えばフランスは  $10^{-3}$  としている。
- ・ 日本は、今度安全設計審査指針を見直す時は、確率論をやらなければならない。断固そう思っていたが、とにかく、関係者は皆、まず確率論が大嫌いだった。PSA は不確かさが大きいとして、けちよんけちよんに (非常に、徹底的に) 非難した。PSA

## 【取扱い嚴重注意】

自体に不確かさが大きいのではなく、我々の知識に不確かさが大きいので、PSA の方法論の悪口を言うなど言っていた。とにかく、方法論の悪口ばかり言う人が多くて、なかなか大変だった。しかし、世界のトレンドとしては確率論の流れになっている。

- ・今の NS-R-1 の基準の話は、むしろ、この設計基準事象の frequency をどうするか essential である。火災や津波とかについても、例えば  $10^{-4}$ /年とするか  $10^{-3}$ /年とするかを決めないことには、誰も真面目に考えない。その上で火災であれば、それが問題になるシナリオは安全目標の  $10^{-6}$ /年に適合するということを、PSA を実施して確認しないとイケないということで、安全が担保されていくのだ。
- ・だから、その後の耐震設計審査指針の改定作業は、勉強会の段階から付き合っ、今度こそ、こういう数値目標的な世界を作り出そうと思った。松浦祥次郎氏が安全委員会委員長になった時（平成 12 年 4 月）に、彼はそれまで、本当は、原子力安全をやったことがない人だから、私がいくつか提案をすると素直に受け止めてくれて、それが動き出してくれたというのもあった。こういう数字（頻度）があるのと無いのでは議論が全然違うことにすぐに理解してくれた。
- ・当時の原子力安全・保安院長である佐々木宜彦氏（在任：平成 13 年 1 月～平成 16 年 6 月）や保安院の土木グループの職員は、上の建物さえしっかりしていれば良いという発想の人たちだった。上に絶対のマージン（安全の余裕）があるから、ごちゃごちゃ言うなど言っていた。リスクなんて聞くのも嫌だと言う感じだった。自分はそれだと、合理性のある設計ができないし、安全を確保したことにならないとチャレンジした。佐々木院長は、私に「うちの若いのを説得してください」と言うので、彼の前で、若い技官と私が対決したこともある。そういう人だった。
- ・耐震もそうだが、（安全規制に確率論を入れるという）リスクというコンセプトを社会で共有していくことは、最大の困難な問題であった。だから、リスク論が安全委員会の中で議論されることに、保安院は後ろ向きであった。
- ・安全委員会は結局、保安院が使ってくれると言わない限り、ものを決められないというので、この力学への対応が大変だった。
- ・一方で、地震学者とも、リスクの議論をすると大変だった。地震学者の中には、「私は  $10^{-8}$ （/年）じゃなきゃ駄目。」と言った人もいた。「 $10^{-8}$ （/年）は 1 億（年に 1 回）で、大陸が割れるくらいの確率。なぜそんなことを言うのか。」と聞くと、「いやあ。主婦感覚」と言われ、学問の世界でない世界があった。そのくらいリスクについて共通理解をし、return period（平均再現年）の 1 万年とか 10 万年が、どういう意味合いで、どのくらいまで安全なものを作るかということは難しく、大変なことだった。10 万年の return period の地震は、実は大変困難なことで、現実として容易には考えられないが、そういうものをベースに原子炉を作ることによって、とにかくこの 100 年の原子炉の寿命の期間には、何の問題も起きないということにな

## 【取扱い厳重注意】

る。だから、（議論に）付き合ってくれる地震学者相手ですら、そんなことで共通理解を作っていくことは大変なことだった。

### （8. の3）関連）

- ・耐震設計審査指針のルールに、この頻度の数字を何とか入れたかったが、私はずっとメンバーでなかった。発言の機会がなかった。「起こるとはまれな」とか「起こるとは考えられない」とか、という安全委員会文学的なものが、ずっと続いてきており、何とかしたかった。この方向を何とかするために私が攻めたのは、安全目標である。
- ・平成13～15年の安全委員会の安全目標専門部会で、津波の議論は無かった。その当時、外的事象として、地震以外に話題にしたのは、火災と、火山をどうしようか、ということぐらい。火山の問題として、一つは下北半島の恐山の問題（噴火の可能性）である。もう一つの火山の問題としては、鹿児島県の九州電力の川内原発が、ちょっと遠いが、桜島ではなく、霧島の噴火の可能性である。それから、あそこは、火山灰地であるシラス台地だから、あの川内川は土石流でやられる可能性があるので評価したらと思った。

※川内川は、霧島山のそばにある白髪岳南麓に発し、薩摩川内市西方で東シナ海に注いでおり、川内原発はその河岸に立地している。

- ・火山の件は、JNES ができていた頃（JNES は平成15年10月設立）気にしたことがあるが、PSAの方法論としては、JNES でまだまさに単なるお勉強の世界（水準）でしか議論したことはないと思う。安全委員会の席では議論していない。
- ・当時は、外的事象というほとんど地震だった。私が外的事象として地震以外に気にしていたのは、地球温暖化によって、過去の気象データが使いにくくなること。1990年代（平成2～11年）の終わりだったかと思うが、すでに、送電線がだーっと倒れたこともあって、送電線の信頼性には、気象の過去のデータが使いえないという問題提起をした記憶がある。

※平成14（2002）年10月1日に、茨城県潮来市延方茨城県潮来市延方で、台風21号の強風によって、水田地帯に設置された275kV送電線「香取線」の鉄塔8基（高さ約39～94m）のうち、6基の鉄塔が倒壊、残り2基は折損した。

- ・津波も結局、私ども原子力安全の関係者が設計基準事象の頻度を口にしていれば、津波学者に対して1万年に1回の規模の津波を教えて欲しいというメッセージを届けられたが、これが届いていなかった。貧しい研究費でもって、一生懸命過去にここまで津波が来ていることを示す痕跡を探して、それに基づいて、「先生どうですか」と原子力安全の関係者が言うと、津波学者は「まあ、このぐらいの高さの津波があり得る」と答える。原子力安全の関係者は、それをオーサンキューと使っていたということ。ここで、頻度の議論が出来なかったのが悔やまれる。

## 【取扱い嚴重注意】

- でも、安全目標の議論を安全委員会で始めると、とにかく、そのリスクの議論ができるようになった。私は途中でやめて、平成 16 年 1 月に原子力委員会に来てしまったが、耐震設計審査指針の改訂でも、（原子力安全基準・指針専門部会耐震指針検討分科会地震・地震動ワーキンググループの主査であった）入倉孝次郎先生がやってくれた。私も（原子力安全基準専門部会耐震指針検討分科会の）第 1WG（基本ワーキンググループ）の主査で、耐震設計審査指針のスケルトンを作る作業をした時に、Overarching Goal（大目標）としては、リスクが十分小さいこととしよう提案して、それを遺言にしてやめた。入倉先生は（平成 18 年 9 月に）耐震設計審査指針を、何となくむにゃむにゃとしているが、起こるとは考えられない基準地震動 Ss を作って、しかし、残余のリスクでピン留めをするという格好でまとめてくれた。そこは、感謝感激であった。もちろん、地震随件事象としては整理してあるが、地震にリスクを導入することすら、大変困難だったから、当時は誰も、津波のリスクを別に導入することには、ほとんど問題意識が行かなかつたのではないかと。

※基準地震動 Ss：敷地周辺の地質・地質構造並びに地震活動性等の地震学及び地震工学的見地から施設の供用期間中に極めてまれではあるが発生する可能性があり、施設に大きな影響を与えるおそれがあると想定することが適切なもの

※残余のリスク：策定された地震動を上回る地震動の影響が施設に及ぶことにより、施設に重大な損傷事象が発生すること、施設から大量の放射性物質が放散される事象が発生すること、あるいはそれらの結果として周辺公衆に対して放射線被ばくによる災害を及ぼすことのリスク

- 今度の中央防災会議は、減災と言っている。津波は逃げるしかないので、人の命が助かればいいと言っているが、実は、これは原子力発電所の安全と同じ。原子力安全の場合、最後の 10%（最後に確率を 10 分の 1 にするの）は、防災で、最後は逃げることによって命は保証するとか、安全目標を満たすことになっている。今回の福島原子力発電所の事故については、実際そうだった。病院に居られた方とか、苦勞された方とかは居たが、放射線被ばくによる急性影響によっては、一人も死ななかつた。実際、防災対策によって、逃げていただいてセーフになった。
- 私が部会長であった安全目標専門部会の安全目標案はそれも入れて、 $10^{-6}$ にしていたが、ここは議論があった。部会長代理であった相澤清人氏（故人）は、それを credits（単位）と取らないで防災を含めずに  $10^{-6}$ にしたいと言っていた。今考えると、そこで、credits（単位）を人の命（急性死亡リスク）にしないで、人が一年間住めなくなるような状態を作る土地汚染が、例えば  $10^{-6}$ 以下、つまり 100 万年に一回を超えないようにしようすべきだった。そうすると、多分一桁、要求水準が上がると思う。そうすると、フィルタード・ベントをちゃんと整備しないとイケないとか、

## 【取扱い嚴重注意】

自動的に規制がかかっていく。つまり、年間 20mSv を超えるような所を作らないよう、セシウムやヨウ素をばらまかないように、フィルターをきちんとするということが、求められることになるはず。そういう安全目標にすればよかったと反省している。

- ・安全神話と言われるが、私どもは、そういうディフェンスラインとしての防災対策も含めて安全を確保するという議論をずっと議論してきた。自治体の方にもそう説明してきたし、実際に防災訓練もやってもらってきた。
- ・でも、安全目標も途中で投げられてしまって、（平成 15 年 12 月の中間とりまとめの）後をフォローしてくれなかった。最後は、鈴木篤之原子力安全委員会委員長（平成 18 年 4 月から平成 22 年 4 月）に、リスク情報を活用した安全規制の導入に関するタスクフォースの座長（平成 16 年 4 月から平成 19 年 9 月）であった矢川元基氏が、原子力委員会委員室へ来て、安全目標について「あれは原子力委員会ですらやってくれよ」と言ってきた。たしか、矢川氏が岡先生と相談して前進するには私に頼むしかないということになって、私のところにきたと、後で、岡先生だったか平野氏からか解説を聞いた。

※平成 16 年 7 月から平成 18 年 3 月の安全目標専門部会（部会長は岡芳明氏。矢川元基氏は委員ではない。）では、性能目標案について検討し、平成 18 年 4 月 6 日に、安全委員会に「発電用軽水型原子炉施設の性能目標について—安全目標案に対応する性能目標案について—」として報告し、以後開催されていない。リスク情報を活用した安全規制の導入に関するタスクフォースは、平成 16 年 4 月に、リスク情報を活用した安全規制の導入に関する事項について調査審議を行うために設置され、平成 19 年 9 月 20 日に、矢川主査氏が安全委員会会合において、報告書「リスク情報を活用した安全規制の導入に関する関係機関の取組みと今後の課題と方向性—リスク情報のより一層の活用と進展に向けて—」を報告して廃止された。なお、平成 22 年 12 月 2 日の「原子力安全委員会の当面の施策の基本方針について」において、「安全目標の明確化とリスク情報活用に向けた検討」が基本的考え方として提示されている。

### （9. 関連）

- ・1980 年代（昭和 55 年～平成元年）だと思うが、三陸の岩手県の副知事から原子力発電所を設置したいという話があり、あそこは津波があるから駄目ですよと言った。そのこともあって、津波のことがちょっと気になって、どうなっているかを調べた記憶があり、1988（昭和 63）年の、東京大学地震研究所所長をやられた力武常次氏の論文「Tsunami hazard probability in Japan」（提供資料。T. Rikitake and I. Aida. 1988. Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 78, No. 3, pp. 1268-1278.）だけは当時見た記憶がある。図 4～7 に 2000（平成 12）年から 2010



## 【取扱い厳重注意】

(平成 22) 年までの津波の確率が書いてある。三陸はあるが、福島は(図 5 に)小名浜とあるが、ほとんど無い。三陸以外は津波の姿は見えない。1988 (昭和 63) 年の論文で、この頃は一瞬ぱっと見て、これは論外で、考える必要もないと思った。それ以来、津波に関心を持ったことはない。

### (10. 関連)

- ・もう一つ重要な外部事象はテロだが、これも日本ではほとんど議論されていなかったけれども、(米国の 2001 (平成 13) 年の) 9.11 の後は、結構真面目に考えなければならなくなった。
- ・国際約束 (国際取り決め) は、IAEA の INFCIRC/225 (核物質防護に関する勧告) が (核) セキュリティのガイドラインであり、改訂 4 版 (INFCIRC/225/Rev.4) が 2000 年 (※正しくは 1999 (平成 11) 年 6 月) に出た。これにより、各国は公安当局の協力を得て、どんなテロリストがどんな格好で襲ってくるかという設計基礎脅威を決め、それを踏まえて、対策を講じなさいというのが国際ルールになった。

※INFCIRC/225 は、核物質防護の具体的な水準の目安を設定し、加盟国へ勧告。

Rev.4 では、国が原子力施設を取り巻く脅威 (設計基礎脅威 (DBT)) を策定し、核物質防護対策の基本とすべきこと、情報管理の徹底を行うべきこと等を規定。

- ・日本は、9.11 が起きた途端に急いで (※) 原子炉等規制法を改正して、こういうルールを作った。ここは、国際的な圧力もあったのだろうが、割と世界標準に追いついてやってきたところと思う。

※INFCIRC/225/Rev.4 を受け、防護措置の実施状況を国が確認する制度の整備及び機微情報に対して罰則を伴う機密保持に係る法令上の規定の整備を行う原子炉等規制法の改正は、平成 17 (2005) 年 5 月。

- ・ただ、B.5.b の話は抜けていた。
- ・ここでの最大の問題は、セキュリティとセイフティの担当者の協力、もちろん、セキュリティでは情報公開はしない方がよいが、セイフティは情報公開すべきだということで、相反するものであるが、一方で、セキュリティ対策が、安全強化につながることもある。相補的と言うよりは Win-Win の関係だという問題意識を関係者が持っているべきだった。例えば、航空機対策について言えば、DG (非常用ディーゼル発電機) を二つ置くにしても、離して置くと、航空機に突っ込まれても片方の DG は生きる。このように同じ安全対策をするにしても、セキュリティのセンスを入れると別の姿が求められることもある。
- ・ところが、日本には、第 1 にはセキュリティの専門家はいない。しかも安全の専門家が、セキュリティの専門家と会話をする場がない。保安院の中でも、セキュリティのことは、みな口を閉ざし、自分たち (セキュリティ担当) だけでやるというこ

【取扱い厳重注意】

とになっていたようだった。

- ・もう一つ、セキュリティについて、世界の常識としては安全委員会の仕事であるが、  
どういふことか分からないけれども、安全委員会は所掌範囲外であると決めていた。  
私は（平成 16（2004）年 1 月に）原子力委員会に来て初めて知った。あの時は、松  
浦祥次郎氏が安全委員会委員長（平成 12 年 4 月～平成 18 年 4 月）だったが、「ど  
うしてなのか。」と聞いたところ、「これは、（安全委員会では）やらないことにな  
っている。」とおっしゃった。だから、安全委員会には、セキュリティのことを  
考えると、安全も得するということが頭に入っていないし、そういう利益を追求する  
マインドもない。
- ・原子力委員会（及び原子力安全委員会）設置法なり、原子力基本法を読むと、安全  
委員会は、安全の規制に係わることを所掌すると書いてあり、安全委員会のやるこ  
とは原子力委員会はやるなど書いてある。

※原子力基本法（昭和 30 年法律第 186 号）（抄）

（任務）

第五条 原子力委員会は、原子力の研究、開発及び利用に関する事項（安全の確保のための規制の実施に  
関する事項を除く。）について企画し、審議し、及び決定する。

2 原子力安全委員会は、原子力の研究、開発及び利用に関する事項のうち、安全の確保に関する事項に  
ついて企画し、審議し、及び決定する。

※原子力委員会及び原子力安全委員会設置法（昭和 30 年法律第 188 号）（抄）

（所掌事務）

第二条 原子力委員会（以下この章において「委員会」という。）は、次の各号に掲げる事項について企  
画し、審議し、及び決定する。

一 原子力利用に関する政策に関すること。

二・三 略

四 核燃料物質及び原子炉に関する規制に関すること（原子力安全委員会の所掌に属するものを除  
く。）。

五～七 略

八 前各号に掲げるもののほか、原子力利用に関する重要事項に関すること（原子力安全委員会の所  
掌に属するものを除く。）。

（所掌事務）

第十三条 原子力安全委員会（以下この章において「委員会」という。）は、次の各号に掲げる事項につ  
いて企画し、審議し、及び決定する。

一 原子力利用に関する政策のうち、安全の確保のための規制に関する政策に関すること。

二 核燃料物質及び原子炉に関する規制のうち、安全の確保のための規制に関すること。

三 原子力利用に伴う障害防止の基本に関すること。

四 放射性降下物による障害の防止に関する対策の基本に関すること。

五 第一号から第三号までに掲げるもののほか、原子力利用に関する重要事項のうち、安全の確保の  
ための規制に係るものに関すること。

2 略

※発電用軽水型原子炉施設に関する安全設計審査指針（平成 2 年 8 月 30 日原子力安全委員会決定、平成 13  
年 3 月 29 日一部改訂）（抄）

IV. 原子炉施設全般

指針 3. 外部人為事象に対する設計上の考慮

1. 安全機能を有する構築物、系統及び機器は、想定される外部人為事象によって、原子炉施設  
の安全性を損なうことのない設計であること。

2. 原子炉施設は、安全機能を有する構築物、系統及び機器に対する第三者の不法な接近等に対  
し、これを防御するため、適切な措置を講じた設計であること。

解説

IV. 原子炉施設全般

指針 3. 外部人為事象に対する設計上の考慮

「外部人為事象」とは、飛行機落下、ダムの崩壊、爆発等をいう。

- ・だから、安全委員会が安全とはこういうことだと勝手に決めて、自分たちはここだ

## 【取扱い嚴重注意】

けだと言うと、残りの部分の責任は、原子力委員会だという法律の立て付けになっていると聞いて慌てた。確か、有事法制の整備の際に原子力施設攻撃に関しては安全委員会が助言者になっているのだから、当然核セキュリティについて扱っていると思っていたから。で、私がここへ来てから、初めて（※）原子力委員会も、セキュリティは原子力委員会の責任だと宣言をして、それから取り組みだしたという経緯がある。

※原子力委員会は、昭和51年核物質防護についての内外の諸情勢の変化に対応し、我が国の国情に即した核物質防護のあり方について調査検討を進め、所要の対策の確立に資するよう、核物質防護専門部会を設置した（昭和53年10月、原子力安全委員会が原子力委員会から分離・設置。）。

※昭和56年3月、原子力委員会核物質防護専門部会報告書（昭和55年6月）を踏まえ、我が国の核物質防護の体制整備について原子力委員会決定。

※「原子力の研究、開発及び利用に関する長期計画の策定について」（平成16年6月15日原子力委員会決定）において、「電気事業の自由化の進展や新たに制定されたエネルギー政策基本法に基づくエネルギー基本計画の策定、原子力安全規制体制や企業活動における品質マネジメント体制の強化、原子力二法人の統合、人材育成に対する新しい取り組みの必要性や核不拡散、核物質防護努力の一層の強化の必要性の顕在化など、新たな状況も生じてきています。」との記載がある。

- ・ 挙げ句の果てには、この間、大阪の学会（平成23年10月24日～25日の第19回原子力工学国際会議（ICONE-19））で、この当時のNRC委員長であった Nils J. Diaz 氏（NRCの委員長としての在任は2003～2006（平成15～18）年。）が「B.5.bをちゃんと真面目に適応していたら、福島は何も無かった。」（※）と講演していた。

※元NRC委員長である Nils J. Diaz 氏は、平成23年10月24日から25日に開催された第19回原子力工学国際会議（ICONE-19）において、「B.5.b - type safety enhancements, if effectively and timely implemented in Japan, should have mitigated the events facing the operator of the Fukushima Daiichi reactors, and very specifically dealt with “station blackout” and cooling of core and fuel pools.」（もし仮に、日本でB.5.b型の安全性強化策を効果的かつタイムリーに実施していれば、福島第一原発の運転員が直面した事態は軽減されていたであろうし、とりわけ、SBO並びに炉心及び燃料プールの冷却への対処がなされていたであろう。）と述べている。

- ・ しかし、当時の米国は、そんなオープンには言っていなかった。そのことを学会でこのように言うようになったのは、ものすごい変化。でも、後で言われてもと感じた。
- ・ Nils J. Diaz 氏の発言が本当なら、大事故が防げたかもしれないが、米国のB.5.bに

## 【取扱い厳重注意】

ついて、昨年（平成 23 年）の NRC の委員会会合で、米国は日本を含む国々に考え方を伝えたとの発言があったので、関係者に聞いたところ保安院に伝えたとわかった。原子力委員会は安全委員会が引き受けないというので、核セキュリティの基本政策を所掌しているが、このことは世界の常識ではないこともあって、こういう情報は私のところには寄せられていない。基本政策だけだから、この考え方のもとになる公安当局との設計基礎脅威の議論にも関与していない。よって、原子力委員会はこういう動きを何も知らなかった。保安院は、あの情報を入手したら、原子力安全の人とちゃんと共有し、安全の立場から見ても利益のある追加対策を使用済燃料プール等に施しておく、少なくともそういう観点からの取扱いをどうするのがよいか内部で協議すべきだったのではないか。

- このような動きが取られなかったのはなぜかといま考えると、当時の関係者の振る舞いや心理状態を確認した結果ではないが、やはり、その背景として日本社会の役所の減点主義の空気が作用したのではないかと感じる。

### 3 安全委員会の在り方について

(指針策定作業について)

- (指針は十分かつタイムリーなものが出来ていたかについて) それは無茶苦茶だった。とにかく、安全委員会というのは、仕事を決める (= 始める) 時に、期間を決めない、不思議なところ。
- 一番すごい例は、立地審査指針 (原子炉立地審査指針及びその適用に関する判断のめやす)。この改定作業を行った、(原子炉安全基準専門部会の) 立地小委 (立地評価小委員会や安全審査指針等検討小委員会) の主査は、都甲泰正氏 (故人) や佐藤一男氏のように、だいたい、途中で仕事をほうり投げて、安全委員会委員になった。立地小委というのは、(1979 (昭和 54) 年 3 月 28 日の) TMI 事故ぐらいの時に、立地指針を見直そうという話が始まって (昭和 54 年 3 月 19 日に設置され、その後) 綿々と、立地審査指針の改定を目指した。主査 (の都甲氏) がやめてまた (その後、佐藤氏、藤家洋一氏、須田信英氏 (故人)、相澤清人氏 (故人) と) 次々に代わったが、議論は続き、改定作業は終わらなかった。
- 最後は、相澤清人氏 (故人) が主査をやっており、私は、「もう、やめろ。」と、「これだけやって、3 代も 4 代も委員長 (主査) が代わって出来ないのだから、立地審査指針改定作業は出来ないという結論を出しなさい。」と言った。どこかで、強く言って、須田信英氏 (故人) が担当の安全委員会委員だったが、やめると決めていただいた。というように、本当にひどいところだった。

※立地審査指針は、昭和 39 年 5 月の原子力委員会決定により策定され、以後、平成元年 3 月に ICRP (国際放射線防護委員会) の新勧告を反映させるための用語変更及び単位変更の改訂以外、一度も改訂されていない。立地審査指針の見直

## 【取扱い厳重注意】

しに関しては、原子炉安全基準専門部会（原子力安全基準・指針専門部会の前身）において議論され、その下には、立地評価小委員会（昭和54年6月～昭和60年3月、主査は都甲泰正氏（故人））、安全審査指針等検討小委員会（平成4年7月～平成11年9月、主査は佐藤一男氏、藤家洋一氏（平成5年の第7回から）、須田信英氏（故人、平成7年の第14回から）、相澤清人氏（故人、平成11年の第30回から））等が設置されていた。

※都甲泰正氏（故人）は、立地評価小委員会の主査であり、原子炉安全基準専門部会の部会長代理であったが、昭和63年6月の安全委員会委員への就任に伴い、部会長代理を辞任している。なお、平成5年2月～平成10年4月は安全委員会委員長であった。

※佐藤一男氏は、安全審査指針等検討小委員会の主査であったが、平成5年2月の安全委員会委員への就任に伴い、主査を辞任している。その後、平成10年4月～平成12年4月は安全委員会委員長であった。

※藤家洋一氏は、平成5年4月から安全審査指針等検討小委員会の主査であったが、平成7年4月の原子力委員会委員への就任に伴い、主査を退任している。その後、平成9年1月から原子力委員会委員長代理、平成13年1月から平成16年1月まで原子力委員会委員長であった。

※須田信英氏（故人）は、平成7年9月から平成11年4月まで安全審査指針等検討小委員会の主査、平成11年4月から原子炉安全基準専門部会の部会長であったが、平成12年4月の安全委員会委員に就任に伴い、部会長を辞任している。その後、平成15年4月まで安全委員会委員であった。

※相澤清人氏（故人）は、平成11年6月から安全審査指針等検討小委員会の主査であった。

・耐震設計審査指針だってそう。（平成7年の）阪神・淡路大震災が起こったって、修正するか否かと検討したものの、修正は不要とした。その後も改訂作業を始めても何で直すかという議論が続いた。

※耐震設計審査指針については、昭和53年9月29日に原子力委員会が策定し、昭和56年7月20日に原子力安全委員会として策定。その後は、ICRPの1990年勧告の取り入れに伴う平成13年3月の改定以外、平成18年9月19日に改定するまで改定されていない。

※平成7年に兵庫県南部地震を踏まえた原子力施設耐震安全検討会が設けられ、指針の妥当性について検討が行われた。検討の結果、妥当であることが確認されたが、この際、原子力施設の耐震安全性に対する信頼性を一層向上させるための努力が引き続き必要との提言がなされた。この提言を受け、安全委員会では、平成8年度から指針改定に向けた整理を始め、平成13年から耐震指針検討分科会を設置し改定を議論した。

## 【取扱い厳重注意】

- ・私は、安全目標専門部会の部会長を引き受ける時は、嫌みったらしく、「これは 2 年間でやります、仕事はこうやって引き受けるものです」と言って引き受けた。仕事は、本当は、こうやってやるもの。
- ・安全委員会の仕事は、ありていに（端的に）言うと、現状肯定論が多く、聞いていて（参加していても）気に入らなかつた。共通問題懇談会のレポートも、任意だからなのかしらないが、結論のところ、時間（期限）が入ってない。他の仕事も、何となく締切りを意識しないやり方でやっていた。
- ・確か、専門委員の任期の制度が無かつた。だから、現状肯定論になると思っていた。学会では、基準を作る委員会などはみな、きちっと厳しく任期制になっている。任期というのは割と重要なことだが、安全委員会は本当に何にも無い世界だった。

※安全委員会事務局によると、専門委員の任期についての内規は、以下とのこと。

- ・平成 17 年 4 月より前：内規は決まっていない。
- ・平成 17 年 4 月以降：任期 3 年、連続 3 期（9 年）まで。ただし、特段の必要がある場合は 1 期（3 年）限り、再任可。
- ・平成 20 年 4 月以降（現在まで）：任期 2 年に変更。連続 5 期（10 年）まで。
- ・村主進氏は安全設計基準部会の部会長を十何年やっていた。永遠に部会長という感じ。僕はそういう人の前で、任期が無いのはおかしいって言っていた。そういう世界だったから、タイムリーに新しいことはできない。自分が若い時に作ったルールを、その人は直すわけにはいかない。だから、任期がないと駄目。新しい人は、新しいことをしたいと思ったら、自分のイニシアチブで、新しいものができる。それが安全委員会委員よりも、任期の長い人（専門委員）が部会長をやっているやたら古いことに詳しいのだから、安全委員会委員もそれができない。

※原子力安全委員会原子炉安全基準専門部会（原子力安全基準・指針専門部会の前身）において、村主進氏は、昭和 57（1982）年 1 月～平成 10（1998）年 11 月までの約 17 年間部会長を勤める。

- ・しかも、部会長をやったような人たちが、安全委員会委員になるので、自分たちのやったことをなかなか変えられない。特に国の行政に関わるところは、その分野に 10 年以上いたら駄目。大学ではないが、10 年経ったら分野を変えるとかしないと、新しいことがなかなか出来ない。
- ・役所で、先輩のものをいじれないのと同じ。顧問（専門家）がそうだったらどうしようも無い。
- ・といいながら、私もここ（原子力委員会委員長）を 9 年目だから、今季限りにしないといけない。

（「二次審査」という仕組みについて）

- ・安全委員会は、新しいイニシアチブを起こすことがすごい難しい仕組みだった。耐

## 【取扱い厳重注意】

震設計指針も、内容の半分以上は構造の基準で、その部分は、設置許可マターではない。だから、自分で審査しないものについてのルールを作っている格好になるのだから、力が入らない。

- その問題は、他にもあって、例えば技術的能力の指針（原子力事業者の技術的能力に関する審査指針、JCO 臨界事故を踏まえて平成 16 年 5 月に策定）。この判断をしているのに、それ以前は指針も無かった。設置許可申請書に、社員のリストと、学歴が書いてあるのを審査しているだけで、何の意味もない。実際には、保安規定に教育訓練などの義務が述べられていて、ここが大切なのだ。しかし、安全委員会では、審査できる対象の情報はそれしかないから、指針もいらないという。でも、何かいうべきではと言い、作ってもらうようにした。
- だから、基本設計の審査と、後段審査としての 2 階建て構造に大きな問題がある。1 階建て部分の基本設計だけを、安全委員会が見る。本当は 2 階がどう振る舞いをするか（＝詳細設計）が重要なものにも関わらず、そのルールを作っているだけという変な仕組み。
- AM もまさにそこが問題になった。ほとんどの部分は、実際は、このパイプをちょっとこっちに曲げればいいという、インプリメンテーション（実装）の世界。それは基本設計の世界ではないから、審査のしようがない。それで、安全委員会としてやりたいけど、規制体制上、やれないという矛盾の中で、あのような、ほうり投げるというか、保安院がしっかり見なさいという書き方になる。
- そこを強制規定にして、安全委員会ですると言い出したら、原子炉等規制法の意見を聴くという部分を全部書き換えなければならない。それはとても出来なかった。

※核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（昭和 32 年法律第 166 号）（抄）

（設置の許可）

第二十三条 原子炉を設置しようとする者は、次の各号に掲げる原子炉の区分に応じ、政令で定めるところにより、当該各号に定める大臣の許可を受けなければならない。

一 発電の用に供する原子炉（次号から第四号までのいずれかに該当するものを除く。以下「実用発電用原子炉」という。） 経済産業大臣

二～五 略

（許可の基準）

第二十四条 主務大臣は、第二十三条第一項の許可の申請があつた場合においては、その申請が次の各号に適合していると認めるときでなければ、同項の許可をしてはならない。

一・二 略

三 その者（原子炉を船舶に設置する場合にあつては、その船舶を建造する造船事業者を含む。）に原子炉を設置するために必要な技術的能力及び経理的基礎があり、かつ、原子炉の運転を適確に遂行するに足りる技術的能力があること。

四 原子炉施設の位置、構造及び設備が核燃料物質（使用済燃料を含む。以下同じ。）核燃料物質によつて汚染された物（原子核分裂生成物を含む。以下同じ。）又は原子炉による災害の防止上支障がないものであること。

2 主務大臣は、第二十三条第一項の許可をする場合においては、あらかじめ、前項第一号、第二号及び第三号（経理的基礎に係る部分に限る。）に規定する基準の適用については原子力委員会、同項第三号（技術的能力に係る部分に限る。）及び第四号に規定する基準の適用については原子力安全委員会の意見を聴かなければならない。

- しようがないので、JCO 臨界事故の後、監査という手続きでもって、意見を言えるようにした。不正事件があつてからは、なるべく意見を言うようにしたと思う。私は規制法には何も無いけれども、設置法は、何をやったっていいと読めるので、こ

## 【取扱い嚴重注意】

これはやらなければいけないと思ったことはどんどんやったらと言った。

※原子力委員会及び原子力安全委員会設置法（昭和30年法律第188号）（抄）

（所掌事務）

第十三条 原子力安全委員会（以下この章において「委員会」という。）は、次の各号に掲げる事項について企画し、審議し、及び決定する。

- 一 原子力利用に関する政策のうち、安全の確保のための規制に関する政策に関すること。
- 二 核燃料物質及び原子炉に関する規制のうち、安全の確保のための規制に関すること。
- 三 原子力利用に伴う障害防止の基本に関すること。
- 四 放射性降下物による障害の防止に関する対策の基本に関すること。
- 五 第一号から第三号までに掲げるもののほか、原子力利用に関する重要事項のうち、安全の確保のための規制に係るものに関すること。

2 委員会は、核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（昭和三十二年法律第百六十六号）第六十六条の二第一項の規定により受けた申告について調査し、関係行政機関の長に対して必要な措置を講ずることを勧告することができる。

（報告等）

第二十五条 原子力委員会又は原子力安全委員会は、その所掌事務を行うため必要があると認めるときは、関係行政機関の長に対し、報告を求めることができるほか、資料の提出、意見の開陳、説明その他必要な協力を求めることができる。

※安全委員会の規制調査（規制行政庁が行う設置許可等の後の後続規制に対する調査）については、平成11年のJCO臨界事故を踏まえ、「原子力安全委員会の当面の規制調査の実施方針について」（平成12年6月19日原子力安全委員会決定）を定めて開始し、平成14年の電気事業者の自主点検記録の不正問題を踏まえ、後続規制における科学的、技術的な合理性などを主な視点として、規制調査の実施方針を平成15年3月3日に決定し、実施している。

- ・安全委員会の委員の問題もあったが、事務局にも問題があった。そういうことをやるには、事務局がしっかりしなければならない。ところが、事務局長が、文部科学省人事で、ひどい人は、1年しかいなかったのではないかな。新しいことをやるという問題意識を持てるはずがない。
- ・安全委員会というシステムは、そういう意味では本当にかわいそうだった。2000年（平成12年4月）に、事務局がしっかりした時に、ガラポンする（すっかり入れ替える）必要があった。事務局は、100人体制にまであれだけ体制を充実して、力を発揮できる人的なリソースはもっていたと思う。事務局長がしっかりして、部会が目標管理して、リーダーシップを発揮していけば、相当なことができたと思うけど、そういう運用にはならなかった。
- ・一方で、保安院もまただらしなかった。これまた難しいが、保安院も、自分たちが1次審査で使うのだから、自分たちでしっかりルールを作って、安全委員会に対してこれでいいかと、けんかしてもよかったと思う。

（安全委員会がどうあるべきだったか）

- ・安全委員会という制度自体が気に入らなかつた。行政を手伝っていて一貫して意味が無い、単なる関所と思っていた。安全委員会は、ダブルチェックをやめてもっと色々な新しい問題を提起して行政庁に指示していくことが仕事ではないかと思っていた。



## 【取扱い嚴重注意】

- ・少なくとも、伊方の最高裁判決で、最新の知見を踏まえていないと駄目ということになったのだから、いつも最新の知見が反映されているかということを議論して、それをきちんと保安院にやらせるという仕事があったはず。それが一番大事な仕事であったと思う。裁判が続いて次第に安全委員会側が、それを反映する場が、指針の改定だと考えるようになったことは確かだと思うが。
- ・指針策定機関と考えれば、なんの問題も無かった。私のイメージでは、常に最新の知見をモニターして、常に指針を改定していくということに、専心努力すればよかったと思う。実際は、安全目標を作るなど努力はしたと思うし、MOXなど、それなりに新しい指針を作ってきたと思うが、どれだけ戦略的に作られたかとなると、検証しなければならない。
- ・それから、IAEA や世界の安全基準がどう変わっていった、その中で、日本の指針の位置付けがどうなっているかレビューして、こう直すべきだという、国際的な視点からの、チェック&レビューするという作業も足りなかった。
- ・イギリスがどうなっているかを、彼ら安全委員会委員は何も知らない。世界での津波のリターン・ピリオドが1万年ということは、安全委員会は知らないと思う。安全委員会にはそういう勉強する仕組みがない。それをミッションにすれば、よかったと思う。
- ・安全委員会がどうあるべきかを決めるのは、安全委員会ではないという孤立発想も問題。時には学術会議に「我々はいかにあるべきか」という第三者的なレビューをしてもらったかがあるかあってもよかった。原子力委員会は、原子力政策大綱を決めた後、自ら、政策評価で様々な人の意見を聞いて、実施状況をチェックし、困ったら、学術会議から第三者の意見を聞くこともやっている。
- ・安全委員会の場合、非常に重要なのは、国際相場（基準）との整合性だが、世の中がこれだけダイナミックに動いているのに、注意が不足していたと思う。
- ・松浦祥次郎氏も鈴木篤之氏も、INSAG のメンバーになっていて、そこで、国際的な情報を取る機会があったにも関わらず、どうしてそれが、委員会の中長期の業務計画に反映されなかったか不思議である。
- ・班目氏は委員長になって、彼は学会基準をやっていたから、内外差をよく知っていた。で、そこに着目して、彼のビジョンで新しくやろうということを決めたが、時既に遅し、であった。
- ・（原子力は）安全が一丁目一番地であり、本来、安全であれば良いわけである。しかし、置かれた状況から安全目標などの一丁目一番地の議論に、あまり力が入らず、説明とか安心に関心がいったのかもしれない。
- ・私は、安全目標こそ、一丁目一番地とっていて、安全目標専門部会で議論をした。中間報告の後も、もっと熱を入れて応援した方がよかったかも。（先程述べたように）中間報告の後、途中でどこかに消えてしまった。

## 【取扱い嚴重注意】

- ・安全委員会でのそういうものの考え方がよく分からない。地震もそうだが、何であっても、原子力安全は、最初から最後まで「How safe is safe enough?」（どの程度安全であれば、十分に安全と言えるのか。）を考えることが大事だと言われてきた。そのコンセプトがどうして、安全委員会でプライオリティが上がってこなかったのかが分からない。

### 4 福島原発の事故対応について

- ・世界の常識として、設置者が、オペレーターが最初から最後まで責任を持つ、ありとあらゆることについて、意志決定をして責任を取らなければならない。
- ・国の役割はあくまでも、オンサイトについては、オペレータがやっていることが正しいことかどうかだけをモニターすること。
- ・安全委員会が、政府のアクションに対するアドバイザーである趣旨はそういうこと。
- ・プラントにおいては、AM ではないが、事業者はありとあらゆることを考えて、対策のマニュアルが出来ていなければならない。それを日々訓練しているわけだから、政府はそれができていることをモニターすることだけである。政府は責任がとれない。バルブを開けと命令しても、自分の会社のものでないのに、責任がとれるのかというと、それは絶対に出来ない。オンサイトの人に命令してはいけない。
- ・もちろん、事業者がとんでもなく間抜けで、どうしようも無くなったらやらなければならないかも知れないが。しかしそれは、そもそも、そういう人達に発電所を運転させてはいけないのである。
- ・今回、事業者が何も考えられなくて、どうしようも無いから助けてくれという状況で、あれやれこれやれと言わなきゃならないと思ったとしても、国としては知恵を出してあげて、ああやった方がよいのではないとアドバイスするだけで、やるかやらないかは、事業者の責任だ。私は、そういう意味でのアドバイスは一生懸命やった。尾本彰氏（東京電力顧問。原子力委員会委員（非常勤））も、東電の OB グループも、私も、東電に意見を言ったが、それはあくまでもアドバイスであって、命令ではない。
- ・所長の夜中のベント指示だが、あの場合、明らかに最初から、減圧、ベント、海水という三点セットが常識で、彼ら東京電力もその問題意識はあったはず。もう少し早くならなかったのかという話である。官邸がベントをしろとわめいたというが、どういうコンテクスト（文脈）だったのか、私には理解不能。
- ・官邸のやることは、そうあることを予期して、オフサイトの取組について万全を期すことが一番大事。その部分は、直感的に行っただと理解するが、3, 5, 10, 20 キロと避難区域を伸ばしていったことは、beautiful と言えるぐらい、きちんとやっていったと思う。
- ・政府としてあと一つは、実力組織（自衛隊等）を持っているので、東電が要請した

## 【取扱い嚴重注意】

ことに、的確に伝えるということが、政府の取組として、サポートすることとしてあっていい。今、新しく議論しているわけだが、72時間は自分たち（事業者自身のみ）で全部賄えるようにするべしと議論している。世界常識である72時間か、電力の人が昨日言ったように、1日ぐらいか、その線をどこに引くかは大変難しいが、公的なサポートがあった方が、トータルとしては合理性があると思う。例えば、発電機を運ぶ時に、地震が起こって道路がとんでもない時は、実力組織（自衛隊等）がそこをちょっと伸ばして海から運ぶなど、助けることがあって良いと思う。私の理解では、細野豪志氏（当時、総理大臣補佐官。現在は内閣府特命担当大臣。）が言っていることは、そういうことについて政府が声を掛ける役割を担えるようにしたいということと理解している。

- ・ IAEAの基準、常識に照らして、日本政府の今回の対応は、本当に不思議。世界中から変に見られている。総理がベントと言ったというのは、世界中で信じられないと言われている。お前の国はどうなってるのかと言われた。
- ・ そう言われても、困ってしまうが、総理が言ったら、しょうがない。本当に対応が難しい。班目氏も苦勞されたと思う。結果としてそうってしまった。
- ・ しかし、ベントは確かに遅かったと思うけど、私はそれと関わりなく、当事者はちゃんと事故対応をやったと思う。
- ・ ベント指示の前の日の夕方6時くらいの段階で、ベント、海水、減圧に取り組みなければならぬ状況だったと思う。そこから、図面を引っ張り出して、いろいろと対応を検討してやっていた。ただ、本社との関係で問題はなかったか。多分一番詳しい（副社長の）武藤栄氏が、誰も居ないオフサイトセンターに行って、本社に居なかった。そういうことは起こりうることなので、それを踏まえて、本社機能は何かと事前に検討しておくべきだった。ありとあらゆる図面が本社にないとうしようもないわけで、通信容量が無い中だから、出来なかったのかもしれないけど、本社がさっとプランニングをしてもよかったと思う。
- ・ いろいろ反省すべきことはあるが、政府が適切にガバナンスを発揮した結果と、政府なかりせばの結果とがどう違ったか。評価は難しい。外国からの援助とか、現場で役に立ったことも結構あり、それは日本国というものがあつたからというところが結構あると思う。そういうのは政府をひっぱがして考えるわけには行かない。
- ・ あとは言葉の行き違いとか、そういう世界で、可哀想な話ばかりなのではないか。

### 5 核セキュリティについて

- ・ オンサイトは当事者の責任でやってもらわないといけないが、今、そのことについて議論している。セキュリティ、テロはやっかい。
- ・ なぜかというところ、日本は民間組織が武器をもてないので、オンサイトのことで、相手が武器をもって攻めてきたら、警察なり、武装した人に入って（オンサイトで

## 【取扱い厳重注意】

直接対応して) もらうしかない。ここが外的と違う。ただし、その時も、事業者が拱手傍観して良いかという、それは、駄目で、手伝えと言っている。

- ・今新しいルールを作っていて、第一義的責任は事業者としつつ、実力組織を待機させるので、彼らが働きやすいようにしろとか、サポートすべく最低限の努力をしろとか書くつもり。

外的事象のリスク及びAMの認識、外的事象PSAの技術水準等について

1. 我が国の原子力安全規制行政においてシビアアクシデントを意識した取組が開始されたのは、TMI事故後の1980年代に入ってからである。具体的には、世界の主要国で確率的リスク評価（PRA）の結果を踏まえた安全性向上策や定量化されたリスクを指標にする安全目標に関する議論が行われていることを受けて、工学的安全施設が共通原因故障で起動しない、あるいは操作を誤るなどの事態がシビアアクシデントを招く可能性が少なからずあるというPRAの結果から得られた知見を踏まえて、そのような標準的ではないプラント状態を誤解なく認識して運転できるためのSPDSあるいは運転支援システムを設置することやその提供する情報も踏まえた適切な運転操作に関する手順書（兆候ベース手順書）を整備するべく検討が開始されたのである。

しかしながら、こうした議論の基本になる国内の原子炉についてのPRAは公的機関においてはプラントの運転管理の在り方に係る情報が入手できず、機器の故障率データが整備されていなかったために、なかなか実施されず、原子力工学試験センター安全解析所でモデルプラントのPRA/PSAが実施されたのは1980年代後半になってからであった。実プラントのデータが入手できない日本原子力研究所はもっぱらPRAの方法の開発整備に力を注ぎ、1985年までには地震や火災を起因事象とするPSAの方法論の開発にも着手していた。

2. 1980年代、原子力発電に運転に係る情報の効果的活用の重要性の認識が高まり、国際的な情報交換などの共同作業が行われるようになったことを受けて、原子力工学試験センターに原子力発電安全情報研究センターが設置された。この運営に関する諮問委員会として設置された原子力発電安全情報高度化委員会（小生が委員長）では、このセンターの使命である原子力発電に関する事故・故障情報から教訓を引き出す作業に関連して、海外のPRAへの取組や規制活動についての情報、特に米国におけるシビアアクシデントに関する研究や安全目標を巡る議論も必然的に調査することになった。その結果、上述の取組みについても我が国としてどう対応するべきか意見交換がなされ、SPDSの設置、兆候ベース手順書の在り方の整備作業に併せて、兄弟組織である安全解析所の活動

【機密性2情報】

としてモデルプラントのPRAの実施などを提起し、実施に向けての世論作りを行っていった。

3. 1986年にチェルノブリ事故が発生した。この時期、資源エネルギー庁はエネルギー調査会原子力部会において原子力政策の見直しを行っていたので、この部会報告である「21世紀の原子力ビジョン」には、こうした場で議論されていたヒューマンエラー対策、シビアアクシデント対策、事故拡大予測システムの研究や緊急時手順書の充実を中心とする取組推進の提言が組み込まれた。そして、これらの取組みは、直ちに「セイフティ21計画」として推進された。モデルプラントのPSAの実施、「ヒューマンファクター」という運転者に任せていた領域についての研究を国が推進するべく上述の安全情報研究センターにヒューマンファクター研究センターが併設されたのもその一部であった。

4. 原子力安全委員会は、チェルノブリ事故後直ちに、事故調査委員会を立ち上げ、翌年5月には報告書を取りまとめた。そのなかでは設計基準事故を超えた事象の理解を深め、運転管理面に適宜反映することなどが勧告された。委員会は、これを受けて海外動向のレビューも踏まえてシビアアクシデントの考え方、シビアアクシデント時の格納容器の機能、ソースタム、複数立地、PSA等について検討する共通問題懇談会（座長は佐藤一男氏）を直ちに設置し、これらの検討を開始した。

この懇談会は1992年に報告を取りまとめた。この報告を受けた原子力安全委員会は、1) 原子炉設置者において効果的なアクシデントマネージメントを自主的に整備し、万一の場合にこれを的確に実施できるようにすることは強く奨励されるべきであると考え、2) 原子炉設置者においては、原子炉施設の安全性の一層の向上を図るため、報告書が示す提案の具体的事項を参考としてアクシデントマネージメントの整備を継続して進めることが必要である。また、行政庁においても、報告書を踏まえ、アクシデントマネージメントの促進、整備等に関する行政庁の役割を明確にするとともに、その具体的な検討を継続して進めることが必要である。等のことを決定した。

5. この間、米国においては、NRCがシビアアクシデントに関する政策声明を出した後、1988年の運転者宛手紙（GL88-20）で個別プラントのPRAの実施を奨励したが、これは内部事象に起因するリスクの評価

を求めたものであった。しかし、NRCは、同時に外部事象推進グループを設置して、運転者に評価を要求すべき外部事象のリスクを評価するための有望な技術の調査を開始した。このグループは、国立研究所 LLNL と EPRI が実施した各プラントサイトの地震ハザードの比較検討を行うなど、各運転者が PRA 作業を実施するのに使用できる標準的なツールとデータを特定した。そして、その結論を踏まえて、NRCは1991年に運転者に対して IPE の結果に地震、洪水、火災、火山、異常気象等の外部事象に起因するリスクの評価を付加する作業である IPEEE の実施を1994年までに完了するよう求めた。

6. 共通問題懇談会の議論において、PRA/PSA でいかなる外部事象を考慮すべきかがテーマに取り上げられた記憶はない。当時は、上にあるように、これらに係るリスクを定量的に評価する方法論はなお内外の学会で議論されている段階で実務に使える段階には至っていないとの認識であったし、外部リスク解析結果を含めた実際の炉の PRA の結果が利用可能ではなかった。したがって、それらに起因するリスクが原子炉のリスクに占める割合についての認識を関係者が共有することはなかった。

もちろん、共通問題懇談会は、NRCが5つの代表的プラントのリスク評価結果を1991年に公表した報告書 NUREG 1150（ここでは外部事象のリスクは二炉についてのみ分析された）をドラフト段階からレビューしている。ただ、この結果は、外部事象を含めた解析結果における地震リスクの寄与度合が二つのプラントで大きく異なっており、これの主因は地震ハザードの推定の仕方が確定していないことによると理解された。また、米国の耐震設計の考え方は敷地直下に M6.5 の震源を想定する我が国より甘いとの認識もあって、この結果を直ちに云々するのではなく、日本原子力研究所で開発に着手されていたこの地震ハザードの策定方法を実用化する取組の成果を待つべきとの思いをもった。

なお、共通問題懇談会の報告には、こうした議論の形跡はない。それは委員会メンバーの関心は、ほとんどがシビアアクシデントを従来の立地指針や原子炉設計審査指針、防災指針の体系とどう関係づけるか、シビアアクシデントマネジメントの手段として海外で採用が進められていた格納容器ベント機能を取り入れる場合、格納容器を安全確保の最後の砦としてきたこれまでの安全論理とそれをどう整合させるかなどにあり、その概念整理に多くの時間が使われたからである。

【機密性2情報】

7. この原子力安全委員会提言がシビアアクシデントマネジメントに関して自主的取組を強く奨励することを選択したのは、当時は国内プラントの PSA もそれから導かれる SAM の取組の内容も発展途上にあったから、直ちには処方箋的な強制規定を策定することは不可能であり、事業者に対して取組の方向性を示し、継続的にその取組を誘導していくことが合理的と判断したからである。ただし、原子力安全委員会として、方法論の整備に併せて PSA のスコープを拡大していく等の要請を行わなかったこと、当時の我が国には米国の LLNL のようなこれを作成する能力を備えた組織がなかったのだから、原子力関係者が地震学界と交流しながら地震 PSA のための地震ハザードの作成に投資することを求めることもしなかったこと、さらに、こうしたことはおろか、そこに述べた取組についても期待されるスケジュールを示さなかったこと、さらには、委員会として、安全目標を定めること、内外動向を調査し、その結果に基づいてこれらに係る事業者の取組を適宜に誘導する取組も行わなかったことは、今から考えると不適切。

米国の場合、シビアアクシデント対応は我が国と同様、運転者の自主的対応とされているものの、規制当局が安全目標を定め、PRA の方法論を整備し、IPEEE を通じて、運転者に対してそれらを考慮したプラントリスクの把握を求めたことから、運転者は、その後においては、それらを含む全ての取組においてリスク感度を念頭にその質について絶えず気配りしながら、行動していた。

8. 小生は、通産省原子力発電技術顧問として、予防保全部会等の部会長に任じられていたから、1) 定期安全レビュー制度を創設して、これに PSA の実施を含めることにより、この成果を公開で評価する際に10年後の改良改善を求めることができるようにすること、2) 故障率データベースや外部事象を起因事象とする PRA の実施手順書を整備していくことにより、これを民間が実施できる環境を整備すること、3) 外部事象も考慮に入れたリスクを指標とする安全目標を制定して、広範な安全の質の保証が追求される環境を整備すること、等を目指した。

その結果、1) は行政の採用するところとなり、2) は NUPEC にそうした取組を推奨した結果、NUPEC は1994年度から原研の成果の移転を図り、地震 PSA や火災 PSA 手法の研究開発に着手した。また、2000年頃からは、原子力学会等において PSA 手順書の整備が開始され



た。3)は2001年から原子力安全委員会において専門部会が立ち上がった。この部会の議論においては、指標となるリスクはIPEEEに基づくものであるとの了解が当初よりあったと理解している。

9. 津波については、1980年代に、三陸沿岸に原子力発電所を立地できないかとの相談を受けたこともあり、一時関心を持ったが、手に入ったのは力武先生の研究論文だったとの記憶がある。ただ、それによれば100年のうちに浜岡や三陸では10m級の大津波が来襲する可能性があると言われていたが、福島沖には断層モデルがないため、過去の経験から判断するしかないが、今後100年のうちに来襲することがあるとしても1m程度のものであると言われていたので、それ以来、関心を持つことはなかった。

10. テロもまた重大な関心を持つべき外部事象のひとつである。これについては、9.11以後、原子炉等規制法が改定され、設計基礎脅威(DBT)が公安当局の協力を得て策定され、事業者においてこれを踏まえた対策を講じることが義務化されるなど、急速に規制体制の整備が進んだ。

ただし、安全確保と核セキュリティ確保の要求には相反的なものと相補的なものがあるから、二つの規制当局間では絶えず協議が必要であり、なかでも、核セキュリティ上の要求で安全強化につながるものについては、この協議を通じて、安全確保の面からの考察も加えて措置内容を決めていくのが合理的である。しかしながら、原子力安全委員会は、その定めた安全設計審査指針において人為事象に対する安全設計上の考慮を要求しているにも拘らず、こうした取組の基本方針を示すことはなかった。したがって、我が国の規制当局における二つの担当課において積極的にそうした協議が行われることはなかったようである。米国からの核セキュリティの取組強化に関する情報が安全規制分野と共有されなかった遠因もここにあると思料する。

なお、2005年になって、原子力委員会は原子力政策大綱において核セキュリティを所掌事項であると宣言し、2011年に至って最新の国際規範であるIAEAの基本原則の公表と同時に、我が国における核セキュリティに係る取組の基本方針を制定し、そこでこのような考え方を示したところである。

## TSUNAMI HAZARD PROBABILITY IN JAPAN

BY T. RIKITAKE AND I. AIDA

### ABSTRACT

An analysis of future tsunami hazard on the coast of the Japanese Islands is made in terms of probability for a coastal site being hit by a tsunami, of which the wave height exceeds a certain level during a period from 2000 to 2010. Tsunami wave height at a site on the Pacific coast is estimated mostly based on numerical experiment, in which a typical fault model of the tsunami-generating earthquake is assumed. Meanwhile, probability of the tsunami-generating earthquake occurring during 2000 to 2010 is evaluated either from historical data of earthquake occurrence or from near-shore crustal strain accumulation.

Combining the wave height estimate with the probability evaluation of tsunami occurrence, probabilities of a site being hit by a tsunami, of which the wave height exceeds certain levels, are evaluated on the Pacific coast. It seems that the probability for a violent tsunami, of which the wave height exceeds 5 m, is highest along the Pacific coast in central Japan, reaching a value of 41 per cent. On the other hand, a probability value as high as 69 per cent is found for a moderately large tsunami having a wave height of 1 m or so along the Shikoku and Kyushu coasts.

A crude probability evaluation is also made for tsunamis on the Japan Sea coast, where tsunami activity is substantially lower than that of the Pacific coast. The probability for a violent tsunami seems to amount to only 1 per cent or so for a 10-yr period. Similar probabilities for tsunamis excited by a distant source off Peru, Chile, Kamchatka, and Aleutian-Alaska are also evaluated. In this case, probabilities of tsunami wave height exceeding 1 and 3 m are, respectively, evaluated as 19 and 15 per cent on the Pacific coast, such probabilities being not quite negligible.

### INTRODUCTION

In contrast to seismic zoning or earthquake hazard analysis, very few analyses of future tsunami hazard have been conducted in Japan. Probably, the work by Takahashi (1951) is the only quantitative estimate of future tsunami damage on the Pacific coast of the Japanese Islands. The degree of future hazard is defined by the sum of squares of tsunami wave amplitude expected at a site on the coast during a 100-yr period. Assuming that the period of tsunami wave is approximately constant, the aforementioned quantity is proportional to tsunami wave energy that reaches the site concerned. Since the estimate relies on the historical record, it can be applied to the future only on the condition that the tsunami activity in the past can be extended to the coming 100-yr period.

Aida (1969) conducted a numerical experiment on tsunami wave generation and propagation based on the sea-bottom deformation caused by an earthquake. By now, such computer simulation of tsunami waves has developed so markedly that highly plausible wave height and form on a 200 m depth contour can be obtained based on an earthquake fault model determined seismometrically.

Meanwhile, it has in recent years become possible to evaluate probability of a major offshore earthquake occurring in seismic areas adjacent to the Japanese Islands on the basis of recurrence time of earthquakes and/or accumulation of

near-shore crustal strain (Wesnousky *et al.*, 1984). Although the accuracy of such evaluation is not always high, it is important that something can be said about future occurrence of major offshore earthquakes in terms of probability.

Combining numerical tsunami experiment and probability evaluation of offshore earthquake occurrence, it is possible to evaluate the probability of having a tsunami, of which the maximum water elevation exceeds a certain value, at a site on the coast provided various parameters of the earthquake fault model are given. As there are a number of potential tsunami sources, probabilities for all the sources are to be synthesized. The overall probability of tsunami hazard at any site on the coast will thus be evaluated.

The previously mentioned probability evaluation will here be applied to tsunami arising from sources off the Pacific coast of the Japanese Islands. Attention should be drawn to the fact, however, that a major tsunami sometimes occurs in the Japan Sea, although less frequently. Even a tsunami from very distant sources, such as from South America, Aleutian Islands, Kamchatka, and so on, sometimes hits Japan. A crude evaluation of hazard probability for tsunamis of these kinds will also be made in this paper.

#### TSUNAMI WAVES ARISING FROM A TYPICAL FAULT MODEL

Imminence of a great earthquake of magnitude 8 or so occurring in the Tokai (literally east sea) area off the Pacific coast of central Japan has become widely accepted not only by seismologists but also by the public at large in recent years. One of the most likely fault models of the anticipated earthquake, which is certainly associated with the subduction of the Philippine Sea plate, would be the one shown in Figure 1. The fault plane having a length of 130 km and a width of 60 km dips down to the west with an angle of  $34^\circ$  from the horizontal plane. The upward slip of the western side of the fault at the time of earthquake occurrence would amount to 3.8 m along the dipping plane, while a 1.3 m left-lateral slip would take place in the strike direction of the fault. The seismic

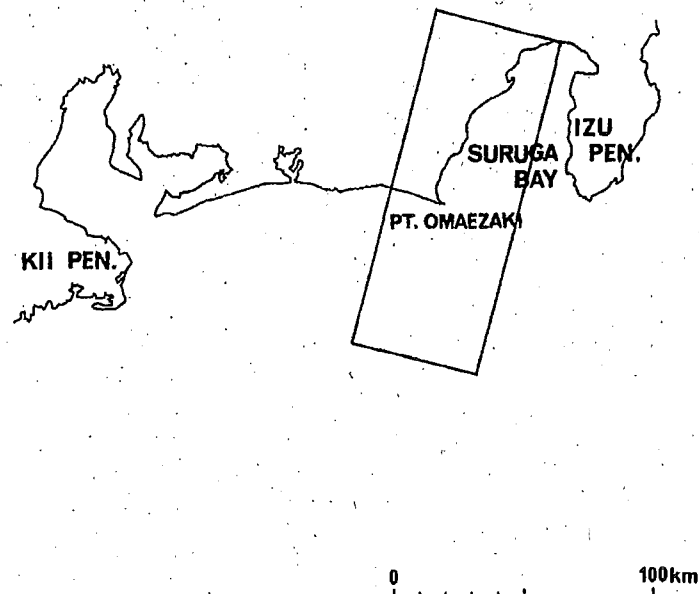


FIG. 1. Horizontal projection of the fault model for the hypothetical Tokai earthquake.

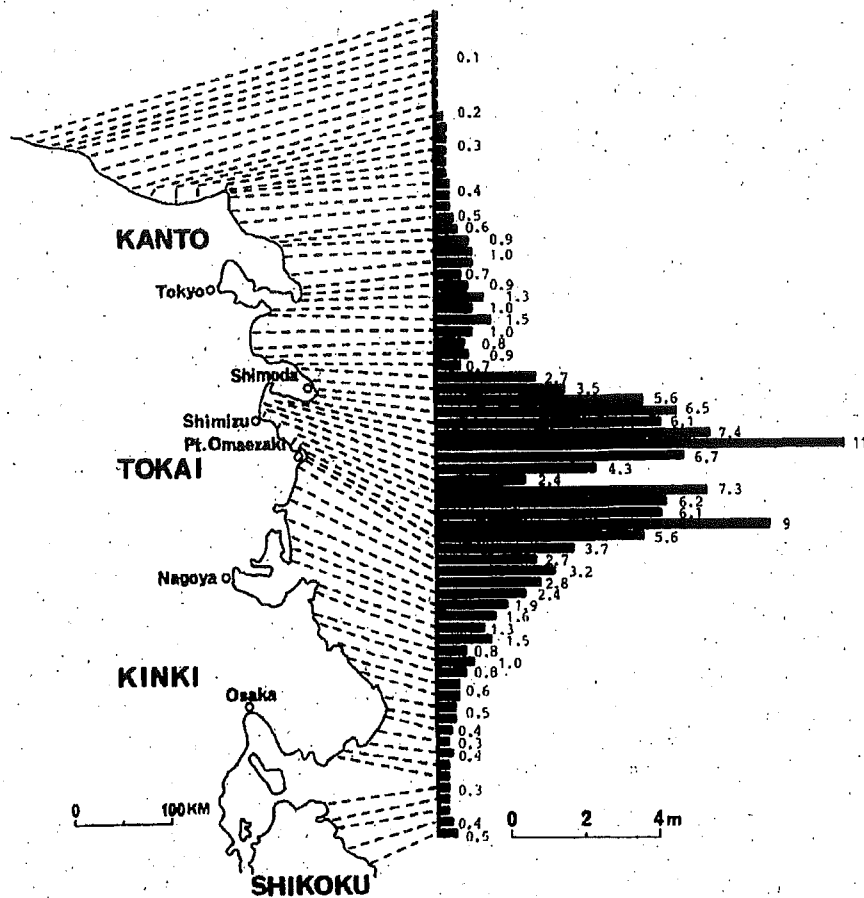


FIG. 2. Wave height distribution of the tsunami excited by the hypothetical Tokai earthquake of which the fault model is shown in Figure 1.

moment would amount to  $1.56 \times 10^{28}$  dyne-cm, which corresponds to a moment magnitude of 8.1. The model is a slightly modified version of the one proposed by Ishibashi (1981).

Aida (1984) estimated the behavior of tsunami wave on the 200 m depth contour based on the previously mentioned fault model. The wave height, which is defined by the total amplitude of the first wave, is then converted into the wave height at the nearest shore, taking into account the amplification factor during wave propagation over the continental shelf (Aida, 1977). In such a way, tsunami wave heights, that are likely to hit the Pacific coast in association with the hypothetical Tokai earthquake, can be estimated. In Figure 2 are shown the wave heights thus estimated at various seashore sites. Very large wave heights exceeding 5 m are to be observed at sites close to the fault assumed.

#### TSUNAMI-GENERATING EARTHQUAKES

Figure 3 shows the seismic zones from which major tsunamis on the Pacific coast are originated. The tsunami associated with the hypothetical Tokai earthquake is generated at the easternmost portion of zone VII. According to the existing studies on earthquake origin (Iida, 1983), typical fault models can be assigned to zones I, III, VI, VII, and VIII, although the details of those models are

put aside here for the sake of brevity (Aida, 1984). Probable tsunami wave heights from these sources can then be estimated on the Pacific coast in a fashion similar to the last section. For other zones, no representative models of tsunami source are known. However, wave height on the coast can be approximately inferred from the actual data of typical tsunamis in the past. It is therefore possible to estimate tsunami wave height at various sites on the Pacific coast on the condition that a tsunami is generated from one of the zones shown in Figure 3.

We are in a position to see how often a tsunami-generating earthquake occurs from the cited zones. Probability of a major earthquake of  $M = 7$  or over occurring in respective zones is evaluated primarily on the basis of historical records. When the number of historical earthquakes is sufficiently large, we make use of a Weibull distribution analysis for estimating mean recurrence period and thus occurrence probability. Meanwhile, we have to rely on a Poisson distribution in the cases of scarce data on the assumption that earthquake occurrence is stationary and random. Weibull distribution analysis is widely used in quality control engineering and was first introduced into the earthquake prediction study by Hagiwara (1974). The analysis is different from the Poisson distribution analysis because the probability increase after a particular earthquake can be evaluated.

Zone I, or the seismic area off Hokkaido-Kurile, can be divided into six sub-areas, each of which having been a seat of major earthquakes in the past. A Weibull distribution analysis of recurrence period is made for the data set as a whole, while a fault model that represents that of the 1952 Tokachi-Oki earthquake ( $M = 8.1$ ) is chosen as the typical tsunami source. As major earthquakes have already occurred in the 1950's, 1960's, and 1970's in all of these subareas, the probabilities of having a major earthquake off Hokkaido-Kurile during a period from 2000 to 2010 are not high as can be seen in Table 1.

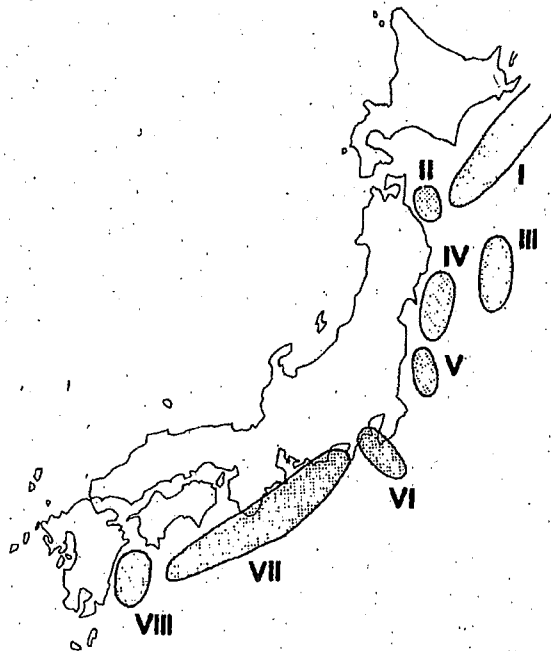


FIG. 3. Seismic zones for major tsunami-generating earthquakes off the Pacific coast of the Japanese Islands.

For zone III, from where the great 1896 Meiji Sanriku and 1933 Showa Sanriku tsunamis were originated, a fault model equivalent to that of the 1896 one is assumed, although the source location is somewhat shifted to the south because a conspicuous seismic gap exists there.

No historical data for evaluating occurrence probability of a major earthquake are available for zone VI. However, the crustal strain monitoring over the Sagami Bay area to the southwest of Tokyo is useful for probability evaluation. As for the fault model, the one for the 1923 Kanto earthquake ( $M = 7.9$ ) is adopted.

For the easternmost portion of zone VII, both historical data and crustal strain are available. The fault model assumed is already shown in Figure 1. The probability of having a great earthquake there exceeds 40 per cent for the 10-yr period in question. As for the middle and southern parts of zone VII, the probabilities are small because the 1944 Tonankai ( $M = 7.9$ ) and 1946 Nankai ( $M = 8.1$ ) earthquakes have already occurred there, respectively. In view of the small probabilities, the height of the tsunami wave from these parts of the zone is estimated by means of interpolation of the 1944 and 1946 tsunami data.

Zone VIII is known for frequent occurrences of earthquakes having a magnitude around 7, so that a fairly high probability is obtained (Table 1). As for the fault model, the one for the 1968 Hyuganada earthquake ( $M = 7.5$ ) is adopted.

No fault models are specified for zones II, IV, and V, but tsunami wave heights from these sources are estimated based on tsunami data in the past. Only a tsunami of 1 m or so in wave height is expected from these source areas.

#### OVERALL TSUNAMI HAZARD PROBABILITY

The information presented in the previous two sections makes it possible to evaluate the probability of tsunami wave height exceeding a certain level at a seashore site during a period from 2000 to 2010, as will be shown in the following.

As an example, let us evaluate the tsunami probability at Shimoda near the extremity of Izu Peninsula (see Figure 2). According to Figure 2, the wave height due to the coming Tokai earthquake at Shimoda amounts to 5.6 m. On the other hand, the probability of the said earthquake occurring during the period in question is evaluated as 0.41 (Table 1). The probabilities for Shimoda being hit by a tsunami wave caused by the hypothetical Tokai earthquake are then evaluated for wave heights equal to or larger than 0.5, 1, 2, 5, 7, and 10 m as 0.41, 0.41, 0.41, 0.41, 0, and 0, respectively.

The respective probabilities at the same site due to the Kanto earthquake or the earthquake arising from zone VI are obtained as 0.22, 0.22, 0, 0, 0, and 0. Similarly, the respective probabilities for the middle portion earthquake of zone VII are evaluated as 0.05, 0.05, 0.05, 0, 0, and 0. Meanwhile, those for the southernmost portion earthquake of zone VII amount to 0.04, 0.04, 0.04, 0, 0, and 0. No tsunami wave height exceeding 0.5 m is expected at Shimoda from other tsunami-generating areas shown in Figure 3.

Denoting the probability of tsunami wave height exceeding a certain level due to a tsunami from the  $i$ th area by  $p_i$ , the synthetic probability  $p$  is estimated by

$$p = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - p_i) \quad (1)$$

where  $n$  is the total number of tsunami-generating areas. Applying equation (1)

TABLE 1  
PROBABILITIES OF A LARGE EARTHQUAKE OCCURRING FROM OFFSHORE EARTHQUAKE AREAS DURING  
2000 TO 2010\*

No.	Earthquake Area	Mean Latitude (°N)	Mean Longitude (°E)	Mean Magnitude	Year of Last Earthquake	Mean Return Period (yr)	Probability for 2000-2010	Remark
Ia	Off Hokkaido -Kurile	44.5	151.2	7.9	1963	85.3	0.037	W
Ib		44.0	149.0		1958		0.050	
Ic		43.3	147.6		1969		0.021	
Id		42.6	146.2		1973		0.017	
Ie		42.2	144.6		1952		0.070	
If		40.7	143.6		1968		0.026	
II	Off Aomori Prefecture	40.7	142.4	7.3	1945	69	0.14	P
III	Off Sanriku	39.4	144.4	7.9	1933	107	0.089	P
IV	Off Miyagi Prefecture	38.2	142.0	7.4	1978	34.9	0.28	W
V	Off Fukushima Prefecture	37.2	141.6	7.5	1938	146	0.066	P
VI	Sagami trough	34.7	139.8	8.0	1923	159	0.22	W
VIIa	Nankai trough	34.7	138.3	8.0	1854	117	0.41	W
VIIb		33.9	136.8		1944		0.045	
VIIc		32.9	134.4		1946		0.042	
VIII	Hyuganada Sea	32.1	132.1	7.0	1984	7.2	0.68	W

\* P and W in the last column indicate that Poisson and Weibull distributions are used, respectively.

TABLE 2  
SYNTHETIC PROBABILITIES OF TSUNAMI WAVE  
EXCEEDING THE KEY HEIGHTS AT SHIMODA

Tsunami Wave Height (m)	Probability
≧0.5	0.58
≧1	0.58
≧2	0.46
≧5	0.41
≧7	0
≧10	0

to the probabilities for Shimoda, the synthetic probabilities of tsunami wave exceeding respective heights are evaluated (Table 2).

Similar probability evaluations are made for key sites along the Pacific coast of the Japanese Islands as shown in Figures 4, 5, 6, and 7 for Hokkaido, Tohoku, Kanto-Chubu-Kinki-Shikoku, and Shikoku-Kyushu coasts, respectively.

It is observed from these figures that the highest probability of tsunami wave having a height of 5 m or larger is expected for the Pacific coast of central Japan. Most seashore sites in Shizuoka Prefecture are characterized by a probability higher than 40 per cent during the 10-yr period in question. Such a high probability is certainly brought about by the anticipated Tokai earthquake that is feared to occur in the near future. There are also a few sites, where a wave height exceeding 5 m is expected on the southernmost coast of Hokkaido and the Sanriku area in Tohoku of North Japan, although the probabilities are smaller than 10 per cent.

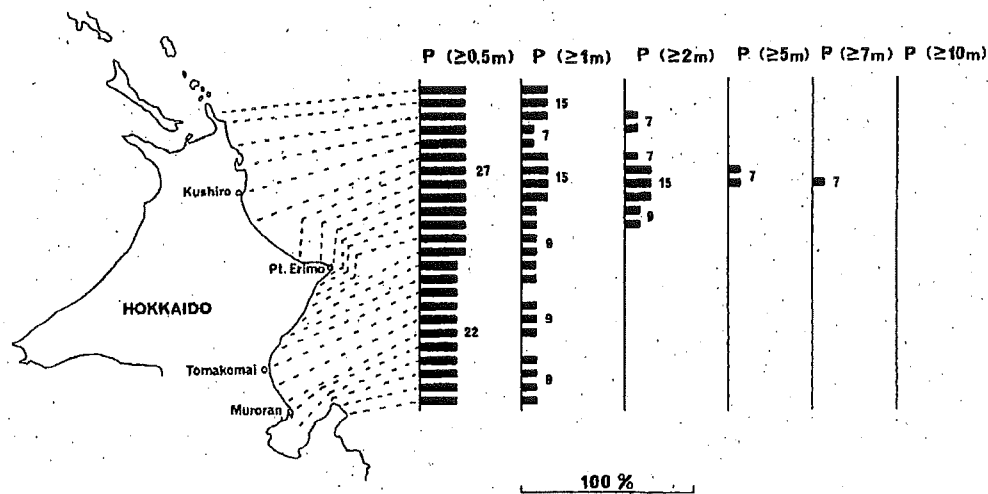


FIG. 4. Probabilities for the Pacific coast of Hokkaido being hit by a tsunami of which the wave height exceeds respectively 0.5, 1, 2, 5, 7, and 10 m during a period from 2000 to 2010.

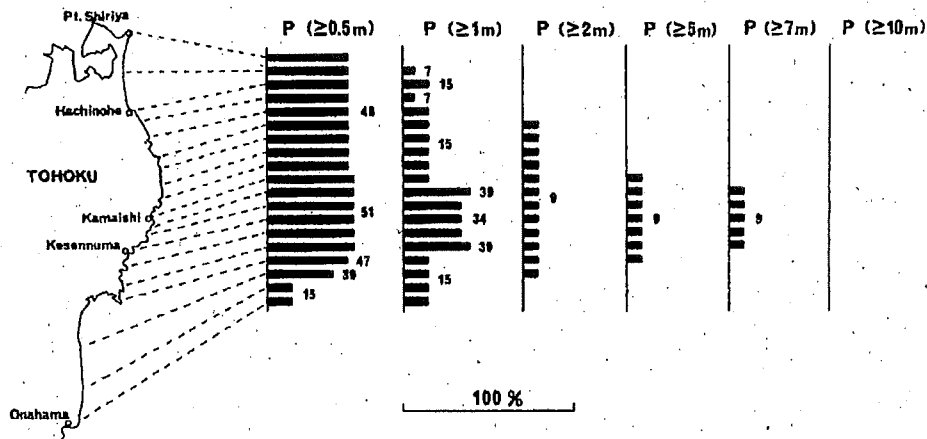


FIG. 5. Tsunami probabilities for the Pacific coast of Tohoku. Other legends are the same as those for Figure 4.

As for tsunami waves having a height of 1 m or thereabout, a high probability amounting to 69 per cent is assigned to the Pacific coast of Shikoku and Kyushu because of frequent Hyuganada earthquakes in zone VIII. It is therefore said that the worst sites for a highly dangerous tsunami are located on the Pacific coast of central Japan and that such sites for a moderately dangerous tsunami are found on the Shikoku and Kyushu coasts.

We also see that probabilities of being hit by a tsunami having a wave height of 0.5 to 1 m exceed 50 per cent at most seashore sites except Hokkaido. This means that the possibility of moderate tsunami hazard cannot be ignored along the whole Pacific coast of the Japanese Islands.

#### Tsunami Hazard on the Japan Sea Coast

The tsunami associated with the 1983 Nihonkai Chubu earthquake ( $M = 7.7$ ) that occurred underneath the Japan Sea off Akita Prefecture killed 100 people.



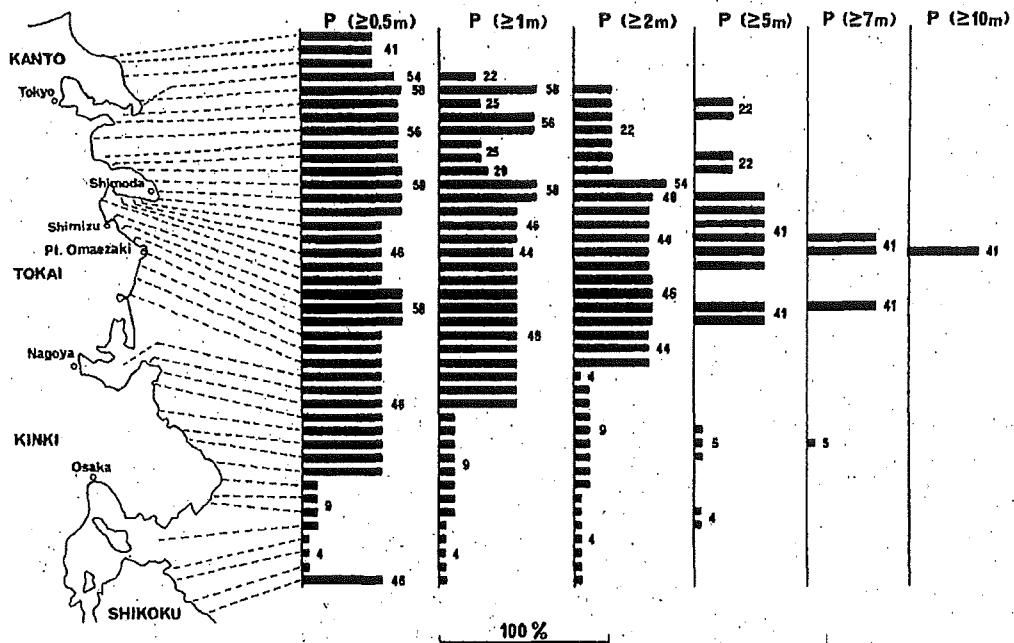


FIG. 6. Tsunami probabilities for the Pacific coast of Kanto-Tokai-Shikoku. Other legends are the same as those for Figure 4.

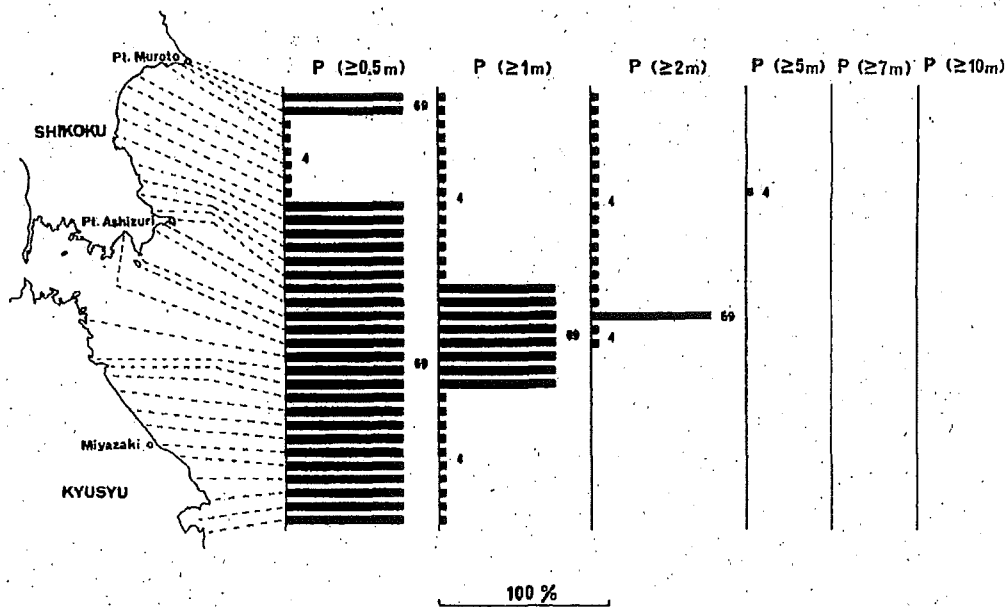


FIG. 7. Tsunami probabilities for the Pacific coast of Shikoku-Kyushu. Other legends are the same as those for Figure 4.

Maximum water height locally exceeded 10 m at some beaches. In view of this and a few violent tsunamis found in Japan's history, hazard analysis is also important for tsunamis occurring in the Japan Sea.

In contrast to offshore earthquakes on the Pacific side of the Japanese Islands, it is no easy matter to evaluate occurrence probability of tsunami-generating

earthquakes located in the Japan Sea because occurrence frequency is extremely small. The available history is too short for discussing the recurrence period. Nevertheless, Shimazaki (1984) attempted to estimate recurrence periods based on the size of epicentral areas and historical records for the past 400 yr and concluded that an earthquake equivalent to the 1983 event probably recurs every 600 to 1200 yr.

Kanamori and Astiz (1985), who relied on the relation between age of subducting plate and aseismic slip, estimated a recurrence period of the 1983 earthquake as 600 to 1370 yr.

Let us assume that the mean recurrence period is 1000 yr. When a Poisson distribution is assumed, the probability of this class of earthquake occurring in the Japan Sea amounts to about 1 per cent for a 10-yr period. As the area occupied by the northern half of the Japan Sea may accommodate approximately four earthquakes of this class, the probability amounts to 4 per cent for the northern half of the Japan Sea. No great earthquakes occur in the southern half of the sea.

Wave height of the tsunami excited by an earthquake of the previously mentioned class exceeding several meters, the probability of a 100 to 200 km segment of Japan Sea coast being hit by a tsunami having a wave height of several meters, is evaluated as 1 per cent or so for a 10-yr period.

Tsunamis of somewhat smaller scale, which are characterized by a wave height of about 1 m or thereabout, occur approximately every 10 yr or so in the Japan Sea as inferred from the historical record. Assuming a Poisson distribution, the probability of having at least one tsunami of this class occurring in the Japan Sea amounts to 50 per cent for a 10-yr period, so that the probability of such a tsunami hitting a coastal segment of 100 km in length is about 3 per cent.

#### TSUNAMIS FROM DISTANT SOURCES

A tsunami caused by a great earthquake ( $M = 8.5$ , 1960) that occurred off Chile gave rise to much damage to Japan. The maximum tsunami height along the coast of Japan was reported as large as 4 m. The numbers of dead and missing people were 119 and 20, respectively. It is therefore important to estimate possible tsunami hazard due to an earthquake that occurs at an extremely distant locality.

According to an evaluation based on a Poisson distribution, great earthquakes that generate tsunamis that affect Japan occur off Peru and Chile, with a probability of 27 per cent for a 10-yr period. On the basis of such probability value, it is evaluated that the probabilities of a tsunami with a wave height that exceeds 0.5, 1, and 3 m, hitting the Pacific coast of Japan, amount to 26, 14, and 4 per cent, respectively.

Similar probabilities for a tsunami from Kamchatka and Aleutian-Alaska are evaluated as 15, 6, and 3 per cent, respectively. Combining the effects of the two sources, probabilities of tsunami wave height exceeding 0.5, 1, and 3 m are, respectively, evaluated as 37, 19, and 15 per cent on the Pacific coast of Japan for a 10-yr period. It should be stressed that the tsunami probabilities from distant earthquakes thus evaluated are not quite smaller than those from near offshore earthquakes as shown in Figures 4 to 7.

#### CONCLUSIONS

Combining occurrence probability of offshore earthquakes with tsunami wave height estimated at seashore sites, the probability of tsunami wave height ex-

ceeding a certain level is evaluated on the Pacific coast of the Japanese Islands. It seems that probability of a violent tsunami, of which the wave height exceeds 5 m, hitting the coast of the Tokai area in central Japan, amounts to about 40 per cent for a 10-yr period from 2000 to 2010. Such a high hazard probability is due to the earthquake that is expected to occur off the Tokai area sooner or later. The probability of the earthquake occurring within the 10-yr period from 1988 is evaluated as 30 to 35 per cent. As for the probability of a moderately large tsunami having a wave height of 1 m or so, the highest value around 70 per cent is found at some sites on the Shikoku and Kyushu coasts because of fairly frequent occurrence of moderately large earthquakes in the Hyuganada Sea.

It also should be borne in mind that a tsunami originated by a great earthquake that occurs in the north Pacific and off South America sometimes affects the Japanese Islands. According to a crude evaluation, probabilities of a tsunami from such a source hitting the Pacific coast of the Japanese Islands amount to 19 and 15 per cent for a 10-yr period, respectively, for wave heights exceeding 1 and 3 m. Such probabilities are not quite negligible in comparison with those for tsunamis from offshore earthquakes in the vicinity of Japan. It is therefore necessary to modify the graphs in Figures 4 to 7 in such a manner as to make all of the probability columns a little taller.

Tsunami probabilities on the Japan Sea coast are considerably lower than those on the Pacific coast because of low seismicity in the Japan Sea area. A tsunami having a wave height of several meters hits a seashore site on the northern half of Japan Sea coast with a probability of 1 per cent or so for a 10-yr period. For a moderately large tsunami, of which the wave height amounts to about 1 m, the probability is evaluated as 3 per cent. Tsunami probability is almost zero for the southern half of the Japan Sea coast.

The tsunami hazard probability evaluated in this paper may be used for planning public evacuation from a tsunami area, selecting coastal sites for construction purposes or estimating rates for tsunami insurance.

#### REFERENCES

- Aida, I. (1969). Numerical experiments for the tsunami propagation—The 1964 Niigata tsunami and the 1968 Tokachi-oki tsunami, *Bull. Earthquake Res. Inst., Tokyo Univ.* 47, 673–700.
- Aida, I. (1977). Relation between tsunami inundation heights and water surface profiles on a 200 m depth contour, *Zisin (J. Seism. Soc. Japan)* 30, 11–23 (in Japanese).
- Aida, I. (1984). Study on tsunamis (2): case study of tsunami hazard (1), Association for the Development of Earthquake Prediction, 20–126 (in Japanese).
- Hagiwara, Y. (1974). Probability of earthquake occurrence as obtained from a Weibull distribution analysis of crustal strain, *Tectonophysics* 23, 313–318.
- Iida, K. (1983). Some remarks on the occurrence of tsunamigenic earthquakes around the Pacific, in *Tsunamis: Their Science and Engineering*, K. Iida and T. Iwasaki, Editors, Terra Scientific Publishing Co., Tokyo, Japan, 61–76.
- Ishibashi, K. (1981). Specification of a soon-to-occur seismic faulting in the Tokai district, central Japan, based upon seismotectonics, in *Earthquake Prediction—An International Review*, D. W. Simpson and P. G. Richards, Editors, American Geophysical Union, Washington, D.C., 297–332.
- Kanamori, H. and L. Astiz (1985). The 1983 Akita-oki earthquake ( $M_w = 7.8$ ) and its implications for systematics of subduction earthquakes, *Earthquake Pred. Res.* 3, 305–317.
- Shimazaki, K. (1984). Great earthquakes in the Japan Sea—Estimation of recurrence period, Study on Safe Shutdown Earthquake [S<sub>2</sub>](3), Association for the Development of Earthquake Prediction, 87–102 (in Japanese).
- Takahashi, R. (1951). An estimate of future tsunami damage along the Pacific coast of Japan, *Bull. Earthquake Res. Inst., Tokyo Univ.* 29, 71–95.

Wesnousky, S. G., C. H. Scholz, K. Shimazaki, and T. Matsuda (1984). Integration of geological and seismological data for the analysis of seismic hazard: a case study of Japan, *Bull. Seism. Soc. Am.* 74, 687-708.

ASSOCIATION FOR THE DEVELOPMENT OF EARTHQUAKE PREDICTION  
3, KANDA MITOSHIRO-CHO  
CHIYODA-KU, TOKYO, JAPAN

Manuscript received 23 November 1987

## **INSAG-3 Basic Safety Principles for Nuclear Power Plants (1988)**

### **2.3. TECHNICAL SAFETY OBJECTIVE**

19. *Objective: To prevent with high confidence accidents in nuclear plants; to ensure that, for all accidents taken into account in the design of the plant, even those of very low probability, radiological consequences, if any, would be minor; and to ensure that the likelihood of severe accidents with serious radiological consequences is extremely small.*

27. The target for existing nuclear power plants consistent with the technical safety objective is a frequency of occurrence of severe core damage that is below about 10–4 events per plant operating year. Severe accident management and mitigation measures could reduce by a factor of at least ten the probability of large off-site releases requiring short-term off-site response. Application of all safety principles and the objectives of paragraph 25 to future plants could lead to the achievement of an improved goal of not more than 10–5 severe core damage events per plant operating year. Another objective for these future plants is the practical elimination of accident sequences that could lead to large early radioactive releases, whereas severe accidents that could imply late containment failure would be considered in the design process with realistic assumptions and best estimate analyses so that their consequences would necessitate only protective measures limited in area and in time.

#### **4.1.1. External factors affecting the plant**

136. *Principle: The choice of site takes into account the results of investigations of local factors that could adversely affect the safety of the plant.*

137. Local factors include natural factors and human made hazards. Natural factors to be considered include geological and seismological characteristics and the potential for hydrological and meteorological disturbances. Human made hazards include those arising from chemical installations, the release of toxic and flammable gases, and aircraft impact. The investigations required give information on the likelihood of significant external events and their possible effects on nuclear power plant safety. This is developed in the form of quantified probabilities when possible.

## UK HSE Safety Assessment Principles for Nuclear Facilities

<2006 Edition, Revision 1>

- Engineering principles EHA.4 external and internal hazards: frequency of exceedance

The design basis event for an internal and external hazard should conservatively have a predicted frequency of exceedance in accordance with the fault analysis requirements (FA.5).

- Engineering principles EHA.7: external and internal hazards 'Cliff-edge' effects

A small change in DBA parameters should not lead to a disproportionate increase in radiological consequences.

- Fault analysis FA.5: design basis analysis: Initiating faults

The safety case should list all initiating faults that are included within the design basis analysis of the facility.

Initiating faults identified in Principle FA.2 should be considered for inclusion in this list, but the following need not be included:

- a) Faults in the facility that have an initiating frequency lower than about  $1 \times 10^{-5}$  pa;
- b) Failures of structures, systems or components for which appropriate specific arguments have been made;
- c) Natural hazards that conservatively have a predicted frequency of being exceeded of less than 1 in 10 000 years;
- d) Those faults leading to unmitigated consequences which do not exceed the BSL for the respective initiating fault frequency in Target 4.

*(paragraph 599 f.)*

<1992 VERSION>

- P120: For natural hazards, the uncertainty of data may prevent reasonable prediction of events for frequencies less than once in 10 000 years. In these cases, plants should meet the requirements of P25 for a design basis event that conservatively has a predicted frequency of being exceeded no more than once in 10 000 years.
- P121: It should be shown that there will not be a disproportionate increase in risk from an appropriate range of events which are more severe than the design basis event.