

## VI 事故の未然防止、被害の拡大防止に関連して検討する必要がある事項

### 1 我が国の原子力施設等に対する安全規制

我が国の原子力安全に関する安全規制に関して、法令上の枠組み及び規制機関について簡単に述べる。詳細については、以下の参考文献等を参照されたい。

- ・平成 21 年版原子力安全白書（平成 22 年 3 月原子力安全委員会編）

[http://www.nsc.go.jp/hakusyo/hakusyo\\_kensaku.htm](http://www.nsc.go.jp/hakusyo/hakusyo_kensaku.htm)

- ・原子力の安全に関する条約日本国第 5 回国別報告（平成 22 年 9 月日本国政府）

[http://www.nisa.meti.go.jp/genshiryoku/international/international\\_2.html](http://www.nisa.meti.go.jp/genshiryoku/international/international_2.html)

#### (1) 原子力安全に関する法令上の枠組み

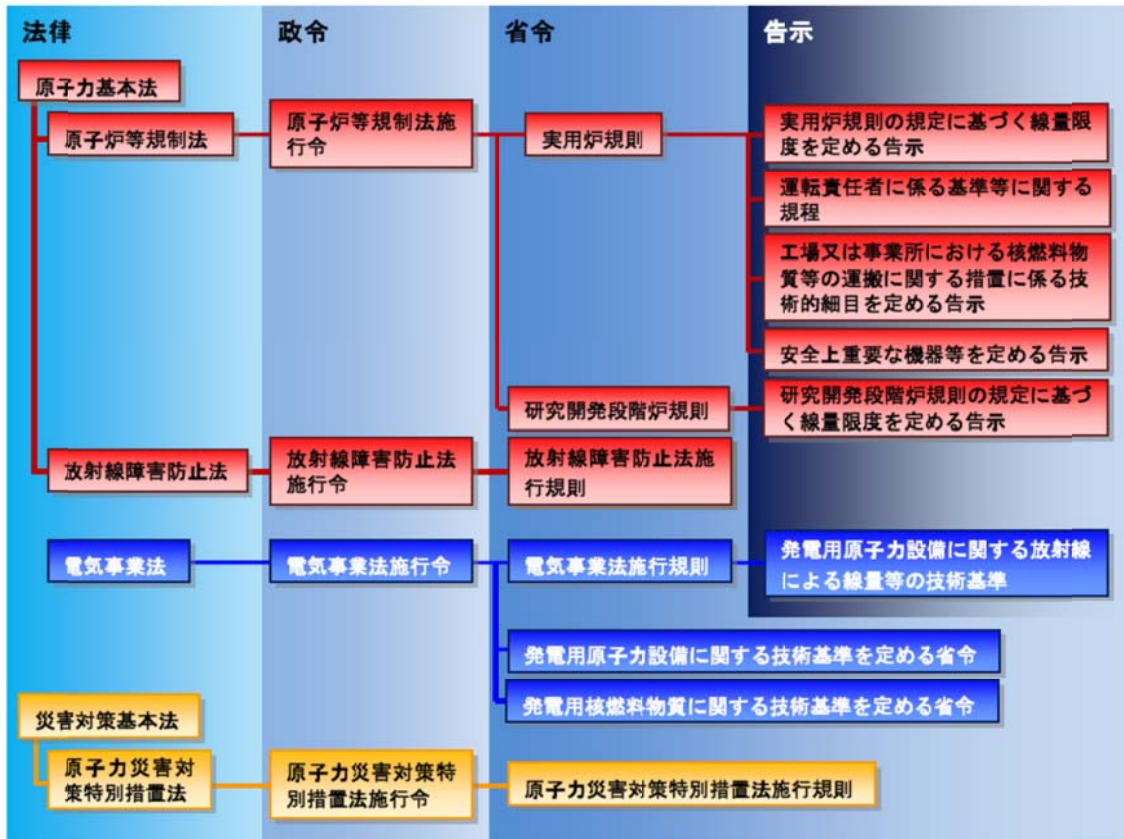
我が国の原子力安全に関する法律体系では、最も上位にあつて我が国の原子力利用に関する基本的理念を定義する原子力基本法の下、政府が行う安全規制を規定した核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（以下「原子炉等規制法」という。）、放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律等が制定されている。また、原子炉施設を電気工作物の観点から規制する電気事業法、原子力災害への対応を規定した原子力災害対策特別措置法（以下「原災法」という。）等、原子力安全を確保するために必要な法律が整備されている。

これら以外にも、原子力安全委員会（以下「安全委員会」という。）は、規制当局（実用発電用原子炉においては、原子力安全・保安院（以下「保安院」という。))が実施した安全審査のレビューを行う際に用いる指針類を策定しており、国の安全審査の効率化と円滑化の観点から、この指針類は規制当局が安全審査を行う際にも採用されている。

##### a 原子力安全に関する主な法令等の概要

我が国の原子炉施設の安全に関する主な法令の体系を図VI-1 に示す。また、我が国は、原子力の安全に係る以下の条約の締約国である。

- ・原子力の安全に関する条約
- ・使用済燃料管理及び放射性廃棄物管理の安全に関する条約
- ・原子力事故の早期通報に関する条約
- ・原子力事故又は放射線緊急事態の場合における援助に関する条約



図VI-1 我が国の原子炉施設の安全に関する主な法令の体系

(出典) 日本国政府「原子力の安全に関する条約日本国第5回国別報告」(平成22年9月)

## b 安全上の要求事項及び安全規制

### (a) 経済産業大臣が定める規制要求

原子炉施設の安全確保のための規制要求は、原子炉等規制法又は電気事業法に規定されており、それに基づき、技術基準に関する省令・告示が整備されている。

保安院は、発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令で原子炉施設が満たすべき安全性能を規定し、具体的な技術的仕様は、保安院によって是認された学会等が定める規格（以下「学協会規格」という。）を活用している。保安院が学協会規格を是認するに当たっては、総合資源エネルギー調査会の専門家の意見を斟酌しつつ、技術評価を行っている。

## (b) 安全委員会が定める指針

安全委員会は、規制行政庁が行った安全審査をレビュー（二次審査）するために用いる評価基準として、専門家の意見を聴取し、指針類を制定している。発電用軽水型原子炉施設に関連する主な指針類を表VI-1に示す。

これらの指針類は、規制要求には該当しないが、安全委員会が二次審査において活用する内規として定めているものであり、保安院では、原子炉施設の安全審査において、これらの指針への適合性も審査している。

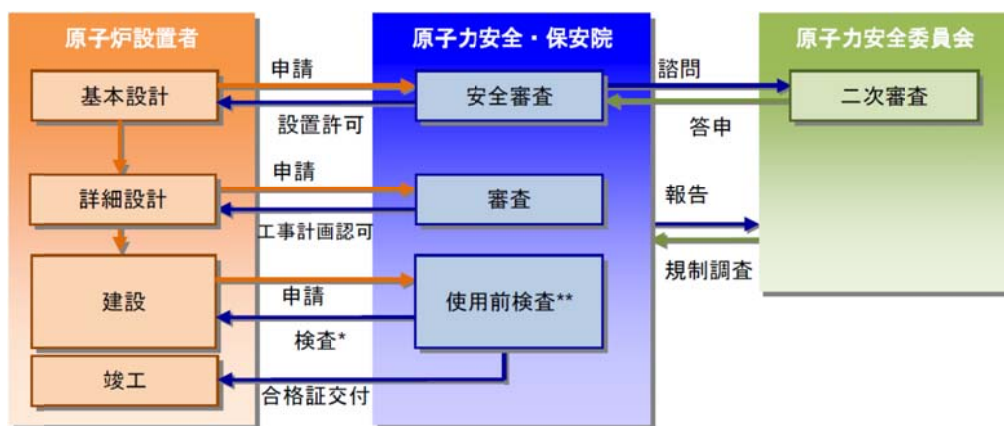
表VI-1 安全委員会が定めた発電用軽水型原子炉施設に関連する主な指針類

災害防止	立地	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
	設計	発電用軽水型原子炉施設に関する安全設計審査指針
		発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針
		発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針
		発電用軽水型原子炉施設の火災防護に関する審査指針
		発電用軽水型原子炉施設における事故時の放射線計測に関する審査指針
		放射性液体廃棄物処理施設の安全審査にあたり考慮すべき事項ないしは基本的な考え方
	安全評価	発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針
		発電用加圧水型原子炉の炉心熱設計評価指針
		軽水型動力炉の非常用炉心冷却系の性能評価指針
		発電用軽水型原子炉施設の反応度投入事象に関する評価指針
		BWR.MARK I 型格納容器圧力抑制系に加わる動加重の評価指針
		BWR.MARK II 型格納容器圧力抑制系に加わる動加重の評価指針
発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針		
線量目標値	発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に関する指針	
	発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に対する評価指針	
	発電用軽水型原子炉施設における放出放射性物質の測定に関する指針	
技術的能力	原子力事業者の技術的能力に関する審査指針	
その他	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について	

c 原子炉施設の設計及び建設に関する規制上の手続

我が国において、原子炉施設を設置、運転するためには、原子炉等規制法の規定に基づき、設置の許可を受け、許可を受けた後に電気事業法の規定に基づき原子炉施設の詳細設計について工事計画の認可を受けなければならない。

我が国における原子炉施設の設計、建設段階の主な手続を図VI-2に示す。



\*: 検査の一部は、経済産業大臣の指示を受けて、原子力安全基盤機構が実施し、結果を経済産業大臣に通知する。

\*\* : 使用前検査に並行して燃料体検査、溶接安全管理審査が行われる。

図VI-2 原子炉施設の設計、建設段階の主な手続

(出典) 日本国政府「原子力の安全に関する条約日本国第5回国別報告」(平成22年9月)

実用発電用原子炉を設置しようとする者は、原子炉等規制法の規定に基づき、原子炉施設の基本設計又は基本的設計方針について、規制当局の審査を経て原子炉設置許可を受けなければならない。

許可を受けようとする者は、使用の目的、原子炉の型式、熱出力及び基数、原子炉の設置する工場又は事業所の名称及び所在地、原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備、使用済燃料の処分の方法等を記載した申請書を経済産業大臣に提出しなければならない。当該設置許可申請書には、原子炉施設の安全設計に関する説明書、原子炉の事故の種類、程度、影響等に関する説明書などを添付するとともに、事業者は原子炉施設を立地した場合の安全評価を実施しその結果を添付する。

保安院が行う安全審査及び安全委員会が行うレビュー(二次審査)(以下「安

全審査等」という。)においては、立地地点に関する要因についても評価が行われ、申請者は、原子炉を設置しようとする場所に関する気象、地盤、水理、地震、社会環境等の状況に関する説明書を原子炉設置許可申請書に添付することが求められている。

安全審査等で用いられる、自然現象などの外的事象に対して用いられる設計規定として、「発電用軽水型原子炉施設に関する安全設計審査指針」（以下「安全設計審査指針」という。）があり、そこでは、

- ・安全機能を有する構築物、系統及び機器は、その安全機能の重要度及び地震によって機能の喪失を起こした場合の安全上の影響を考慮して、耐震設計上の区分がなされるとともに、適切と考えられる設計用地震力に十分耐えられる設計であること。
- ・安全機能を有する構築物、系統及び機器は、地震以外の想定される自然現象によって原子炉施設の安全性が損なわれない設計であること。重要度の特に高い安全機能を有する構築物、系統及び機器は、予想される自然現象のうち最も苛酷と考えられる条件、又は自然力に事故荷重を適切に組み合わせた場合を考慮した設計であること。

が示されている。さらに、外部人為事象に対する設計上の考慮として、

- ・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。
  - ・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。
- とされている。なお、設計用地震力等の安全審査等に当たって想定した設計の妥当性を評価するための事象を、「設計基準事象」という。

特に、耐震については、耐震安全性の確保の観点から耐震設計方針の妥当性について判断する際の基礎を示すことを目的として、「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」（以下「耐震設計審査指針」という。）が定められており、これを用いた安全審査等が行われている。なお、津波については、当該指針の中で、地震随伴事象として取り上げられている。

その他、航空機落下に対する考慮については、平成 14 年 7 月に、保安院が内規として制定した「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準につい

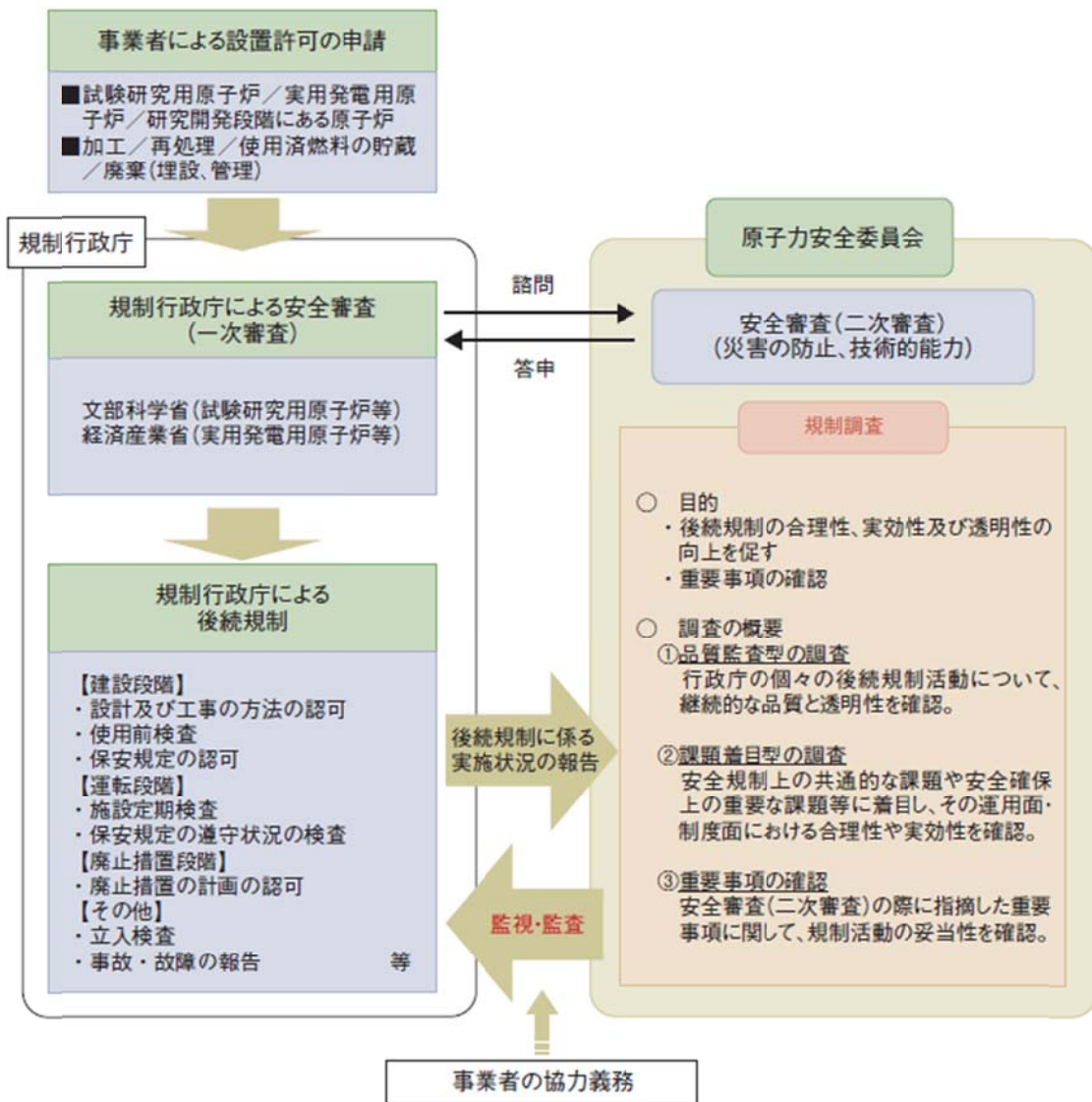
て（内規）」において、「想定される外部人為事象」として設計上の考慮を必要とするか否かの判断の目安とともに、標準的な評価手法が示されている。

## （2）原子力安全に関する規制機関

我が国の発電用原子炉施設は経済産業大臣が所管しており、その安全規制は、経済産業省資源エネルギー庁の特別の機関として、発電用原子炉施設の安全確保等のために設置された保安院が行っている。

これらの規制当局が行う安全規制について、内閣府に設置された安全委員会が、その適切性を第三者的に監査・監視しており、安全規制の独立性、透明性を確保している（図VI-3 参照）。

また、保安院の技術支援機関として、独立行政法人原子力安全基盤機構（JNES）があるが、JNESは、法律に基づく原子力施設の検査を保安院と分担して実施しているほか、保安院が行う原子力施設の安全審査や安全規制基準の整備に関する技術的支援等を行っている。



図VI-3 原子力施設の安全規制の概要

(出典) 原子力安全委員会編「平成21年版原子力安全白書」(平成22年3月)

## 2 地震対策

### (1) 福島第一原子力発電所における地震対策の概要

東京電力株式会社(以下「東京電力」という。)は、同社の福島第一原子力発電所(以下「福島第一原発」という。)を始めとする原子炉施設の耐震安全性の確保については、各施設における地震動を想定し、安全委員会の決定である安全設計審査指針、耐震設計審査指針等を踏まえ、想定した地震動による地震力に十分耐えられるように施設を設計するという考え方で、原子炉施設における地震対策を行ってきた。



また、福島第一原発を含む既設の原子炉施設については、耐震設計審査指針等の改訂に伴う既設発電用原子炉施設等の耐震安全性の評価(以下「耐震バックチェック」という。)(後記3(5)参照)等を通じて、改めて各施設が地震力に十分耐えられるかどうかを調査し、耐性が十分でないと考えられる場合には、必要と考える対策工事を行ってきた。

耐震設計審査指針は、原子炉施設における地震対策の在り方につき、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地震動(基準地震動  $S_s$ )による地震力に対して、その安全機能が損なわれることがないように原子炉施設を設計することを求めている。また、同指針は、地震により発生する可能性がある放射性物質の施設外への漏出による影響の観点から、施設の耐震設計上の重要度を **S** クラス、**B** クラス及び **C** クラスに分類<sup>1</sup>し、その区分ごとに適切な耐震設計を行うことにより原子炉施設の耐震安全性を確保するとしている<sup>2</sup>。原子炉施設の安全を確保するための設備のうち、例えば、「止める」機能を有する制御棒、「冷やす」機能を有する非常用復水器(IC)、原子炉隔離時冷却系(RCIC)、高圧注水系(HPCI)、残留熱除去系(RHR)及び非常用海水系ポンプ、「閉じ込める」機能を有する原子炉压力容器、同格納容器、原子炉建屋及び主蒸気隔離弁(MSIV)は全て **S** クラスとされ、消火系は **C** クラスとされている。

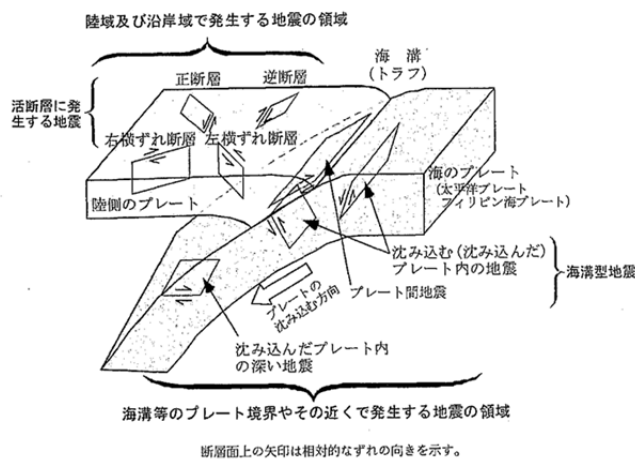
東京電力は、平成18年9月19日の耐震設計審査指針の改訂後、同指針等を踏まえて福島第一原発の基準地震動を策定するに当たり、①陸地殻内の地震(活断層)としては双葉断層による地震(断層長さ47.5km、M7.6)を、②プレート間地震としては昭和13年11月のM7.0、M7.3、M7.5の塩屋崎沖地震及びそれら三つが連動した場合のM7.9の仮想塩屋崎沖の地震を、③海洋プレート内地震としては平成15年に発生したM7.1の宮城県沖の地震の震源を福島原子力発電所の下方の海洋プ

<sup>1</sup> 詳細については、前記II 3(1) aの脚注参照。

<sup>2</sup> 平成18年9月19日に改訂された耐震設計審査指針は、**S** クラスの建物・建築物につき、常時作用している荷重及び運転時に作用する荷重と基準地震動  $S_s$  による地震力との組合せに対して、構造物全体としての変形能力について十分な余裕を有し、建物・構築物の終局耐力に対し妥当な安全余裕を有していることを求めている。また、同指針は、**S** クラスの機器・配管系については、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び事故時に生じるそれぞれの荷重と基準地震動  $S_s$  による地震力とを組み合わせ、その結果発生する応力に対して、構造物の相当部分が降伏し、塑性変形する場合でも、過大な変形、亀裂、破損等が生じ、その施設の機能に影響を及ぼすことがないことを求めている。

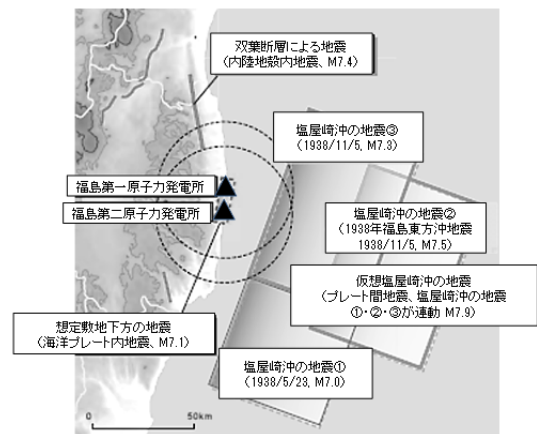


プレート内にずらした想定敷地下方の地震を、④震源を特定せず策定する地震動としては詳細な地質学的調査によっても震源位置と地震規模をあらかじめ特定できない地震をそれぞれ選定した（図VI-4 及びVI-5）。そして、これらの地震による基準地震動  $S_s$  については、①基準地震動  $S_s$ -1（内陸地殻内の地震・プレート間地震の評価結果を上回るように設定）：最大加速度 450 ガル、②基準地震動  $S_s$ -2（海洋プレート内地震の評価結果を上回るように設定）：最大加速度 600 ガル、③基準地震動  $S_s$ -3（震源を特定せず策定する地震動）：最大加速度 450 ガルと算出した。



図VI-4 日本列島とその周辺で発生する地震のタイプ

(出典) 社団法人日本電気協会原子力規格委員会  
「原子力発電所耐震設計技術指針 (JEAG4601-2008)」  
(平成 20 年 12 月 19 日)



図VI-5 東京電力が選定した複数の地震

東京電力「福島第一原子力発電所 3 号機の耐震安全性について」(平成 22 年 5 月)を基に作成

東京電力は、前記基準地震動  $S_s$  を用いて福島第一原発の施設・設備についての地震応答解析を実施し、その結果、原子炉建屋の耐震壁の最大せん断ひずみは評価基準値 ( $2.0 \times 10^{-3}$ )<sup>3</sup>を満足しており、耐震安全性が確保されていると判断した。また、安全上重要な機器・配管系の耐震安全評価についても、前記基準地震動  $S_s$  を用いて地震応答解析を実施し、求められた発生値が評価基準値を満足しており、耐震安全性が確保されていると判断した。

このような耐震安全性の確認作業を通じて東京電力が行った福島第一原発につい

<sup>3</sup> 当該評価基準値の数値は、社団法人日本電気協会原子力規格委員会公表に係る「原子力発電所耐震設計技術規程 (JEAC4601-2008)」に定められており、鉄筋コンクリート造耐震壁の終局せん断ひずみに 2 倍の安全率を持たせたものである。

ての地震対策に関し、保安院は、平成 21 年 7 月、基準地震動  $S_s$  の策定は妥当であると評価し、かかる評価を安全委員会も同年 11 月に妥当と判断した。

今般の震災に際し、前記表Ⅱ-1 記載のとおり、福島第一原発の 2、3 及び 5 号機の東西方向で、あらかじめ策定していた前記基準地震動  $S_s$ -1 から基準地震動  $S_s$ -3 のうち、これらのいずれかが各号機に伝わっていったと想定して算出される最大応答加速度を上回る加速度が検出された。もとより、基準地震動  $S_s$  はあくまで「加速度」であり、これを超える地震動が観測されたからといって、必ずしも施設・設備等が損傷するものではない。この点について、東京電力は、今回の震災後、観測記録（前記表Ⅱ-1 参照）を用いて、福島第一原発の原子炉建屋及び耐震安全上重要な機器・配管系について地震応答解析をしている。その結果によれば、観測加速度が最大であった 2 号機においても、地震動のみによる原子炉建屋の大きな損傷はなかったと推定している。

この解析においては、地震発生時に各号機の原子炉建屋の基礎版上のうち最大の加速度である 550 ガル（東西方向）が観測された 2 号機について、その建屋の上部にある 5 階の耐震壁にかかったせん断力が最大となり、そのせん断力によるひずみは  $0.43 \times 10^{-3}$  となると解析されているが、これは評価基準値である  $2.00 \times 10^{-3}$  よりも小さい（資料Ⅵ-1 参照）。

また、耐震安全上重要な機器・配管系については、地震応答解析により配管系に最大の応力がかかる点を割り出し、ここにかかる応力（208MPa）を計算し、これが材料の特性で決定される評価基準値（360MPa）以下であるので、安全機能は保持できる状態にあったと推定している（資料Ⅵ-1 参照）。

ただし、前記Ⅱ 3 で述べたとおり、現時点では、福島第一原発の被害内容の多くについては、詳細を直接確認することは困難であり、前記解析結果はあくまで推定内容であることに留意する必要がある。

なお、東北電力株式会社（以下「東北電力」という。）の女川原子力発電所（以下「女川原発」という。）では、今般の地震の際、同発電所があらかじめ策定していた基準地震動  $S_s$  を超える加速度が 1 号機から 3 号機までの建屋内で観測され、福島第一原発 2 号機で観測された 550 ガル（前記表Ⅱ-1 参照）を上回る加速度も、女川原発の 1 号機の基礎版上の東西方向（587 ガル）、2 号機の基礎版上の南北方向（607 ガル）、3 号機の基礎版上の南北方向（573 ガル）で観測された（資料Ⅵ-2 参照）。

東北電力によれば、1号機から3号機までの原子炉建屋の耐震壁の変形及び各階の耐震壁に作用したせん断力を評価した結果、今回の地震によっても原子炉建屋の機能が維持されていると確認されており（資料VI-3参照）、耐震安全上重要な主要設備の機能が健全であったことも確認されているとのことである（資料VI-4参照）。

## （2）現時点で確認可能な地震による損壊状況を踏まえた地震対策の問題点

前記Ⅱ3で述べたとおり、現時点では、福島第一原発の被害内容の詳細は不明な点が多いものの、これまでに判明した被害内容を踏まえた地震対策の問題点は、以下のとおりである。

まず、耐震クラスがCとされていた消火系<sup>4</sup>のうち、屋外に設置されていた消火系配管、消火栓、採水口の多くが様々な損傷を受け、配管には複数の破断箇所が認められた（前記Ⅱ3（4）参照）。かかる損傷の原因を特定することは現時点で困難であるが、地震動が原因である可能性があるところ、消火系は、火災の消火だけでなく、アクシデントマネジメント（AM）に基づき代替注水にも用いられることから、耐震クラスの検討に当たっては、かかる点も考慮に入れる必要があると思われる。

次に、耐震クラスが設定されていなかった発電所内の道路は、地震動により、防災道路<sup>5</sup>にひび割れ、陥没等が生じ、その他の道路脇では斜面が崩落するなどの被害が出た（前記Ⅱ3（5）b参照）ため、発電所内の移動や資機材の運搬等に少なからず影響があったことから、発電所内の道路については、耐震クラスの設定の要否やその程度について検討される必要があると思われる。

## 3 津波対策の在り方

### （1）福島第一原発設置許可時の津波想定

昭和41年から47年にかけて、東京電力の福島第一原発1号機から6号機まで順次設置許可申請がなされた際、津波対策が必要な波高につき、1960（昭和35）年チリ津波のときに小名浜港で観測された最高潮位である小名浜港工事基準面（O.P.）

<sup>4</sup> 平成18年9月19日に改訂された耐震設計審査指針は、Bクラス、Cクラスの機器・配管系につき、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時の荷重と静的地震力とを組み合わせ、その結果発生する応力に対して、降伏応力又はこれと同等な安全性を有する応力を許容限界とするとしている。

<sup>5</sup> 緊急車両の通行を確保するために地盤改良や落石防止柵の設置等を施した幅員の広い道路である。

+3.122m 及び最低潮位 O.P. -1.918m として設置許可がなされ、敷地の最も海側の部分については O.P.+4m の高さに整地されて、非常用海水ポンプはこの場所に設置された（福島第二原子力発電所（以下「福島第二原発」という。）1号機についても同様の考え方にに基づき O.P.+3.122m、2号機における防波堤の設計波高は O.P.+3.690m、3号機及び4号機における防波堤の設計波高は O.P.+3.705m とされていた。）。なお、これらの発電所の設置許可申請のなされた昭和 40 年代には、まだ津波波高を計算するシミュレーション技術は一般化していなかった。

## （2）その後の津波の研究成果や津波対策の進展

明治以来の津波対策は、主に津波から遠ざかる高地移転によって行われたが、1960（昭和 35）年のチリ津波は、前年の伊勢湾台風に続く海岸の大災害であったことから、急速な対策が求められ、各地で防潮構造物等の防災施設の建設が開始された。その結果、中規模津波であれば、防災構造物でほぼ完全に浸水を防止することができるようになり、昭和 43 年に発生した十勝沖地震津波では、できたばかりの施設が功を奏し、被害は極めて少なかった。

しかしながら、昭和 50 年代に入ると、東海地震の危険が叫ばれるようになり、津波常襲地帯とみなされる場所（三陸地方）での津波対策の在り方を、発災前に前もって検討しようという動きが現れた。検討の中では、チリ津波以降に建設された防潮堤高さが本当に十分なものなのか、どのような津波を計画の対象とすべきなのかについても議論が行われ、建設省（当時）と水産庁が共同で調査研究を実施し、昭和 58 年に「津波常襲地域総合防災対策指針（案）」が取りまとめられた。この指針（案）では、対象津波として、過去 200 年程度の間の確実な資料が数多く得られる津波のうちの最大のものを選ぶとされた。また、防災施設の整備水準は対象津波のレベルに達しないこともあり得るため、防災構造物、防災地域計画、防災体制の 3 分野における対策を組み合わせ、対象津波に対処することとされた。

なお、電子計算機による津波数値計算（シミュレーション）は、1970 年代以降、徐々に利用可能となっていた。

その後、平成 5 年に北海道南西沖地震津波が発生し、奥尻島で壊滅的な被害が生じた。これを契機に、関係省庁により津波対策の再検討が行われ、平成 9 年に「太平洋沿岸部地震津波防災計画手法調査報告書」（農林水産省、水産庁、運輸省（当時）、

建設省（当時）及び「地域防災計画における津波対策の手引き」（国土庁（当時）、農林水産省、水産庁、運輸省（当時）、気象庁、建設省（当時）、消防庁）が取りまとめられた。当該手引は、全体としては昭和 58 年の「津波常襲地域総合防災対策指針（案）」の考え方を引き継いだものとなっているが、その間の科学的知見の進歩を踏まえ、対象津波の選定方法が改められた。すなわち、手引においては「信頼できる資料の数多く得られる既往最大津波とともに、現在の知見に基づいて想定される最大地震により起こされる津波をも取り上げ、両者を比較した上で常に安全側になるよう、沿岸津波水位のより大きい方を対象津波として設定するものとする。」とされており、過去の実績によるだけでなく、震源断層モデルを用いて津波数値解析計算を行い、より波高の高いものを選ぶという方法とされた。

### **（3）「原子力発電所の津波評価技術」（平成 14 年 2 月）の策定経緯、概要、策定作業における議論等**

#### **a 土木学会原子力土木委員会津波評価部会の概要**

原子力発電所における津波対策は、昭和 45 年 4 月の「軽水炉についての安全設計に関する審査指針について」において、津波を含む予測される自然条件のうち最も過酷と思われる自然力と事故過重を加えた力に対し、当該設備の機能が保持できるような設計であることとされていたが、最近まで統一的・標準的な津波評価手法はなかった。一方、前記のとおり、平成 5 年北海道南西沖地震津波を契機とした津波防災に対する関心の高まりを受け、平成 9 年 3 月の「太平洋沿岸部地震津波防災計画手法調査報告書」の公表等により、総合的な津波防災の考え方、検討方法が取りまとめられた。これらを背景に、電力業界では、電力における津波評価の考え方を検討するため、電力共通研究「津波評価技術の高度化に関する研究」を実施した。その後、平成 11 年に、当該研究の成果や津波に関する最新の研究成果を踏まえて、原子力施設の津波に対する安全性評価技術の体系化及び標準化について検討を行うことを目的とし、社団法人（現在は公益社団法人）土木学会（以下「土木学会」という。）原子力土木委員会に津波評価部会が設置された。なお、社団法人土木学会は、大正 3 年に社団法人として設立され、「土木工学の進歩及び土木事業の発達並びに土木技術者の資質の向上を図り、もって学術文化の進展と社会の発展に寄与する」（土木学会定款第 3 条）ことを目的とする

組織であり、教育・研究機関のみならず、建設業、コンサルタント、官庁など多岐にわたる職場に属する会員により構成されている。

津波評価部会の設置に至る一連の動きは、規制当局からの検討要請に基づくものではなく、電力業界の自主研究の一環として行われたものである。

津波評価部会は、首藤伸夫岩手県立大学総合政策学部教授を主査とし（以下「首藤主査」という。）、学識経験者のほか、財団法人電力中央研究所（以下「電力中央研究所」という。）及び電力各社の研究従事者等から構成され、定例的に検討会が開催された。会議資料作成等の実務は、電力中央研究所及び東京電力等から構成される幹事団が執り行っていた。

津波評価部会の活動は二、三か年を一活動期間とし、平成 11 年度から 12 年度（第 1 期）、平成 15 年度から 17 年度（第 2 期）、平成 18 年度から 20 年度（第 3 期）及び平成 21 年度から 23 年度（第 4 期）に分かれて活動が行われた。このうち、第 1 期の活動成果が「原子力発電所の津波評価技術」として取りまとめられ、平成 14 年 2 月に公表された。

## b 「原子力発電所の津波評価技術」（平成 14 年 2 月）

「原子力発電所の津波評価技術」（以下「津波評価技術」という。）に基づく設計津波水位の評価方法の概要は以下のとおりである（図VI-6 参照）。

### (a) 既往津波の再現性の確認

文献調査等に基づき、評価地点に最も大きな影響を及ぼしたと考えられる既往津波を評価対象として選定し、痕跡高の吟味を行う。沿岸における痕跡高をよく説明できるように断層パラメータを設定し、既往津波の断層モデルを設定する。

### (b) 想定津波による設計津波水位の検討

既往津波の痕跡高を最もよく説明する断層モデルを基に、津波をもたらす地震の発生位置や発生様式を踏まえたスケーリング則に基づき、想定するモーメントマグニチュード ( $M_w$ ) に応じた基準断層モデルを設定する（日本海溝沿い及び千島海溝（南部）沿いを含むプレート境界型地震の場合）。その上で、

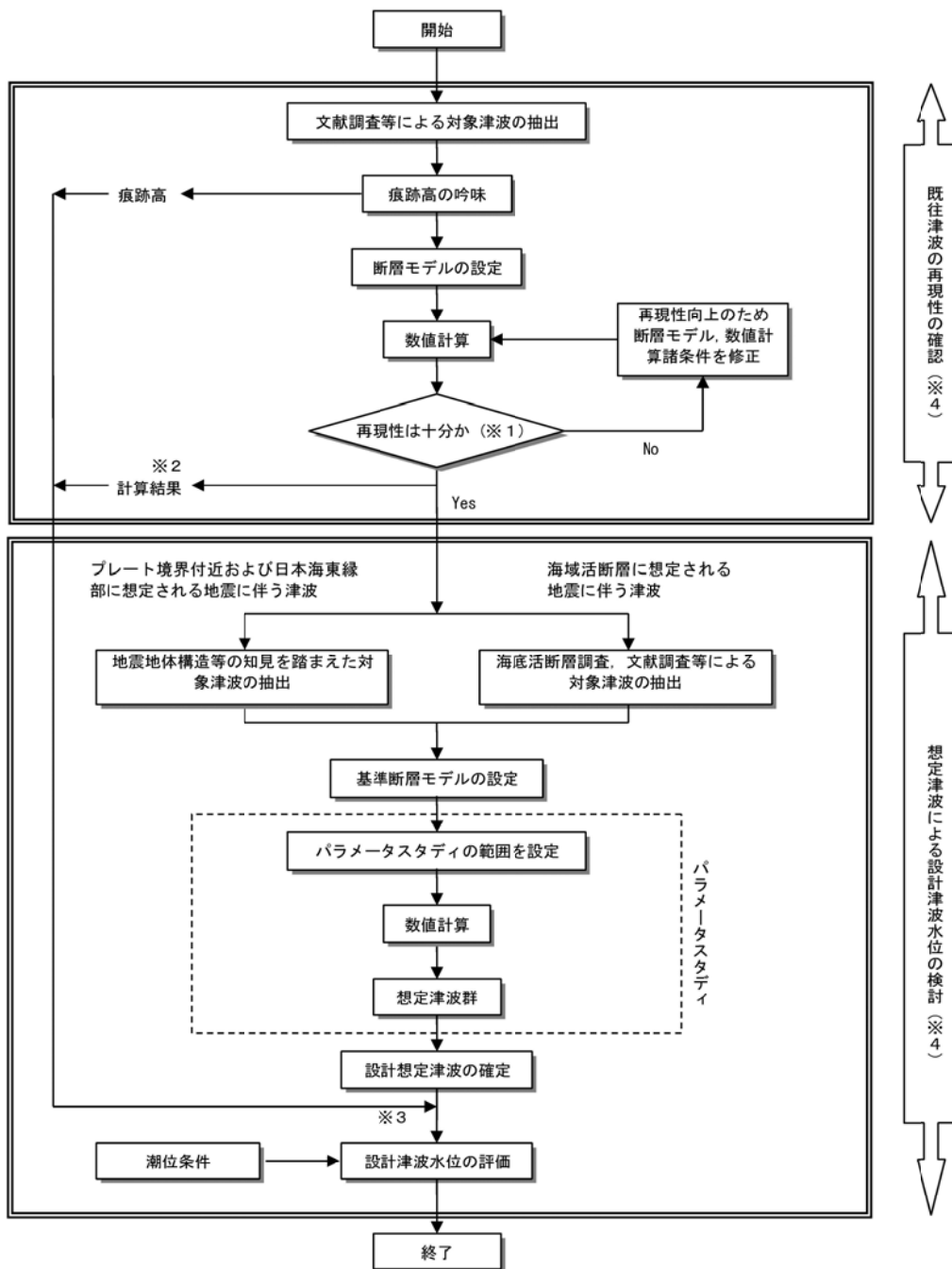
想定津波の波源の不確定性を設計津波水位に反映させるため、基準断層モデルの諸条件を合理的範囲内で変化させた数値計算を多数実施し（パラメータスタディ）、その結果得られる想定津波群の波源の中から評価地点に最も影響を与える波源を選定する。このようにして得られた想定津波を設計想定津波として選定し、それに適切な潮位条件を足し合わせて設計津波水位を求める。

この津波水位の評価方法については、日本沿岸の代表的な痕跡高との比較・検討に基づき、全ての対象痕跡高を上回ることを確認することで、その妥当性を確認している。また、近地津波より遠地津波の方が影響が大きくなることが予想される場合には、遠地津波についても検討することとしている。

なお、前記の評価方法は、「概ね信頼性があると判断される痕跡高記録が残されている津波」を評価対象として選定することから始まるものであり、仮にそのような文献記録が残っていない古い時代により巨大な津波が発生していたとしても、そのようなものは評価対象として取り上げられない方法となっているが、津波評価技術中にこのことに関する適用限界や留意事項等の記述はない。

土木学会の取りまとめた津波評価技術に関しては、保安院原子力発電安全審査課技術班よりその内容に関する説明の求めがあり、一連の説明の中、平成14年1月29日に津波評価部会の幹事会社であった東京電力等より「物を造るという観点で想定される津波のmax」、「これを超えるものが理学的に絶対ないということではない」といった説明がなされている。東京電力では当時の認識として、評価水位を超えることが理学的に絶対ないとは言えないものの、リスクは十分に小さくなっていると理解していたとのことである。





※1：再現性は十分か  
 ・広域の  $K$ ,  $\kappa$  について次の条件を目安とする。(  $K$ ,  $\kappa$  はそれぞれ相田による幾何平均と幾何標準偏差)  
 $0.95 < K < 1.05$ ,  $\kappa < 1.45$

※2：計算結果  
 ・地点周辺の  $K$  が 1.0 から離れている場合は計算結果を  $K$  倍する。

※3：既往津波との比較検討  
 ・評価地点において、設計想定津波の計算結果が既往津波の計算結果および痕跡高を上回っていること。  
 ・評価地点付近において、想定津波群の計算結果の包絡線が既往津波の痕跡高を上回っていること。

※4：遠地津波の扱い  
 ・近地津波より遠地津波のほうが大きくなるが予想される場合は、遠地津波についても検討する。

### c 津波評価技術策定過程における主な議論

第1回（平成11年11月5日）津波評価部会において、首藤主査より「津波がどのように原子力発電所設備に影響を及ぼすかについて、プラント・機器の専門家に説明をしてもらう機会を設けてほしい。」旨の指示があり、第3回（平成12年3月3日）津波評価部会の際、電気事業連合会耐震検討チームから資料が提出された。資料には、原子炉からの崩壊熱除去にとり非常用海水ポンプの機能維持が重要となるが、津波により、水位上昇によるモーター水没や水位下降による一時的な取水不能の影響を受ける可能性がある旨記述されていた。

このことについて、当委員会による関係者のヒアリングからは、「土木の人の知り得る知見以外のものを勉強しようということによって彼らに資料を出してもらった。土木部門は津波水位を想定してプラント・建築屋に渡すところまでと堤防を造るところまではやるが、その先には踏み込めないのが業界の暗黙の分担関係。」「土木の専門家にとっても安全レベルをどこに置くのか、何のために津波対策をする必要があるのかということについての理解が曖昧だったので、原子力システムとは何かという知見を頭に入れるのは重要なことだった。」「巨大プラントでの専門分化は当時から課題になっていた。分野ごとの交流は津波の専門家とそれ以外という場面に限らず、当時からあちこちで同様の状況であった。」といった供述が得られている。

第5回（平成12年7月28日）津波評価部会では、同じく首藤主査より「想定津波以上の規模の津波が来襲した場合、設計上クリティカルな課題があるのか否か検討しておくべき。」とのコメントや、「最終的なまとめ方のイメージをどのように考えているか。・・・①重要機器が浸水したり、取水に支障をきたすことはないという保証がこの検討から出てくるというイメージなのか、それとも②想定津波以上のものが全く来ないとは言えず、それが来た場合の対処の仕方も考えておくというイメージなのか。」という質問がなされている。これに対し、幹事団からは、「前者①のイメージである。」「原子力発電所の場合には、放射能を絶対に外部に漏らしてはいけないとのハード面の要求があるため、②のような考えは取りにくい。新しい津波評価技術では、パラメータスタディ等により評価の不確実性に対する担保分を考えて、現行の設計水位レベルの絶対値より大きく見積もることを考えている。」との回答がなされている。

この議論について、当委員会による関係者のヒアリングからは、津波は地震よりもデータが少なく、地震・洪水と同レベルで評価するのは難しいので危機管理をしっかりとする必要があると、そのような限られたデータからでも評価しなければいけないといった議論があったとの供述が得られている。また、前記一連の回答について、当委員会が津波評価部会の幹事団であった電力中央研究所の担当者にヒアリングしたところ、「当時は、適切な安全性を見込んだ想定津波であれば、それ以上の対応、つまりクリティカルな課題については検討する必要がないと考えていた。また、②の考え方を完全に否定するわけではないが、段階を踏んで検討を進める必要があり、初めの取りまとめ段階では、まずは水位を決め、それに対して安全性を考えて設計を考えることとしていた。そして、想定を超える場合をどう考えるかという点については、極端に言えば、そのような場合を考えるとすることは、算定された水位の重要度が落ち、起こらないものに対してどこまでコストをかけるかといった問題も関係した。そして、いずれにしても、②の問題に関しては、引き続き第2期以降の活動において確率論的津波水位評価<sup>6</sup>の研究として進めていった。」とのことであった。

第6回（平成12年11月3日）津波評価部会では、幹事団より、詳細パラメータスタディによる最大想定津波水位は、既往最大津波の痕跡高に対し平均で約2倍になること、及び最大想定津波水位が既往津波の痕跡高を超過する百分率は98%程度であり、十分大きな津波水位を評価することが可能と考えられることから、（それ以上の安全率は見込まず、）想定津波水位の補正係数を1.0としたいとする提案があった。これに対し、想定を上回る津波の可能性を考慮する必要はないのかという質問があり、幹事団より想定を上回る津波の来襲時の対処法も考えておく必要があるが、補正係数を1.0としても工学的に起こり得る最大値として妥当かどうかを議論してほしいとの返答がなされている。その後、首藤主査より、提案された方法で痕跡高をほぼ100%上回っており、現段階ではとりあえず1.0としておき、将来的に見直す余地を残しておきたいとのコメントがなされ、結果的には補正係数を1.0とすることでまとまった。

このことについて、幹事団の1人であった電力中央研究所の担当者は、当委員

---

<sup>6</sup> 確率論的津波水位評価とは、特定地点において、特定期間中に到達する可能性のある津波の水位とその超過確率（発生頻度）との関係を求めることを言う。

会によるヒアリングに対し、津波評価部会の最終的なゴールとしては想定を上回る津波の来襲時の対処法も考えておく必要があるが、それは先の課題であり、第1期活動の時点としては、補正係数を1.0としても差し支えないかどうかを議論してもらいたかったと説明している。また、当時津波評価部会の委員であった東北大学の今村文彦教授（以下「今村教授」という。）は、当委員会によるヒアリングに対し、安全率は危機管理上重要で1以上が必要との意識はあったが、一連の検討の最後の時点での課題だったので、深くは議論せずそれぞれ持ち帰ったということだと思うとしている。

#### d 津波評価技術刊行後の電力事業者の活動

土木学会による津波評価技術の刊行後、各電力事業者では自主的に津波評価を行い、電気事業連合会にて取りまとめの上、保安院へ報告した。東京電力では、平成14年3月に津波評価技術に基づく津波評価を実施し、福島第一原発でO.P.+5.4mから5.7mまで、福島第二原発でO.P.+5.1から5.2mまでの計算結果を得、福島第一原発6号機の非常用のディーゼル発電機（DG）、冷却系海水ポンプの電動機のかさ上げ（海水ポンプ電動機への浸水を防ぐため、電動機下端位置をO.P.+5.8mまで引上げ）等を実施した。このとき、保安院からは、評価内容を踏まえた特段の指導等は行われなかった。

#### e 第2期以降の津波評価部会の活動

第1期の活動では、津波の水位評価方法の標準化が行われたが、続く第2期からの活動では、津波による波力及び砂移動の評価方法の標準化に向けて大型実験や評価モデルの構築が進められた。波力は、津波が陸上に遡上した場合の陸上構造物の安定性を示すために、また、砂移動は、取水設備の健全性を示す（閉塞の起こらない設計）のために必要な評価項目であった。

また、第2期からは、津波水位の確率論的評価についても研究が行われた。確率論的評価は、地震においては先行研究の蓄積があり、津波についても、研究を進めておく必要があるとの認識であった。津波評価部会の確率論的津波水位評価方法では、計算の中でロジックツリーと呼ばれる場合分け図を用いて様々な様態の津波が発生する場合を考慮するが、各場合分けにおける相対的な発生可能性の

比率について、部会委員・幹事及び外部有識者へのアンケート調査によって決定し、その際、地震学者の回答に4倍の重みづけを行うという方法が取られた。また、この時点での確率論的評価方法については、まだプロトタイプ段階であるとの認識であった。

平成14年7月には、地震調査研究推進本部（以下「推本」という。）地震調査委員会より、過去記録のなかった福島県沖を含め、三陸沖北部から房総沖の海溝寄りの領域内のどこでもプレート間大地震（津波地震）は発生し得るといった新しい考え方が出されるなど、平成14年以降津波に関する研究が急速に進展した。しかしながら、このような過去に発生したことのない津波は、既往津波をベースとする従前の決定論的津波水位評価<sup>7</sup>で直接的に扱えるものでなかったことから、確率論的評価の中で対応することとされ、計算上発生した場合を考慮する津波の一つとして加えられて、地点ごとの来襲する津波水位と来襲確率の関係を計算する際に、このような津波の発生確率と発生した場合の水位も含めて評価するような仕組みとなるよう、必要な波源モデルの検討等が行われることとなった。

一方、平成18年9月に始まった耐震バックチェックの中で、規制体系の中で用いられている決定論的手法において、前記の福島県沖の津波地震や869年に起こったとされる貞観三陸沖地震津波（以下「貞観津波」という。）を扱う必要が生じたことを含め、波源及び数値計算方法に関する最新の知見を反映させるため、平成21年度以降の第4期活動においては、決定論的な津波水位評価方法の見直しを行うとともに、第2・3期の成果を含めて、津波評価技術の改訂をテーマに活動が行われていた。

#### （4）耐震設計審査指針の改訂（平成18年9月）に至る経緯、改訂作業における議論等（津波関連規定の導入経緯）

##### a 耐震設計審査指針改訂までの経緯

安全委員会の策定した指針類において、原子力発電所において考慮すべき津波対策を最も明示的に規定しているものは耐震設計審査指針である。耐震設計審査指針は、昭和56年に改訂されてから長期にわたって見直しがなされていない状

<sup>7</sup> 決定論的津波水位評価とは、特定地点に影響を及ぼし得る津波波源モデルを特定し、当該地点における最高・最低津波水位を唯一の値として決定することを言う。

況にあったが、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（後記4（4）a参照）。

この提言を受け、安全委員会では、財団法人原子力発電技術機構（NUPEC）に委託して、平成8年度から12年度の5年間を費やし、現行設計の現状及び整理すべき事項、新知見及び新技術適用の方向性等について、①関連知見等の状況、②耐震設計の基本方針、③耐震設計上の重要度分類、④地震・地震動の評価、⑤地震時の許容状態及び荷重の組合せと許容限界及び⑥原子炉施設の地震時安全性評価に沿って総合的、概念的な整理を行った。

NUPECでの検討は非公開で行われた。当委員会による関係者のヒアリングからは、公開で行われる安全委員会での議論の前哨戦として、耐震設計審査指針の改訂の必要性の議論から始まり、旧耐震設計審査指針の規定するS2地震動以上のものを考慮する必要性などについて議論があったが、津波についての議論はなかったとの供述が得られている。

その後、安全委員会では、原子力安全基準専門部会の下に耐震指針検討分科会を設置して耐震設計審査指針の改訂の作業を行うこととし、平成13年7月10日に第1回会合を開催した。分科会の主査は、耐震に関する検討を行うため、建築学を専門とする青山博之東京大学名誉教授に依頼された。分科会には地震学を専門とする委員は行政当局に対し厳しい意見を持つ者も含めて複数参画しているが、津波の専門家は含まれなかった。また、海岸工学の専門家も含まれなかった。このことについて、当委員会による分科会関係者のヒアリングにおいて、「地震学者にとり、津波は地震学の一部である。」「津波高さの計算法は当時ある程度技術的に出来上がっていて目覚ましい動きもなかったため、どんな地震が起こり得るかを考えるのが重要であった。津波をどう設定するかは議論は可能であった。一方、海岸工学の専門家がいなかったのは問題だったかもしれないが、この点についても、海岸工学は土木の一部であり、確率論的に地震や津波を扱える人もいたので大きな問題はなかったと考える。」旨の供述が得られている。

## b 改訂耐震設計審査指針

平成 18 年 9 月 19 日に改訂された耐震設計審査指針では、津波に関しては、施設の周辺斜面の崩壊等とともに地震随件事象として、「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る」と想定することが適切な津波によっても、施設の安全機能が重大な影響を受けるおそれがないこと」を「十分考慮したうえで設計されなければならない。」と記述されており、これが全てである。発電用原子炉施設の設計に当たり、必ず津波の影響を考慮するものとした初の指針であった。

安全委員会事務局で本指針の改訂作業を担当した当時の課長は、当委員会によるヒアリングに対し、安全設計審査指針では、津波を最も過酷な自然現象の例として挙げているだけで、必ず津波を考慮すべきとは読めないため、改訂指針において頭出しをする必要があったとしている。

この「極めてまれ」以下の表現ぶりは、同指針中で地震動に関して「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地震動」を適切に策定して耐震設計を行うこととしたことと表現ぶりを合わせたものとのことだが、津波に関して「極めてまれ」の意味するところについては具体的には書かれていない。なお、地震動に関しては、「設計上考慮する活断層として、後期更新世以降の活動が否定できないものとする。」（後期更新世以降とは、13 万年から 12 万年前以降をいう。）との記述がある。

津波水位の評価方法や津波に対する安全設計の考え方についても、具体的な記述はない。

改訂指針では、地震学的見地からは策定された地震動を上回る強さの地震動が生起する可能性は否定できず、「残余のリスク」が存在することも初めて明記された。ただし、残余のリスクについては、改訂指針の「基本方針」の項に記載され、基本方針としては「・・・と想定することが適切な地震動による地震力に対して、その安全機能が損なわれないように設計されなければならない。」としているのに対し、残余のリスクについては同項の解説の中で策定地震動を上回る地震動の影響が施設に及ぶことによって生ずる様々なリスクとして記述されており、必ずしも想定津波を超える高さの津波等の地震動以外の地震力に起因するリスク



を含む概念であるとは明記されていない。

### c 耐震設計審査指針改訂に係る主な議論等

平成 13 年 7 月 10 日の第 1 回耐震指針検討分科会において、NUPEC の取りまとめた「平成 12 年度原子力施設の耐震安全性に関する調査成果報告書」が資料として提出され、安全設計審査指針に基づいて安全性評価の行われている津波に関して、津波評価法の標準化の検討が土木学会で進められていること及び前記(2)のとおり関係省庁が津波評価の検討を行い「地域防災計画における津波対策強化の手引き」をまとめたことが紹介され、さらに口頭で津波に関する今後の検討の方向性としては、同報告書で記載されたものは特になんかないことが申し添えられている。このことについて特段の議論はなかったが、事務局として、検討の当初から津波評価が視野に入っていたことがうかがえる。

平成 13 年 10 月 30 日の第 3 回分科会で、事務局より検討すべき項目の分類・整理案が提案され、検討すべき 22 項目中、地震による二次的影響という項目の中で津波の評価方法が挙げられている。具体的には、地震による津波の影響を評価するための具体的な指針を明記すべきこと及び津波に関する安全性に関して①過去の津波評価、②津波シミュレーションによる評価、③設計津波高さの想定、④引き波に関する安全性等の検討が必要ということが挙げられている。

その後、分科会の下に基本ワーキンググループ、施設ワーキンググループ及び地震・地震動ワーキンググループの三つのワーキンググループが置かれて議論が引き継がれ、津波を含む地震随伴事象に関しては、平成 15 年 2 月 13 日の第 6 回及び 3 月 20 日の第 7 回の地震・地震動ワーキンググループにおいて議論が行われた。

第 6 回地震・地震動ワーキンググループでは、事務局より津波に対する安全性評価に関する資料が提出され、安全設計審査指針等の記述に基づく当時の基本的考え方、津波水位評価方法及び土木学会の津波評価技術について説明がなされた。

これに対して様々な議論がなされたが、その一つとして、民間学協会が策定した手法を安全審査で採り入れようとしたときにどのようなプロセスを踏んで採り入れるのかというものがあつた。これに対し、事務局からは、津波評価技術について、『『地域防災計画における津波対策の手引き』の取りまとめ等』に關与した人々

が参加して、民間手法としてある程度オーソライズされたものであり、教科書的な手法がない中では安全審査に使えるのではないか。」、また、「今後社団法人日本電気協会の電気技術指針等に反映されるのであろうが、その際にはパブリックコメント手続も含めて透明性の高い審議プロセスが取られるので、これを参考に安全審査できるのではないか。」といった回答がなされている。津波評価技術で示された津波の評価方法について、事務局担当者は、当委員会によるヒアリングに対し、既往津波の2倍を超える波高程度に計算される方法であり、良いものではないかと単純に思っていたと述べている。

また、他の議論として、土木学会の方法には津波の高さの評価は書かれているが、そのような津波に対して施設が安全かどうかの評価については書かれていないことや、津波水位のシミュレーションを行うに当たり、そもそも津波の何が原子力発電所のどこをどのように安全性を損なうおそれがあるのかを押さえるべきといった指摘があった。この点については、次の会合の際に追加資料を出すこととされたが、関連して、原子炉が停止した後でも崩壊熱の除去が必要で、どんなルートを通っても最後は海水に熱を逃がすことのできる設備の機能が維持されなければならないといった指摘がなされた。

第7回地震・地震動ワーキンググループでは、追加資料が事務局から出され、「止める」・「冷やす」・「閉じ込める」の機能のうち、津波は「冷やす」の部分に影響を与え得ること、非常用海水ポンプは耐震Asクラスとして設計されており地震動への心配はないが、海拔の低いところに設置されることが多いため津波を考慮する必要があり、水密性を確保させることなどで安全審査を通した例があること等の説明があった。これに対し、安全審査に当たり、各原子力発電所でどこに津波に関する話が明示されているのか、原子炉設置許可申請書等に津波の話は出てこないではないかといった質問があり、指針上全く書かれていないわけではなく、申請書上も添付書類の水理のところで記述があるが、細かいことは書かれていないというイメージであること、津波に対する評価については、安全審査の中だけではなく、詳細設計の段階も含めて個別に審査されていることが確認された。

この回の最後の方で、ある委員から、津波が本当に大切な問題と捉えるならば、この場で議論して安全委員会として津波に対する安全審査指針を作ればよいし、

そうでないなら、今のところは行政庁に任せ、詳細設計の中で見ていけばよいといった発言があった。これに対し、グループリーダーは、今日はそこまで踏み込んだ議論をするつもりはなく、今後指針を検討する場合に、このような観点が非常に重要になるだろうというコメントで議論を取りまとめた。当該グループリーダーは、ワーキンググループは、意思決定の場というよりも、分科会のための議論の整理を行う場という役割分担であると事務局から聞かされており、それに従ったとの供述が得られている。

これら2回の議論以降、津波についてはワーキンググループで議論はなされず、平成16年5月26日の第9回耐震指針検討分科会で、地震・地震動ワーキンググループでの検討状況が報告された際にも、第7回ワーキンググループで結論が持ち越された議論のまま両論併記の形で資料が作成された。耐震指針検討分科会では、この後津波に関して特に議論はなされなかった。

ワーキンググループでの議論からかなり後になって、平成17年12月28日の第34回耐震指針検討分科会において、事務局より、津波の安全性評価に関する部分を含む改訂耐震設計審査指針の文案が提示された。その後、津波については多少の文言修正は行われたが、いずれの回も目立った意見はなかった。

全体を通じて、津波に関して「極めてまれ」という文言や「残余のリスク」の意味合いに関する議論はなされなかった。「極めてまれ」の意味するところについては、地震動評価で対象としている活断層の活動期間である後期更新世以降に、1回でも活動があるような地震による津波ならば対象に含まれるとイメージする関係者が少なからず存在した。しかし、数値シミュレーションは文献記録のある数百年前以降に起こった津波のデータから行うものであり、どの程度の期間に起きた津波が対象となるかについて、認識のギャップが存在した。

「残余のリスク」についても、当委員会によるヒアリングに対し、当時の地震・地震動ワーキンググループのグループリーダーは、新指針の基本方針で、それに対し安全機能が損なわれることのないよう設計しなければならないとした「地震力」には津波の影響も含まれると主張するが、前記のとおり、残余のリスクについては、策定地震動を上回る地震動の影響が施設に及ぶことによって生ずる様々なリスクとして記述されており、必ずしも想定津波を超える高さの津波によるリスクを含むとは読めない表現ぶりにとどまっている。

なお、当委員会によるヒアリングに対し、当時の地震・地震動ワーキンググループのグループリーダーは、「基本ワーキンググループには参加したが施設ワーキンググループには参加しておらず、施設側の議論の雰囲気は分からなかった。また、耐震指針検討分科会の主査とも、あまり頻繁に会って話をするというようなことはなかった。」と述べている。

#### d 耐震指針検討分科会の進め方

耐震設計審査指針の改訂には、安全委員会での議論だけでも平成 13 年 7 月の第 1 回耐震指針検討分科会から平成 18 年 9 月の指針改訂まで 5 年を超える時間がかかっている。

前記のとおり、分科会には地震学を専門とする委員は複数参画しているが、津波の専門家は含まれなかった。また、海岸工学の専門家も含まれなかった。

事務局の体制としては、耐震設計審査指針改訂作業は安全調査官 3 人と技術参与 2 人が主に担当した。安全調査官は文部科学省施設部や経済産業省からの出向者であり、技術参与はゼネコンや電力中央研究所の出身者で、専門知識を有するが非常勤であった。このように四、五人の体制で指針作りを進めたが、当委員会によるヒアリングに対し、マンパワーが足りないと感じていた旨述べる当時の安全委員会委員や事務局関係者もいる。

### (5) 改訂指針に基づく耐震バックチェック指示等の経緯（津波評価部分）

#### a 津波評価に関するバックチェック指示の経緯

保安院は、平成 18 年 9 月 19 日の安全委員会による耐震設計審査指針等の耐震安全性に係る安全審査指針類（以下「新耐震指針」という。）の改訂を受けて、翌 9 月 20 日、「新耐震指針に照らした既設発電用原子炉施設等の耐震安全性の評価及び確認に当たっての基本的な考え方並びに評価手法及び確認基準について」（以下「バックチェックルール」という。）を策定するとともに、各電力会社等に対して、稼働中及び建設中の発電用原子炉施設等について耐震バックチェックの実施とそのための実施計画の作成を求めた。

保安院は、耐震バックチェックの実施・報告の指示時に、バックチェックルールにおいて、津波に対する安全性を含めて耐震安全性評価における評価手法及び

確認基準も示したが、その内容及び検討経緯は以下のとおりである。

#### (a) バックチェックルールにおける津波関連の記述

津波の評価方法として、既往の津波の発生状況、活断層の分布状況、最新の知見等を考慮して、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のある津波を想定し、数値シミュレーションにより評価することを基本とし、水位上昇・低下の双方に対して安全性に影響を受けることがないことを確認するとともに、必要に応じて土砂移動等の二次的な影響について確認することを求めている。

津波の想定及び数値シミュレーションについては、前記のとおり最新の知見を考慮することとはしているものの、「痕跡高の記録が残されている既往の津波について数値シミュレーションを行ったうえで」、「想定津波の断層モデルに係る不確定性を合理的な範囲で考慮したパラメータスタディーを行い」、「これに潮位を考慮したものを設計津波水位とする」等と、土木学会の津波評価技術の内容と酷似したものとなっている。

#### (b) バックチェックルール策定に係る主な議論

バックチェックルールの原案は、保安院原子力発電安全審査課耐震安全審査室において、過去の審査での指摘のあった審査ポイント、改訂耐震設計審査指針及び土木学会の津波評価技術の内容等を踏まえて作成された。また、この原案作成作業は、安全委員会事務局で耐震設計審査指針の改訂作業を担当していた技術参与の一人が、保安院の安全審査官公募に応募して異動し、引き続き担当することとなった。土木学会から津波評価技術が刊行された平成 14 年から耐震バックチェック指示の行われた平成 18 年の間には津波に関連する様々な新知見が明らかとなっているが、保安院において、体系的な調査・検証作業は行われなかった。

バックチェックルール原案は、平成 18 年 7 月 25 日に開催された総合資源エネルギー調査会原子力安全・保安部会耐震・構造設計小委員会（第 7 回）（委員長：阿部勝征東京大学地震研究所教授）において資料として提案されたが、その後、耐震バックチェック指示の直前の同年 9 月 13 日に開催された第 10 回

小委員会まで、津波に関する記述について特に議論はなかった。

#### b 福島第一及び第二原発に係る耐震バックチェック

その後、各原子力事業者等から報告された耐震バックチェック報告書については、耐震・構造設計小委員会（関係ワーキンググループ、サブグループを含む。）においてその妥当性が審議されているが、東京電力福島第一及び第二原発を含めて現時点までに津波の評価まで終わらせた発電所はまだ少ない水準にとどまっている。この背景として、平成 19 年 7 月に新潟県中越沖地震があり、東京電力柏崎刈羽原子力発電所（以下「柏崎刈羽原発」という。）において設計時の想定地震動を大きく上回る地震動が観測されたことから、このことを踏まえた地震動評価及び耐震安全性評価が優先されたことがある。

福島第一及び第二原発については、東京電力より、平成 20 年 3 月に福島第一原発 5 号機及び福島第二原発 4 号機に係る耐震バックチェック中間報告書が提出されており、同年 4 月より耐震・構造設計小委員会及び関連ワーキンググループ、サブグループでの検討が行われた。福島第一及び第二原発に係る耐震バックチェックの実施内容については、後記（7）及び（8）にて詳述する。

### （6）貞観津波等についての知見の進展

#### a 貞観津波に関する学術研究の動向

869 年に東北地方沿岸を襲った巨大津波とされ、後記の福島第一原発に係る耐震バックチェックの中でも議論された貞観津波については、「仙台平野における貞観 11 年（869 年）三陸津波の痕跡高の推定」（1990 年（平成 2 年））以降、掘削調査により津波堆積物の分布を調査する堆積物調査及び数値シミュレーションの技法を駆使して遡上高や浸水域の再現計算を行い地震の断層モデルを推定する研究が進められており、同論文を含め、参照すべき研究成果として、以下のような研究論文が挙げられる。

#### ① 阿部壽・菅野喜貞・千釜章「仙台平野における貞観 11 年（869 年）三陸津波の痕跡高の推定」（1990 年（平成 2 年））

貞観津波に関する仙台平野での初めての堆積物調査であり、東北電力による独自調査として行われたものである。貞観津波の痕跡高は、仙台平野の河川か

ら離れた一般の平野部で 2.5m から 3m で、浸水域は海岸線から 3km ぐらいの範囲であったと推定している。

② 菅原大助・箕浦幸治・今村文彦「西暦 869 年貞観津波による堆積作用とその数値復元」(2001 年 (平成 13 年))

津波堆積物調査を行い、福島県相馬市の松川浦付近で仙台平野と同様の堆積層を検出した。これにより、貞観津波の土砂運搬・堆積作用が仙台平野のみならず福島県相馬にかけての広い範囲で生じたこと、海岸部に到達した津波の波高が極めて大きかった可能性を示している。

③ 佐竹健治・行谷佑一・山木滋「石巻・仙台平野における 869 年貞観津波の数値シミュレーション」(2008 年 (平成 20 年))

貞観津波による石巻平野と仙台平野における津波堆積物の分布といくつかの断層モデルからのシミュレーション結果とを比較したもので、断層幅 100km 及びすべり量 7m 以上としたプレート間地震モデル (モデル 8 及びモデル 10) によって石巻平野・仙台平野での津波堆積物の分布をほぼ完全に再現できることを確認している。ただし、断層の南北方向の広がり (長さ) を調べるためには、仙台湾より北の岩手県あるいは南の福島県や茨城県での調査が必要であるとしている。

④ 宍倉正展・澤井祐紀・行谷佑一・岡村行信「平安の人々が見た巨大津波を再現する—西暦 869 年貞観津波—」(2010 年 (平成 22 年))

独立行政法人産業技術総合研究所による津波堆積物調査であり、仙台平野のみならず福島県相馬においても津波堆積物を確認するとともに、貞観津波の再来期間がおおよそ 450 年から 800 年であることを明らかにしている。

b 行政機関における津波評価の動向

北海道・東北地方に影響を与える津波に係る行政機関における津波評価については、国においては、平成 7 年に発生した阪神・淡路大震災を踏まえて設置された推本が、「三陸沖から房総沖にかけての地震活動の長期評価について」「千島海溝沿いの地震活動の長期評価」を取りまとめ、長期的な観点で地震発生の可能性、震源域の形態等について評価を行った。また、中央防災会議は、北海道及び東北地方を中心とする地域に影響を及ぼす地震のうち、特に日本海溝・千島海溝周辺



海溝型地震に着目して、防災対策の対象とすべき地震を選定し、地震対策の基本的事項について「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会報告」を取りまとめた。

また、地方公共団体においては、中央防災会議の「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会報告」を受け、福島県が、沿岸市町が作成する津波ハザードマップや津波避難計画の作成支援を目的として福島県津波想定調査を実施し、茨城県は「茨城沿岸津波浸水想定検討委員会」を設置して専門家の意見を聴取しつつ、中央防災会議が検討した調査結果などを参考に津波浸水想定区域図を作成した。

これらについて、以下に概要を紹介する。

#### ① 推本「三陸沖から房総沖にかけての地震活動の長期評価について」（平成14年7月）

平成7年に発生した阪神・淡路大震災を踏まえ、全国にわたる総合的な地震防災対策を推進するため、地震防災対策特別措置法が制定され、行政施策に直結すべき地震に関する調査研究の責任体制を明らかにし、これを政府として一元的に推進するため、同法に基づき総理府（当時）に政府の特別の機関として推本が設置された（現・文部科学省に設置）。推本では、全国を概観した地震動予測地図の作成を当面推進すべき地震調査研究の主要な課題とし、陸域の浅い地震、あるいは、海溝型地震の発生可能性の長期的な確率評価を行うこととしている。

「三陸沖から房総沖にかけての地震活動の長期評価について」（以下「長期評価」という。）は、日本海溝沿いのうち三陸沖から房総沖までの領域を対象とし、長期的な観点で地震発生の可能性、震源域の形態等について評価して取りまとめたものである。

三陸沖北部から房総沖の海溝寄りのプレート間大地震（津波地震）については、1611年の三陸沖、1677年の房総沖、明治三陸地震と称される1896年の三陸沖のものが知られているが、これら3回の地震は、同じ場所で繰り返し発生しているとは言い難いため、固有地震としては扱わないこととするとともに、同様の地震は三陸沖北部海溝寄りから房総沖の海溝寄りの領域内のどこでも発生する可能性があるとしている。

## ② 推本「千島海溝沿いの地震活動の長期評価」（平成 15 年）

千島海溝沿いのうち十勝沖・根室沖・色丹島沖及び択捉島沖を対象とし、長期的な観点で地震発生の可能性、震源域の形態等について評価して取りまとめたものである。

各領域の次の大地震の発生確率を過去の平均活動間隔と最新活動からの経過時間に基づき推定し、想定規模を過去の地震規模から推定した。また、過去の十勝沖の地震、根室沖の地震について、400 年から 500 年程度の間隔で、かつ、連動して発生した可能性があるとした（いわゆる「500 年間隔地震」）。

## ③ 中央防災会議 日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会報告」（平成 18 年）

平成 15 年の宮城県沖地震、十勝沖地震の発生により特に東北・北海道地方における地震防災対策強化の必要性が認識されたことから、中央防災会議では、当該地域で発生する大規模海溝型地震対策を検討するため、「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会」を平成 15 年 10 月に設置した。

同専門調査会は、特に日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に着目して、防災対策の対象とすべき地震を選定した上で対象地震による揺れの強さや津波の高さを評価し、この評価結果を基に予防的な地震対策及び緊急的な応急対策などについて検討して、地震対策の基本的事項について「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会報告」を取りまとめた。

同報告書では、防災対策の検討対象として、大きな地震が繰り返し発生しているものについては、近い将来発生する可能性が高いと考え対象とするが、繰り返しが確認されていないものについては、発生間隔が長いものと考え近い将来に発生する可能性が低いものとして対象から除外することとしている。その結果として、推本で発生可能性があると考えられた福島県沖・茨城県沖のプレート間地震等については、防災対策の検討対象から除外されている。また、貞観三陸沖地震（869 年）を含む過去に発生した四つの地震については、留意が必要であるとはしているものの防災対策の検討対象とはしないこととしている。なお、北海道の 500 年間隔地震については、「北海道の根室地域から十勝地域にかけての津波堆積物調査の結果、この地域で巨大津波が発生したことが確認されている。・・・この約 500 年間隔の津波堆積物に対応する地震（以下「500

年間隔地震」という。)については、・・・根室沖～十勝沖の領域にまたがり繰り返し発生したプレート間地震と考えられる。」とあり、防災対策の検討対象とされている。

#### ④ 福島県津波想定調査結果（平成 19 年）

福島県では、平成 18 年度から平成 19 年度にかけて、県内の沿岸市町が作成する津波ハザードマップや津波避難計画の作成支援を目的として、津波想定調査を実施し、津波想定区域図を作成するとともに、津波による被害想定を実施した。

津波シミュレーションでは、国の中央防災会議が防災対策の検討対象として選定した「宮城県沖の地震津波」と「明治三陸タイプの地震津波」のほか、福島県に震源が最も近い「福島県沖高角断層地震津波」の三つの津波を想定し、それぞれの津波ごとに影響開始時間や第一波ピークの津波到達時間、最大遡上高等を予測した。

#### ⑤ 茨城県津波浸水想定区域図（平成 19 年）

茨城県では、「茨城沿岸津波浸水想定検討委員会」を設置して専門家の意見を聴取しつつ、中央防災会議が検討した調査結果などを参考に津波浸水想定区域図を作成した。

津波シミュレーションの際には、想定津波として延宝房総沖地震津波（延宝 5 年（1677 年））と明治三陸タイプ地震津波（日本海溝付近で繰り返し発生が確認されている地震のうち、茨城県に最も大きな被害をもたらすと考えられる津波）を考慮した。

なお、今般の東北地方太平洋沖地震による地震・津波の発生、被害の状況について、早急に分析の上、今後の対策を検討するために、中央防災会議に「東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会」が設置され、平成 23 年 6 月に「中間とりまとめ」が公表された。「中間とりまとめ」では、以下の抜粋のとおり今回の災害と想定との食い違いへの反省がなされている。

「過去発生したらしい地震であっても、地震動や津波を再現できなかった地震は地震発生の確度が低いとみなし、想定の対象外にしてきた。今回の災害に関連していえば、過去起きたと考えられる 869 年貞観三陸沖地震・・・などを

考慮の外においてきたことは、十分反省する必要がある。」

「たとえ地震の全体像が十分解明されていなくても、今後は対象地震として、十分活用することを検討していく必要がある。確からしさが低くても、地震・津波被害が圧倒的に大きかったと考えられる歴史地震については、十分考慮する必要があるからである。」

「自然現象は大きな不確実性を伴うものであり、想定には一定の限界があることを十分周知することが必要である。」

「今後の津波対策を構築するにあたっては、基本的に二つのレベルの津波を想定する必要がある。一つは、住民避難を柱とした総合的防災対策を構築する上で想定する津波である。超長期にわたる津波堆積物調査や地殻変動の観測等をもとにして設定され、発生頻度は極めて低いものの、発生すれば甚大な被害をもたらす最大クラスの津波である。・・・もう一つは、防波堤など構造物によって津波の内陸への浸入を防ぐ海岸保全施設等の建設を行う上で想定する津波である。」

「これらの地震と、内陸での地震や台風などとの複合災害についても留意する必要がある。」

## (7) 津波対策の進展や耐震バックチェック指示等を受けた福島第一原発等に関する東京電力の対応や社内検討の状況

### a 津波対策の進展

東京電力は、前記(3)記載のとおり、津波評価技術に基づく津波評価を実施した後も、茨城県や福島県が平成19年に公表した防災用の津波想定調査結果を基に、福島第一原発及び福島第二原発における津波水位の再評価を行い、それまでの想定を上回らないことを確認していた。

### b 東京電力が平成20年に行った福島第一原発及び福島第二原発における津波評価、対策に関する社内検討

#### (a) 社内検討に至る経緯

保安院による前記(5)a記載の津波評価に関するバックチェック指示を受けて、東京電力は、福島第一原発及び福島第二原発に関する作業を進めたが、

津波評価を検討する過程において、平成 14 年 7 月に公表された推本の「三陸沖から房総沖にかけての地震活動の長期評価について」で述べられている「1896 年の明治三陸地震と同様の地震は、三陸沖北部から房総沖の海溝寄りの領域内のどこでも発生する可能性がある。」という知見をいかに取り扱うかが問題となった。

東京電力は、平成 20 年 2 月頃に有識者の意見を求めたところ、「福島県沖海溝沿いで大地震が発生することは否定できないので、波源として考慮すべきである」との意見が出されたことを受けて、遅くとも平成 20 年 5 月下旬から同年 6 月上旬頃までに、推本の長期評価に基づき津波評価技術で設定されている三陸沖の波源モデルを流用して試算した結果、それぞれ福島第一原発 2 号機付近で O.P.+9.3m、福島第一原発 5 号機付近で O.P.+10.2m、敷地南部で O.P.+15.7m といった想定波高の数値を得た。

この波高を知った吉田昌郎原子力設備管理部長（以下「吉田部長」という。）の指示で、武藤栄原子力・立地副本部長（原子力担当）（以下「武藤副本部長」という。）らに対する説明及び社内検討が行われることとなった。

## (b) 社内検討

平成 20 年 6 月 10 日頃、武藤副本部長、吉田部長らに対する福島第一原発及び福島第二原発における津波評価に関する説明が行われ、担当者より、前記想定波高の数値、防潮堤を作った場合における波高低減の効果等につき説明がなされた。

その際に、武藤副本部長より、①津波ハザードの検討内容に関する詳細な説明、②福島第一原発における 4m 盤への津波の遡上高さを低減するための対策の検討、③沖に防潮堤を設置するのに必要な許認可の調査、④機器の対策に関する検討をそれぞれ行うよう指示が出された。

平成 20 年 7 月 31 日頃、前記①から④までに関し、武藤副本部長、吉田部長らに対する 2 回目の説明が行われ、担当者より、防潮堤の設置により津波の遡上水位を 1 から 2m 程度まで低減できるものの、数百億円規模の費用と約 4 年の時間が必要になると見込まれることや、津波解析の手法等について説明がなされた。

武藤副本部長及び吉田部長は、前記想定波高につき、試算の前提とされた推本の長期評価が震源の場所や地震の大きさを示さずに、「地震が三陸沖北部から房総沖の海溝寄りの領域内のどこでも発生する可能性がある。」としているだけのものである上、津波評価技術で設定されている三陸沖の波源モデルを福島第一原発に最も厳しくなる場所に仮に置いて試算した結果にすぎないものであり、ここで示されるような津波は実際には来ないと考えていた。

さらに、武藤副本部長及び吉田部長は、このように考えていた他の理由として、前記説明がなされた頃、東京電力が平成 19 年 7 月の新潟県中越沖地震に見舞われた柏崎刈羽原発の運転再開に向けた対応に追われており、地震動対策への意識は高かったが、津波を始めとする地震随件事象に対する意識は低かった旨を挙げている。

他方で、武藤副本部長及び吉田部長は、念のために、推本の長期評価が、津波評価技術に基づく福島第一原発及び福島第二原発の安全性評価を覆すものかどうかを判断するため、電力共通研究として土木学会に検討を依頼しようと考えた。ただし、あくまで「念のため」の依頼であって、その検討の結果がかかる安全性評価を覆すものであるとされない限りは考慮に値しないものと考えていたとのことであり、武藤副本部長らと共に説明を受けた新潟県中越沖地震対策センター長（以下「センター長」という。）も、おおむね同様の考えであった。

結論として、武藤副本部長より、①推本の長期評価の取扱いについては、評価方法が確定しておらず、直ちに設計に反映させるレベルのものではないと思料されるので、当該知見については、電力共通研究として土木学会に検討してもらい、しっかりとした結論を出してもらい、②その結果、対策が必要となれば、きちんとその対策工事等を行う、③耐震バックチェックは、当面、平成 14 年の津波評価技術に基づいて実施する、④土木学会の委員を務める有識者に前記方針について理解を求めることが、東京電力の方針として決定された。

なお、沖合に防潮堤を設置する案については、武藤副本部長、吉田部長及びセンター長から、津波対策として防潮堤を造ると、原子力発電所を守るために周辺集落を犠牲にすることになりかねないので、社会的に受け入れられないだろうといった否定的な発言がなされていた。

### (c) 武黒本部長への報告

武藤副本部長及び吉田部長は、遅くとも平成 20 年 8 月までに、前記検討内容を武黒一郎原子力・立地本部長に報告したところ、同本部長から特段の指示等はなく、前記方針が追認された。

### (d) 東京電力による有識者への説明

東京電力は、平成 20 年 10 月頃、土木学会の委員を務める有識者らを訪ね、東京電力の社内検討結果について理解を求めたところ、有識者らからは、特段否定的な意見は聞かれなかった。

有識者らの一人である東京大学地震研究所の佐竹健治教授（以下「佐竹教授」という。）は、貞観津波に関する研究成果を年度内に発表できる見込みだとして、同教授ほか 2 名の「石巻・仙台平野における 869 年貞観津波の数値シミュレーション」と題する論文（前記（6）a③参照。以下「佐竹論文」という。）の原稿を東京電力の担当者に渡した。東京電力は、同論文を基に福島第一原発及び福島第二原発における波高を試算したところ、福島第一原発で 8.6m から 9.2m まで、福島第二原発で 7.7m から 8.0m までという結果を得た。

### (e) 貞観津波の取扱い及び堆積物調査の実施に関する決定

貞観津波に関する佐竹論文は、波源モデルを確定させるために福島県沖等の津波堆積物調査が必要である旨指摘していた。また、平成 20 年 12 月 10 日頃、前記（d）で述べた有識者への説明の過程で、ある有識者から「推本が長期評価を出している以上、事業者はどう対応するのか答えなければならない。対策を講じるのも一つ、無視するのも一つ。ただし、無視するためには、積極的な証拠が必要。福島県沿岸で津波堆積物の調査を実施し、推本の見解に対応するような津波が過去に発生していないことを示すのも一案であろう。」旨の意見が述べられた。

吉田部長は、推本の長期評価に関する想定津波と同様に、前記佐竹論文に基づき試算された波高の津波も実際には来ないと考えていたものの、他方で、推本の長期評価と同様に、貞観津波に関する同論文についても津波評価技術に基



づく福島第一原発及び福島第二原発の安全性評価を覆すものかどうかを判断するため、念のために、電力共通研究として土木学会に検討を依頼することとした。さらに、吉田部長は、前記有識者の指摘を踏まえ、福島県沿岸において津波堆積物の調査を実施する方針も併せて決定した。

これらの方針は、遅くとも平成 21 年 1 月頃までに、吉田部長から武藤副本部長及び武黒副本部長に報告され、特段の指示等もなく了承された。

なお、武藤副本部長は、吉田部長から、かかる報告を受けた明確な記憶はない旨述べているものの、吉田部長の「土木学会への検討依頼や津波堆積物調査の実施という費用が掛かる話を自分限りにはすることはあり得ず、武藤副本部長及び武黒副本部長に話をした明確な記憶がある。」旨の説明には合理性が認められる上、武藤副本部長自身もかかる報告を受けたことを積極的に否定しているわけではないことからすれば、吉田部長による前記報告が、武藤副本部長等になされたものと考えられる。

また、吉田部長による前記決定は、前記（b）で述べた武藤副本部長らにより決定された東京電力の方針に沿ったもので、その方針に変更を来すものではないことから、そもそも、武藤副本部長らへの報告の有無にかかわらず、既に決定されていた東京電力の方針に従ったものであったと言える。

#### c 東京電力による津波堆積物調査の実施

東京電力は、平成 21 年 11 月、福島県に対し、津波堆積物調査についての説明を行い、農閑期である同年 12 月から平成 22 年 3 月までの間、福島県沿岸において、津波堆積物調査を実施した。

その結果、貞観津波の堆積物が、福島第一原発より 10km 北方に位置する南相馬市小高区浦尻地区等において発見されたが、福島第一原発より南方では、津波堆積物は発見されなかった。

#### d 東京電力社内における福島地点津波対策ワーキングの立ち上げ

東京電力では、平成 20 年中に福島第一原発及び福島第二原発における津波評価に関する社内検討が行われたが、かかる社内検討後、新潟県中越沖地震対策センターでは、土木調査グループが津波堆積物の調査等を、機器耐震技術グループ

が海水ポンプの電動機を水密化する検討をそれぞれ行っていたものの、その他には、津波対策と言える取組は特段行われていなかった。

その後、平成 24 年 10 月を目途に結論が出される予定の土木学会における検討結果如何では津波対策として必要となり得る対策工事の内容を、いわば頭の体操的に検討することを目的として、平成 22 年 8 月に、前記センター内の地震グループを除く全グループが参加する「福島地点津波対策ワーキング」が立ち上げられた。同ワーキングは、同年 12 月に第 2 回、平成 23 年 1 月に第 3 回、同年 2 月に第 4 回が開催された。同ワーキングでは、津波対策のための工事内容として、機器耐震技術グループからは前記海水ポンプの電動機の水密化が、建築耐震グループからはポンプを収容する建物の設置が、土木技術グループからは防波堤のかさ上げ及び発電所内における防潮堤の設置がそれぞれ提案され、さらに、これらの対策工事を組み合わせて対処するのがよいのではないかといった議論がなされていた。しかしながら、海水ポンプの電動機を水密化する対策や、ポンプを収容する建物を設置する工事は、いずれも技術的な問題があるため、その実現が困難と目されていた。

加えて、前記のとおり、土木学会による検討の結果、推本の長期評価等が従前の津波評価技術に基づく安全性評価を覆すものであるとされない限り、対策工事の必要はないとの判断がなされていたことから、ワーキングが立ち上げられた当時の小森明生原子力・立地副本部長（原子力担当）には、かかるワーキングの存在自体が報告されておらず、同ワーキングの立ち上げ以降も、津波対策の検討は、専ら前記センター限りで行われていた。したがって、かかる問題が、東京電力社内で重要な問題として認識されていた形跡はうかがわれない。

## **(8) 福島第一原発等の津波対策に関する保安院の対応**

### **a 保安院が、東京電力による津波評価等を認知した経緯**

#### **(a) 保安院からの説明要求**

東京電力から提出されていた福島第一原発 5 号機及び福島第二原発 4 号機における耐震安全性評価の中間報告書に対する評価が、平成 21 年 6 月及び 7 月、「総合資源エネルギー調査会原子力安全・保安部会 耐震・構造設計小委員会 地震・津波、地震・地盤合同ワーキンググループ」（以下「合同 WG」という。）

において行われていた際、合同WGの委員から、貞観三陸沖地震・津波を考慮すべき旨の意見が出された。

かかる貞観三陸沖地震・津波の指摘を踏まえ、保安院の審査官が、平成21年8月上旬頃、東京電力に対し、貞観津波等を踏まえた福島第一原発及び福島第二原発における津波評価、対策の現況について説明を要請した。

これを受け、東京電力の担当者は、吉田部長に対応ぶりを相談し、これまでに決定された東京電力の方針、すなわち、「①貞観津波については、その知見が確定していないことから、電力共通研究として土木学会で検討してもらい、標準化をする。②耐震バックチェックは、平成14年の津波評価技術に基づき実施する。③貞観津波については、土木学会による検討や今後実施予定の津波堆積物調査の結果を踏まえ、改めてバックチェックを実施し、必要があれば対策工事を行う。」という方針を、佐竹論文に基づく試算の結果得られた波高の前記数値と共に保安院に説明する意向である旨述べたところ、吉田部長から了承が得られたが、波高の試算結果については、保安院から明示的に試算結果の説明を求められるまでは説明不要との指示がなされた。

#### (b) 平成21年8月28日頃なされた保安院に対する説明

東京電力は、平成21年8月28日頃、保安院において、事前に作成した資料を使いながら、東京電力における福島第一原発及び福島第二原発の津波評価、対策の検討状況につき、前記(a)記載の対応方針を説明した。その際、想定津波の検討結果については、平成14年の津波評価技術に基づいて算出したO.P.+5mから6mまでという波高を説明した(東京電力は、福島第一原発及び福島第二原発の耐震バックチェックの報告書作成作業を進める中で、平成21年2月頃、海上保安庁水路部が公表した最新の海底地形及び潮位観測の各データを踏まえ、平成14年の津波評価技術に基づく再計算を実施し、想定波高を福島第一原発で5.4mから6.1mまで、福島第二原発で5.0mに修正していた。なお、平成21年12月までに福島第一原発5号機及び同6号機の非常用海水系ポンプの一部につき、必要な海水侵入防止工事を終えていた。)

説明を受けた保安院の審査官は、東京電力に対し、貞観津波に関する佐竹論文に基づく波高の試算結果の説明を求め、その説明を次に受けるときは、上司

の室長と共に説明を受けると述べた。

### (c) 平成 21 年 9 月 7 日頃なされた保安院に対する説明

東京電力は、保安院から貞観津波に関する佐竹論文に基づく波高の試算結果を説明するよう要請されたことを受けて、吉田部長の了承を経て、平成 21 年 9 月 7 日頃、保安院において、室長らに対し、準備した資料を使いながら、貞観津波に関する佐竹論文に基づいて試算した波高の数値が、福島第一原発で約 8.6m から約 8.9m まで、福島第二原発で約 7.6m から約 8.1m まで(全て O.P.)であったことを説明し、これらの説明に使用した全ての資料を室長らに渡した。

このような説明を受けて、保安院の審査官は、波高が 8m 台なら、津波がポンプの電動機据付けレベルを超え、ポンプの電動機が水没して原子炉の冷却機能が失われることを認識した。しかしながら、保安院の室長らは、前記説明に係る津波発生の切迫性を感じず、保安院として新しい知見を踏まえた原発の安全性について説明を求められる程度には至っていないと考えたことから、東京電力に対し、担当官限りの対応として福島第一原発及び福島第二原発における津波対策の検討やバックチェック最終報告書の提出を促したものの、対策工事等の具体的な措置を講じるよう要求したり、文書でバックチェック最終報告書の提出を求めることまではせず、森山善範審議官（原子力安全基盤担当）（以下「森山審議官」という。）等の上司にも報告、相談しなかった。また、森山審議官は、自らが原子力発電安全審査課長として出席していた前記（a）記載の合同 WG の委員による貞観三陸沖地震・津波の指摘以降、自ら部下に対して貞観三陸沖地震・津波に関する話の進展等を尋ねることはなかった<sup>8</sup>。

東京電力は、前記のような保安院の態度を踏まえ、説明した東京電力の前記（a）記載の方針につき、保安院の了承が得られたものと考えた。

---

<sup>8</sup> 当委員会によるヒアリングに対し、森山審議官（ヒアリング当時は原子力災害対策監）は、貞観三陸沖地震・津波の話を取り組まなければならない重要な問題と認識していたので、平成 21 年 7 月に福島第一原発 5 号機の耐震安全性に係る中間報告の評価を公表した際に、貞観三陸沖地震・津波に関する指摘を特別に盛り込んだなどと述べている。しかしながら、同審議官の対応については、①福島第一原発における想定波高について、当時誰にも具体的な波高を尋ねていなかったこと、②平成 21 年に様々な新知見を合同 WG 等の場で識者に議論してもらった制度を創設したが、貞観三陸沖地震・津波の話その場での議論に付そうとしなかったという事実も認められる。

## b 東京電力による津波堆積物調査への対応

保安院は、平成 22 年 5 月、東京電力から、前記（7）c 記載の津波堆積物調査の結果について報告を受けた際、東京電力に対し、津波堆積物が発見されなかったことをもって津波がなかったと評価することはできないなどとコメントしたが、具体的な行動を東京電力に求めることはなかった。

なお、森山審議官は、同年 3 月、福島第一原発における津波対策の状況を部下に尋ねたところ、「東京電力は、津波堆積物の調査をしている。貞観の地震による津波は、簡単な計算でも敷地高は超える結果になっている。防潮堤を造るなどの対策が必要になると思う。」旨の報告を受け、福島第一原発で防潮堤を必要とする程度の敷地高を超える波高の試算結果が存在することを認識するに至った。ところが、かかる試算結果を認識したにもかかわらず、森山審議官は、具体的な波高数値を部下や有識者に確認せず、貞観三陸沖地震・津波の話の前記合同 WG にて様々な新知見を有識者に議論してもらうこともなかった。当委員会によるヒアリングに対し、森山審議官（ヒアリング当時は原子力災害対策監）は、そのときの認識について、「平成 21 年に合同 WG の委員から指摘を受けたときとあまり認識は変わっていない。この段階でも、（津波が）大きくなるということはあっても、定量的な認識はなかった。津波堆積物調査を始めとする様々な調査をして評価をしつつある過程であり、貞観三陸沖地震についての調査はそれほど進展していないと認識していた。津波の認識は低く、情報の受け止め方の感度がよくなかった。」などと供述している。

## c 保安院が、平成 23 年 3 月 7 日に実施した東京電力に対するヒアリング

### (a) ヒアリングに至る経緯

保安院は、推本が平成 22 年 11 月に「活断層の長期評価手法（暫定版）」を公表したことを契機として、平成 23 年 2 月 22 日頃、保安院原子力発電安全審査課と文部科学省地震・防災研究課との意見交換を行い、文部科学省から、推本の長期評価につき貞観三陸沖地震に関する最近の知見も踏まえた改訂を同年 4 月頃行う予定であるとの情報を得た。

保安院は、国の機関である推本が貞観三陸沖地震の知見を踏まえた長期評価の改訂を行えば、保安院として長期評価の改訂を踏まえた福島原発の安全性確

保に関する説明を求められる事態に進展するおそれがあると考え、意見交換会当日のうちに東京電力に連絡し、長期評価が改訂される情報に接したことを告げるとともに、福島第一原発及び福島第二原発における津波対策の現状について説明を要請した。その結果、東京電力が、近日中に、文部科学省と長期評価の改訂を巡る情報交換を行う予定であったので、その報告と併せて福島第一原発及び福島第二原発における津波対策の現状を説明することとなった。

## (b) ヒアリングの内容

平成 23 年 3 月 7 日、保安院において東京電力に対するヒアリングが行われた。

東京電力は、同月 3 日に文部科学省で開催された推本の長期評価改訂に関する情報交換会の概要を説明するとともに、文部科学省に対し、「貞観三陸沖地震の震源はまだ特定できていないと読めるようにしてほしい。改訂案は貞観三陸沖地震が繰り返し発生しているかのようにも読めるので、表現を工夫してほしい。」などと要請したことを紹介した。

次に、福島第一原発及び福島第二原発における津波評価、対策の現状につき、以下の内容を説明した。

津波評価については、資料を使いながら、①平成 14 年の津波評価技術で示されている断層モデルを用いた試算結果、②平成 14 年の推本の長期評価に対応した断層モデルに基づいて試算した福島第一原発及び福島第二原発における想定波高の数値が（ケース 1）明治三陸沖地震（1896 年）のモデルを用いた場合には、それぞれ福島第一原発で 8.4m から 15.7m まで、福島第二原発で 7.2m から 15.5m まで、（ケース 2）房総沖地震（1677 年）のモデルを用いた場合には、それぞれ福島第一原発で 6.8m から 13.6m まで、福島第二原発で 5.3m から 14m までとなるが、平成 22 年 12 月の津波評価部会での審議における三陸沖北部から房総沖の海溝寄りプレート間大地震（津波地震）の考察にて、福島県を含む南部領域については前記房総沖地震（1677 年）を参考に波源を設定する旨の方針が出されていること、③貞観津波に関する佐竹論文の断層モデルを用いた場合、それぞれ福島第一原発で 8.7m から 9.2m まで、福島第二原発で 7.8m から 8.0m まで（用いた断層モデルは、平成 21 年 9 月の説明に用い

たものと同じ。ただし、潮位データをより安全サイドに立って採用した。) となることを説明した<sup>9</sup>。

さらに、福島第一原発及び福島第二原発の津波対策については、平成 24 年 10 月を目途に結論が出される予定の土木学会における検討結果如何では、津波対策として必要とされ得る対策工事の内容を検討しているが、同月までに対策工事を完了させるのは無理である旨説明した。

このような東京電力の説明に対し、保安院の室長らは、「4 月の推本の公表内容によっては、保安院から指示を出すこともある。また、女川のバックチェック最終報告の審議において貞観津波が話題になることが予想され、その審議状況によっては口頭で指示を出すこともあり得る。」旨を述べ、さらに、審査官は、「土木学会による検討の結果、平成 24 年 10 月に津波評価技術の改訂がなされることとなった場合に、その後でバックチェックの最終報告書が提出されれば、世間的に見たらアウトになってしまう。なるべく早く津波対策を検討してバックチェック最終報告書を提出してほしい。」旨を述べた。このように、保安院は、何らかの指示を今後行うことがあり得る旨の予告については行ったが、他方で東京電力に対し、対策工事を実施するよう明確に要求し、バックチェック最終報告書の提出を文書で求めるなどの踏み込んだ対応は行わなかった。また、保安院の室長らは、前記ヒアリングの内容を上司に報告相談せぬまま、3 月 11 日の地震の日を迎えた。

他方で、東京電力は、仮に今すぐ平成 14 年の津波評価技術を基にしたバックチェックの最終報告書を提出したとしても、貞観津波の最終的な断層モデルが未確立ゆえ合同 WG における審議が円滑に進まない可能性があることから、福島地点津波対策ワーキングにおける社内検討を進め、前記土木学会の検討により津波評価技術が改訂された場合に、それに基づく必要な対策工事を終えてからバックチェックの最終報告書を提出するのが現実的であると判断した。

---

<sup>9</sup> 波高は、全て O.P.の数値である。

## (9) 女川原発、東海第二原発における津波対策との対比

### a 東北電力女川原子力発電所における津波評価

東北電力女川原子力発電所 1 号機については昭和 45 年に設置許可申請が提出されているが、同申請書では敷地高を O.P.+14.8m (O.P.は女川原子力発電所工事用基準面。この項において以下同じ。) としている。東北電力による同社 OB の聞き取りによると、当時、文献調査や聞き込み調査から得られた痕跡記録は 3m 程度のものであったが、敷地造成に係る土量配分の観点から前記の敷地高とする計画が提案され、外部有識者を交えた東北電力での検討において、各種研究に基づいた津波評価試算がいずれもこれを上回るものではなかったこと等を踏まえ、このような敷地高での設置で妥当ではないかとの結論に至ったためである。なお、この時点では津波シミュレーション技術はなく、貞観津波 (869 年) の存在を東北電力は承知していた。

なお、補機冷却海水ポンプ等は、O.P.+14.8m の敷地から 10m 以上掘り下げたピットの底に剥き出して設置されている。

同発電所 2 号機については昭和 62 年に設置許可申請が提出されているが、この時点では津波シミュレーション技術が利用可能であったことから、既往最大津波である慶長津波 (1611 年) をシミュレートした結果、設計津波水位 O.P.+9.1m を得ている。

平成 14 年には、土木学会の津波評価技術に基づき再評価し、波高 O.P.+13.6m との結果を得たが、当初の敷地高で防護可能と判断した。

それ以後も、宮城県から宮城県沖地震の断層モデルの公表や佐竹教授らによる貞観津波の断層モデルの提案等、津波に関する新たな情報が出されるごとに社内で津波評価が行われたが、いずれの評価結果においても敷地高を上回るものではなかった。

女川原子力発電所の潮位計で観測された東北地方太平洋沖地震津波の波高は約 13m であり、O.P.+13.8m (地震に伴う地盤沈下 1m を考慮) を直接超えるものではなかった。

### b 日本原子力発電東海第二発電所における津波評価

日本原子力発電株式会社東海第二発電所については昭和 46 年に設置許可申請



が提出されているが、同申請書では津波は想定されておらず、過去の潮位記録から敷地高を東京湾平均海面 (T.P.) +3.31m としている。

太平洋沿岸部地震津波防災計画手法調査委員会「地域防災計画における津波対策の手引き」(平成9年)に基づき津波解析を実施し、波高 T.P.+4.41m との結果を得たため、T.P.+4.91m の側壁を整備した。

土木学会の津波評価技術に基づき再評価し、波高 T.P.+4.86m との結果を得たが、前記側壁で防護可能と判断した。

前記のとおり、平成19年に茨城県が地域防災計画の一環として「茨城県津波浸水想定区域図」を公表したが、これに基づき再々評価を実施して津波評価高 T.P.+5.72m との結果を得たことから、T.P.+6.11m の側壁を増設することを決定した。ただし、側壁の強度については、静水圧には耐える設計であるものの大型漂流物の衝突等は考慮されていない。

東海第二発電所での東北地方太平洋沖地震津波の波高は T.P.+5.4m と推定されており、側壁貫通部工事は完了していなかったため貫通部からポンプ室に海水が浸水して非常用 DG 1 台が停止したものの、側壁高を T.P.+4.91m から T.P.+6.11m に増設していたことにより、残り2台の発電機で原子炉の冷却に必要な電源を確保することができた。

## 4 シビアアクシデントに対する対策の在り方

### (1) シビアアクシデント対策の意義、概要

#### a シビアアクシデント対策とは

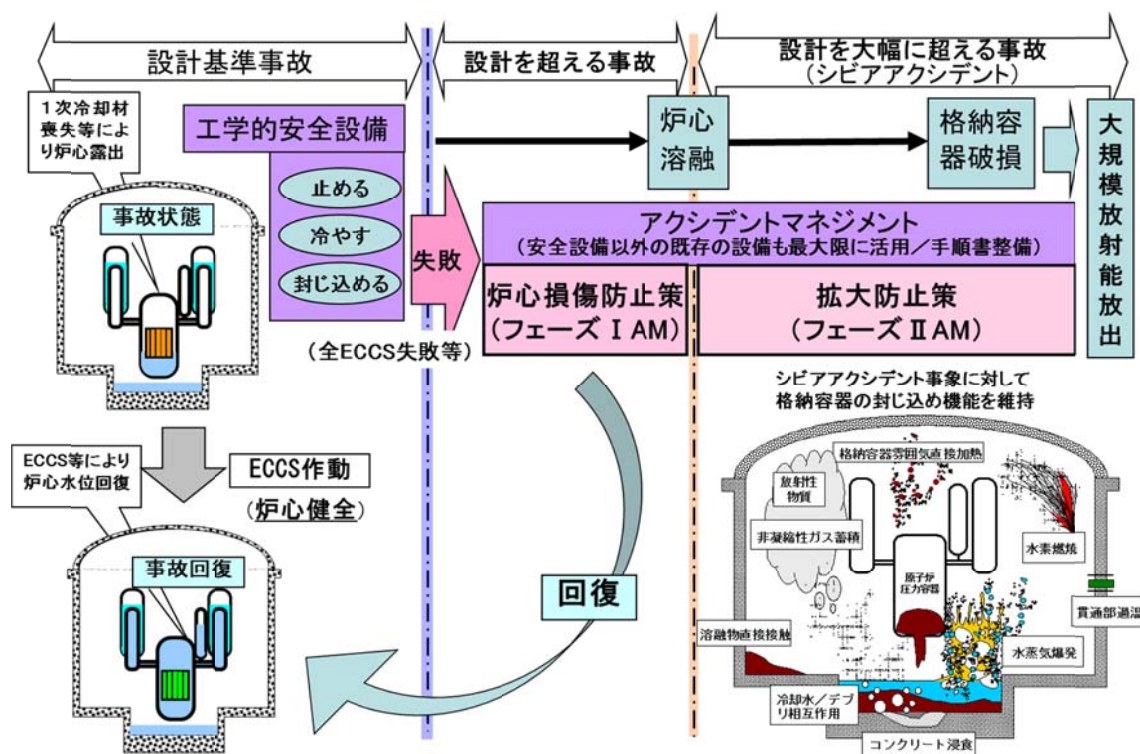
##### (a) シビアアクシデント (過酷事故、SA)

原子炉施設には、起こり得ると思われる異常や事故に対して、設計上何段階もの対策が講じられている。この設計の妥当性を評価するために、いくつかの「設計基準事象」という事象の発生を想定して安全評価を行う。この設計基準事象は、実際に起こりうる様々な異常や事故について、放射性物質の潜在的危険性や発生頻度などを考慮し、大きな影響が発生するような代表的な事象であり、さらに、評価上は、この設計基準事象に対処する機器にあえて故障を想定するなど厳しい評価を行っている(このような評価方法は、評価に当たって想定した事象の起こりやすさにかかわらず、その事象の発生を想定して安全評価を行

うことから、「決定論的安全評価」と呼ばれる。)。以上のような安全評価において想定している設計基準事象を大幅に超える事象であって、炉心が重大な損傷を受けるような事象を、一般に、シビアアクシデント (SA) と呼んでいる。

#### (b) アクシデントマネジメント (AM)

SA に至るおそれのある事態が万一発生したとしても、現在の設計に含まれる安全余裕や本来の機能以外にも期待し得る機能若しくはその事態に備えて新規に設置した機器を有効に活用することによって、その事態が SA に拡大するのを防止するため、又は SA に拡大した場合にその影響を緩和するために採られる措置（手順書の整備並びに実施体制や教育・訓練等の整備を含む。）をアクシデントマネジメント (AM) という。具体的には、前者（フェーズⅠの AM という。）としては、炉心冷却等の安全機能を回復させる操作から構成され、例えば非常用炉心冷却系 (ECCS) の手動起動や原子炉スクラム失敗事象に対するほう酸水注入系の起動など、後者（フェーズⅡの AM という。）としては、フィルター付き格納容器ベント設備や格納容器内注水設備等である（図Ⅵ-7 参照）。後記（3）b のとおり、社会的受容性を配慮し、「過酷事故」や「シビアアクシデント」という言葉を避け、「シビアアクシデント対策」を「アクシデントマネジメント」と呼ぶことが多い。



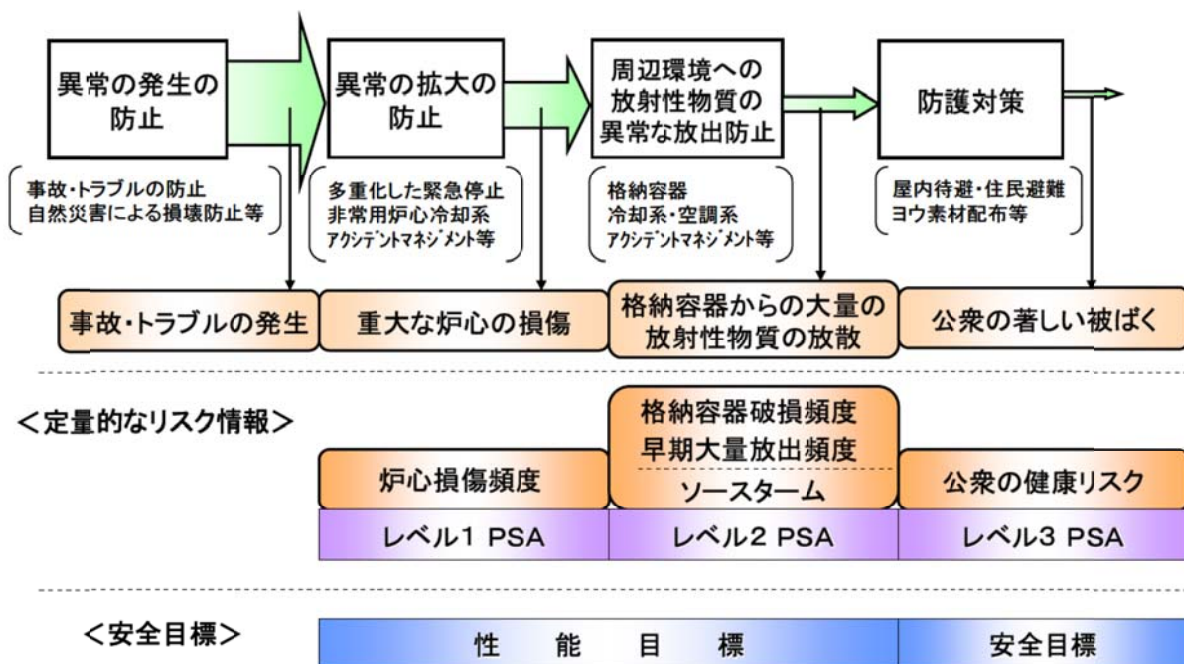
図VI-7 アクシデントマネジメントの概要  
JNES 作成

### (c) 確率論的安全評価 (PSA)

確率論的安全評価<sup>10</sup> (PSA) は、原子炉施設の異常や事故の発端となる事象 (起因事象) の発生頻度、発生した事象の及ぼす影響を緩和する安全機能の喪失確率及び発生した事象の進展・影響の度合いを定量的に分析することにより、原子炉施設の安全性を総合的・定量的に評価する方法である。SA のように、発生確率が極めて小さく、事象の進展の可能性が広範・多岐にわたるような事象に関する検討を行う上で、PSA は有用な方法とされている。PSA により、SA の発生要因を相対的に評価してより有効な AM を摘出し、その AM 整備後の有効性を評価することができる。また、PSA は、原子炉施設のシステム信頼性評価及び炉心損傷確率までを行うレベル 1PSA、損傷炉心及び核分裂生成物の環境への放出挙動評価までを行うレベル 2PSA 及び環境影響評価までを行うレベル 3PSA に分けられる (図VI-8 参照)。なお、PSA には、事象の偶然性

<sup>10</sup> 国際原子力機関 (IAEA) 並びにフランス、ドイツ、韓国、スウェーデン及びイギリスでは我が国と同様に PSA (Probabilistic Safety Assessment (又は Analysis, Analyses)) を用いているが、米国では PRA (Probabilistic Risk Assessment) という。

や知識の不確かなことから、結果に不確実さが存在する。



図VI-8 PSA の概念<sup>11</sup>

保安院・JNES「原子力安全規制への『リスク情報』活用に係る検討の背景」(総合資源エネルギー調査会  
原子力安全・保安部会リスク情報活用検討会第1回資料2)(平成17年2月2日)を基に作成

#### (d) 原子力発電所での事故による影響の発生の可能性の原因事象

原子力発電所での事故による影響の発生の可能性の原因事象としては、機器のランダムな故障や運転・保守要員の人的ミス等の内的事象、地震、津波、洪水、火災、火山や航空機落下等の外的事象、産業破壊活動等の意図的な人為事象がある。

#### b 全交流電源喪失事象 (SBO)

SA 対策の対象として取り上げられるものの一つに、全交流電源喪失事象<sup>12</sup> (SBO) がある。SBO とは、全ての外部交流電源及び所内非常用交流電源からの電力の供給が喪失した状態をいい、発電用軽水型原子炉施設においては、安全

<sup>11</sup> 図中、安全目標及び性能目標については、後記(4)g参照。

<sup>12</sup> 「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)では、全交流動力電源喪失事象とされている。

設計審査指針において、電源の確保に関する要求がなされている。

発電用軽水炉の設置許可申請に係る安全審査において用いられる安全設計審査指針は、最初は昭和 45 年 4 月に、原子力委員会（当時）<sup>13</sup>が軽水炉についての安全設計審査指針として定めた。電源に関する記載は以下となっており、SBO に関する記載はない<sup>14</sup>。

## 7 非常用電源設備

非常用電源設備は、単一動的機器の故障を仮定しても、工学的安全施設や安全保護系等の安全上重要かつ必須の設備が、所定の機能を果たすに十分な能力を有するもので、独立性および重複性を備えた設計であること。

昭和 52 年 6 月に、原子力委員会（当時）が、これを全面的に見直して「発電用軽水型原子炉施設に関する安全設計指針」として改訂を行い、電源に関する記載は以下となり、

### 指針 9 電源喪失に対する設計上の考慮

原子力発電所は、短時間の全動力電源喪失に対して、原子炉を安全に停止し、かつ、停止後の冷却を確保できる設計であること。

ただし、高度の信頼度が期待できる電源設備の機能喪失を同時に考慮する必要はない。

また、その「解説」において、以下となった。

### 指針 9 電源喪失に対する設計上の考慮

長期間にわたる電源喪失は、送電系統の復旧または非常用 DG の修復が期待できるので考慮する必要はない。

「高度の信頼度が期待できる」とは、非常用電源設備を常に稼働状態にしておいて、待機設備の起動不良の問題を回避するか、または信頼度の高い多数ユニットの独立電源設備が構内で運転されている場合等を意味する。

現時点では、この「短時間」が導入された経緯や、「短時間」と限定が付され

---

<sup>13</sup> 安全委員会は、昭和 53 年 10 月 4 日に原子力委員会から分離・発足した。それ以前は、原子力開発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・審議し、及び決定することについても、原子力委員会が担っていた。また、原子炉の設置許可は、当該原子炉の用途にかかわらず内閣総理大臣が行っており、行政庁の行う安全審査をダブルチェックするという制度ではなかった。なお、詳細設計や使用前検査の段階の規制は、現行制度と同じく、当該原子炉の用途に応じて主務大臣が担当していた。

<sup>14</sup> 参考として添付されている「動力炉安全設計審査指針解説」にも SBO に関する記載はない。

た根拠は不明である<sup>15</sup>。

一方、米国では、原子力規制委員会（NRC）が1988（昭和63）年にいわゆる「SBO規則」（10CFR50.63）を定めた。SBO規則においては、SBOの継続時間を、①所内非常用交流電源の多重性、②所内非常用交流電源の信頼性、③外部電源喪失に関して予想される発生頻度、④外部電源を復旧するために必要な時間に基づくことを前提として、各軽水炉はその継続時間に耐え復旧できなければならないとしている。また、所内バッテリーや他の必要なサポート系を含め炉心及び関連する冷却材系、制御系、保護系により、SBOが起こった場合の所定の期間において、炉心を冷却し格納容器の健全性を維持するために十分な容量と機能を備えなければならないとしており、必ずしもSBO用に新たな電源（代替交流電源）を設けるよう求めているわけではない。そのため、サイトによっては、SBO用の電源を有していない。一方、同規則においては、所内非常用交流電源を号機間で共用していないサイトにおける代替交流電源に対し、1基の原子炉のSBOに対処するための容量と能力を持たせること、また、所内非常用交流電源を号機間で共用するサイトにおける代替電源に対し、全ての原子炉を安全停止に移行、維持できることを担保するために必要な容量と能力を持たせることを求めている。

昭和63年12月に、安全委員会の原子炉安全基準専門部会設計小委員会第62回において、通商産業省（当時）が、外部電源等の信頼性について報告し、「短時間」の根拠の妥当性、特に外部電源喪失の確率について、検討が行われた。

平成2年8月に、軽水炉技術の改良及び進捗、スリーマイル島原子力発電所事故<sup>16</sup>（以下「TMI事故」という。）等を踏まえて、「発電用軽水型原子炉施設に関する安全設計審査指針」として全面改訂を行った。電源に関する記載は以下となったが、昭和52年の指針9を踏襲したものである<sup>17</sup>。

<sup>15</sup> 安全委員会は、平成23年9月15日の原子力安全基準・指針専門部会において、「短時間」と限定が付された根拠については、昭和51年9月29日の第14回原子炉安全技術専門部会安全設計小委員会において、30分以内と30分以上のSBO発生確率のごく簡単な評価が行われている資料が存在することにより、「送電事故の頻度と非常用ディーゼル発電機の起動失敗確率に基づいて、わが国では長時間のSBOが発生する確率が十分に低いという判断がなされたもの」と推定している。

<sup>16</sup> 事故は2号機。国際原子力・放射線事象評価尺度（INES）レベル5。

<sup>17</sup> 解説においても、昭和52年の指針9の解説を踏襲し、「長期間にわたる全交流動力電源喪失は、送電線の復旧又は非常用交流電源設備の修復が期待できるので考慮する必要はない。非常用交流電源設備の信頼度が、系統構成又は運用（常に稼働状態にしておくことなど）により、十分高い場合においては、設計上全交流動力電源喪失を想定しなくてもよい。」となっている。

## 指針 27. 電源喪失に対する設計上の考慮

原子炉施設は、短時間の全交流動力電源喪失に対して、原子炉を安全に停止し、かつ、停止後の冷却を確保できる設計であること。

平成 5 年 6 月に、安全委員会の原子力施設事故・故障分析評価検討会全交流電源喪失事象検討ワーキング・グループによってまとめられた報告書では、NRC の SBO 規則における要件等との対比の下に、わが国の代表プラントにおける SBO 発生頻度や SBO 耐久能力 (SBO 時の蓄電池及び冷却用水源による耐久時間) を検討し、わが国では外部電源及び非常用 DG の信頼性が高く、SBO 耐久能力は、(安全審査においては慣行として 30 分間しか要求されていないものの) 実力値としては加圧水型原子炉 (PWR) で 5 時間以上、沸騰水型原子炉 (BWR) で 8 時間以上であって SBO 規則を満たしているとしている。ただし、SBO 規則が降雪、ハリケーン、竜巻等の外的事象の想定を求めている (地震、洪水は含まれていない) のに対して、本検討では外的事象による SBO の可能性は論じられていない。なお、内的事象を起因事象とする PSA によると、わが国の代表的プラントにおける SBO による炉心損傷頻度 (CDF) は小さいとされていた<sup>18</sup>。

安全委員会によると、昭和 52 年以後、原子炉施設の安全審査においては、「短時間」とは 30 分間以下のことであると共通的に解釈する慣行がとられてきたため、当該指針の要求は、30 分間の SBO 時に冷却機能を維持するために十分な蓄電池の容量等への要求と解釈されている。当該指針の要求内容は、現在の設計においては、短時間の SBO 時に炉心 (BWR の場合) 又は 1 次系 (PWR の場合) を冷却する機能をもつ系統の存在と、これらの系統の動作を制御するための直流電源の容量とによって満足されていると判断されてきた。

以上のように、昭和 52 年の安全設計審査指針において導入された「電源喪失に対する設計上の考慮」に関する要求では、短時間の SBO を考慮することのみを求めており、以後の確率論的検討においてもこの判断を改めるには至らなかった。これらの検討では、いずれも外部電源の故障と内部電源の故障は独立な事象であると仮定しており、設計上の想定を超える自然災害によって SBO が発生す

---

<sup>18</sup> IAEA の基本原則で示されている新設炉に対する安全目標値  $10^{-5}$ /炉・年 (全炉心損傷頻度) に対し、SBO シーケンスの CDF は、BWR-3 で約  $1.6 \times 10^{-8}$ /炉・年 (全炉心損傷頻度に対する寄与割合約 2%)、BWR-4 で約  $1.9 \times 10^{-7}$ /炉・年 (同約 24%)、BWR-5 で約  $7.2 \times 10^{-8}$ /炉・年 (同約 22%) 等であった。

る事態は想定されていない。

安全委員会によると、過去の安全審査においては、「短時間」を 30 分間と解釈する審査慣行の根拠や、長時間の SBO の考慮が不要とされていることの根拠について、繰り返し質問されていたとのことであるが、この審査慣行や指針の妥当性が強く疑問視されるには至らず、長期間の SBO は考慮する必要はないという規定が改訂されることは無かった。

なお、当該規定に関して、当委員会による関係者のヒアリングにおいて、「我が国の停電に関するデータ及び自分の停電の経験だけでなく、当該指針を作ったのは自分の先輩たちであり、その方々は人柄以上に、実績と深い専門知識を持っており、信頼していたということもあって不審とは思わなかった。」旨の供述が得られている。

## (2) 我が国におけるシビアアクシデント対策の導入、位置付け、範囲等

### a 諸外国の動向

平成 4 年 2 月の安全委員会の原子炉安全基準専門部会共通問題懇談会（以下「共通問題懇談会」という。）報告書及び同年 7 月の通商産業省（当時）の「アクシデントマネジメントの今後の進め方について」等によると、平成 4 年当時の諸外国の SA 対策の状況は次のようである。

米国では、1970 年代（昭和 45 年～昭和 54 年）から、NRC（1975（昭和 50）年に原子力委員会（AEC）から NRC に改編）が、原子力発電所への確率論的リスク評価（PRA）の活用の検討を開始し、1975（昭和 50）年に WASH-1400 報告「原子炉安全研究」を公表し、原子力発電所の事故リスクを確率論的に定量的に評価する手法を提示した。

1979（昭和 54）年 3 月 28 日の TMI 事故を契機に SA 対策と PRA の重要性が認識され、研究が本格的に実施されることとなった。NRC は、1985（昭和 60）年に「シビアアクシデント政策声明書」（50FR32138）を公表した。この政策声明書においては、既設の原子力発電所に対しては直ちに新たな規制措置を講じる必要はないとしながらも、①今後、必要があれば規制措置を講じること、②既設の全原子力発電所について個別プラントごとの解析を実施することが示された。SA に対する脆弱性を把握するため、1988（昭和 63）年に内的事象を対象とした



個別プラントのごとの解析（IPE）の実施を事業者に要請し、1991（平成3）年に地震等の外的事象を対象とした個別プラントのごとの解析（IPEEE）の実施を事業者に要請した。また、1987（昭和62）年にはSA時の格納容器性能改善プログラムを開始し、1989（平成元）年には、MARK-I型BWR所有者に耐圧強化格納容器ベンティングシステムの自主的整備を勧告した。その後、これらに基づき幅広いプラントの変更や改善が行われてきていた。

フランスでは、1977（昭和52）年に産業・国土開発省原子力施設安全本部（SCSIN）（当時）が、「リスクに対する一般的目標として、容認できないような影響を $10^{-6}$ /炉・年よりも小さくすることを目標とする。」こと等を求めた。フランス電力庁（当時）が1978（昭和53）年に実施した確率論的安全評価研究の最初の結果は、これらの安全目標を満足しなかったため、SCSIN（当時）は、フランス電力庁（当時）に対し、リスク低減のための設計変更と手順書整備を要請した。本要請を踏まえフランス電力庁（当時）は、各種設計基準事象を上回る事象に対する安全目標として、炉心溶融に至った場合にも環境への核分裂生成物（FP）の放出量をサイト周辺の緊急時計画に見合ったレベルまで低減させることを決定し、各種手順書を整備するとともに、砂フィルターを使用した格納容器ベンティングシステムの既存の全原子力発電所への整備を1989（平成元）年までに完了した。また、原子力発電所の低出力時及び停止時を対象としたPSA（以下「停止時PSA」という。）を行ったところ、停止時のリスクが定格出力時のリスクに比較して従来考えられていた程には低くないという結果が得られていた。

西ドイツ（当時）では、1976（昭和51）年から1989（平成元）年にかけて各種のSA研究が実施された。この間、1986（昭和61）年12月にPWRの、1987（昭和62）年6月にBWRのフィルター付格納容器ベンティングシステムの基本設計に関する勧告が、原子炉安全委員会（RSK）から環境自然保護・原子炉安全省（BMU）に出された。1992（平成4）年当時、ドイツの大部分の既設の原子力発電所で格納容器ベンティングシステムが整備されていた。

スウェーデンでは、SAに関する基本方針が1980（昭和55）年～1981（昭和56）年に政府から出されていた。

なお、格納容器ベント設備の設計において、フランス及びドイツでは単一故障、電源喪失及び地震を考慮していなかったが、スウェーデンではこれらを考慮して

いた。

## b 日本の導入

安全委員会は、TMI 事故を受けて、昭和 54 年 4 月に米国原子力発電所事故調査特別委員会を設置し、同年 5 月に第 1 次報告書、同年 9 月に第 2 次報告書、昭和 56 年 6 月に第 3 次報告書を発表した。昭和 54 年 9 月の第 2 次報告書では、運転員の教育・訓練の強化、事故時手順の見直し、発電所緊急時対策所の設置、計測機器の充実・強化など、「我が国の安全確保対策に反映させるべき事項」として 52 項目を抽出し、昭和 55 年 6 月に『我が国の安全確保対策に反映させるべき事項』について（審査、設計及び運転管理に関する事項((基準関係の反映事項は除く)))」を決定し、各指針への反映を行った。

1986（昭和 61）年 4 月 26 日の旧・ソビエト連邦（現：ウクライナ）チェルノブイリ原子力発電所の事故（以下「チェルノブイリ事故」という。）<sup>19</sup>を受け、安全委員会は、同年 5 月にソ連原子力発電所事故調査特別委員会を設置し、同年 9 月に第 1 次報告書、昭和 62 年 5 月に（最終）報告書を発表した。

報告書において、全体としては「現行の安全規制やその慣行を早急に改める必要のあるものは見いだせず、・・・防災対策の枠組みを変更すべき必要性は見出されない」が、「原子力発電所の従業員一人一人の高い安全意識が大切・・・一層の努力を払うことが肝要」とした。しかし、個別論として、SA 対策に関して、

シビアアクシデントについては今日なお、国際的に研究が進められている段階にあるが、軽水炉を中心として進められている今日迄の検討によれば、現存する原子炉施設は大きな安全上の余裕があり、仮に設計の範囲を逸脱した状態になっても、かなりの範囲において、安全機能が維持されること及び事故時に適切な操作を行うことによって、異常事象を設計の範囲に収めあるいはそれを超えても災害の度合いを著しく低下させること等が明らかになりつつある。シビアアクシデントの研究について、我が国においてこれまで重ねてきた努力を一層推進させることが必要である。

と結論付け、安全委員会として、

---

<sup>19</sup> 事故は 4 号機。INES レベル 7。

当委員会は、安全性の一層の向上を図る観点からなされた同報告書の指摘は有意義なものと考え、関係専門部会において、同報告書の指摘に基づき検討を進めさせるものとする。また、当委員会は、関係行政庁、事業者等においても同報告書を踏まえ、安全性の一層の向上のために尽力することを期待する。等を決定した。

そのため、安全委員会は、昭和 62 年 7 月に原子炉安全基準部会に共通問題懇談会を設置して SA 対策について検討し、平成 2 年 2 月に中間報告書を取りまとめ、平成 4 年 3 月に報告書を取りまとめた。

安全委員会は、当該報告書を受けて、平成 4 年 5 月に「発電用軽水型原子炉施設における SA 対策としてのアクシデントマネジメントについて」を決定した。当該決定においては、

- ・我が国の原子炉施設の安全性は多重防護の思想に基づき十分確保されており、SA は工学的には現実には起こるとは考えられないほど発生の可能性は十分小さいものとなっており、原子炉施設のリスクは十分に低くなっている
- ・AM の整備はこの低いリスクを一層低減するもの
- ・原子炉設置者において効果的な AM を自主的に整備し、万一の場合に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
- ・関係機関及び原子炉設置者は、SA に関する研究を今後とも継続して進めることが必要

とし、事業者の自主的な AM を強く奨励した。

一方、通商産業省（当時）は、昭和 62 年 8 月より安全裕度評価検討会において SA 対策を検討し、安全委員会の決定を受けて、平成 4 年 7 月に「アクシデントマネジメントの今後の進め方について」を取りまとめ、「原子力発電所内におけるアクシデントマネジメントの整備について」（以下「平成 4 年公益事業部長通達」という。）<sup>20</sup>を発出し、事業者の自主的取組として AM の整備が行われた。なお、本 SA 対策の検討途中である平成 3 年 2 月に、関西電力美浜原子力発電所 2 号機の蒸気発生器の伝熱管 1 本が破断して原子炉が自動停止し、日本で初めて ECCS が作動する事故が発生している。

---

<sup>20</sup> 平成 4 年 7 月 28 日付け 4 資公部第 338 号資源エネルギー庁公益事業部長通知。

前記（１）bのSBOについては、平成４年３月の共通問題懇談会の報告書において、「全交流電源喪失事象に対して、外部電源の復旧又はディーゼル発電機の修復」と整理され、AMで対応すべきものとされた。

### （３）我が国において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が事業者の自主的取組と位置付けられるとともに、原因事象が内的事象に限定された経緯

#### a 自主的取組としてのAMの導入背景

当委員会による関係者のヒアリングによると、規制当局においては、過去の原子炉設置許可処分取消訴訟等の行政訴訟において、決定論的な設計基準事象とその根拠を説明することによって、現行規制において安全は十分確保されていると説明していた。そのため、共通問題懇談会当時、安全委員会及び通商産業省（当時）においては、SA対策を国内に導入するに当たって、SA対策を規制要求とすると、現行の規制には不備があり、現行施設に欠陥があることを意味することとなってしまう、過去の説明との矛盾が生じてしまうのではないかとの議論があった。一方で、PSAの試算値が $10^{-6}$ /炉・年程度という結果となり、IAEAにおける目標である、既設炉は $10^{-4}$ /炉・年、新設炉は $10^{-5}$ /炉・年を下回っていた。そのため、現行規制で十分安全確保はされており、何も対策を打つ必要がないのではないかとの議論もあった。

しかし、TMI事故やチェルノブイリ事故を踏まえ、AMが原子炉施設のリスク管理手段の一つとして重要であることが国際的に広く認識され、設計基準事象を超える事象が万一発生した場合を想定して、炉心冷却機能の回復や格納容器の健全性等を目指す緊急時操作手順の整備やそれらに関わる者の訓練、関連機材の整備等が各国で検討され、実際、SA対策の一環として格納容器対策が規制要求として、あるいは事業者の自主的意図によって採択され始めていた。

以上のことから、安全委員会及び通商産業省（当時）においては、現行規制において、安全確保は既に十分確保されているが、その上で、規制ではなく、事業者が主体となった自主保安として、更なる安全確保を行うという位置付けとしてSA対策としてのAMの整備が進められることとなった。

当委員会による通商産業省（当時）関係者のヒアリングによると、現行の規制

に更に加えてよくするという規制政策について、「それをやって過去の安全審査はどうか、既設炉にどんなインパクトがあるのかという部分を抜きには施策を考えられなくなってしまった。」「長期的な視点で、海外の状況を見てよりよいものがあつたとしても、国内の整理として、過去の判断を乗り越えられない。矛盾無くすべてを並列させられればよいが、それは難しい。」旨の供述が得られている。

#### b 内の事象 PSA のみに基づいた AM の検討経緯

当委員会による関係者のヒアリングによると、共通問題懇談会当時、通商産業省（当時）においては、海外の状況を調べ、IPEEE の研究・開発の実施必要性や、ベンディングの取付け等の AM を PSA の結果にかかわらず行うことも検討されていた。なお、安全委員会及び通商産業省（当時）において、リスクとして認識されていた外的事象は、火災、内部溢水、地震であり、津波についてのリスク認識はほとんど無かった。一方、米国において考慮されていた外的事象は、主に竜巻、大洪水、地震であった。

しかし、平成 4 年当時、日本において、PSA の手法が確立されつつあつたのは、運転時の内の事象 PSA のみであり、停止時の内の事象 PSA や、地震等の外的事象に対する PSA は手法が確立されていなかった。

当委員会による関係者のヒアリングによると、当初の平成 4 年公益事業部長通達の案としては、

- ・評価の有無にかかわらず、ベンディングと水素イグナイターを付ける
- ・IPEEE の研究・開発

旨を明記することが考えられていたが、事業者側と社会的受容性を強く意識した文言調整が行われた旨の供述が得られている。なお、この社会的受容性を強く意識していたことについては、通商産業省（当時）において、「シビアアクシデント」、「過酷事故」という言葉の使用が嫌われ、決定・報告書等において「アクシデントマネジメント」という用語を主に用いていることにも表れている旨の供述も得られている。

以上の結果、平成 4 年公益事業部長通達においては、事業者の対応として、

- ① 運転時の内の事象のレベル 1PSA 及びレベル 2PSA を実施し、AM 候補の検

討を平成5年末までに実施

- ② ①を踏まえたAMの整備
  - ③ 定期安全レビュー（PSR）（後記（4）b参照）等による②の定期的な評価
  - ④ 代表炉を対象に停止時PSA（レベル1PSA）を実施し、適切に対応
  - ⑤ PSAの範囲を拡大する研究を実施
- 等を要請するとともに、通商産業省（当時）は、自らの対応として、
- ⑥ 事業者の行うPSAの結果及びそれを踏まえたAMについて報告を求め、技術的妥当性を評価
  - ⑦ ⑥の評価に当たり、必要に応じて原子力発電技術顧問<sup>21</sup>の意見を聴取を実施することを事業者に示した。

外的事象による個別プラント解析の必要性については⑤の表現のように明示されることはなく、事業者は、まずは運転時の内的事象PSAの結果のみに基づいて、AMを検討し、措置を講じていくこととなった。

当委員会による通商産業省（当時）関係者のヒアリングによると、同省としては、平成4年公益事業部長通達の文言上、明示されなかったものの、当初は内的事象の運転時に限ったものであっても、その後、PSRにおいて、停止時や外的事象に対するPSAの技術・手法が確立すれば、内的事象の停止時、外的事象の火災、内部溢水、地震と取り組んでいくべきとの認識であった旨の供述が得られている。

一方、東京電力の関係者ヒアリングによると、外的事象としてはまず地震対応が挙げられるが、

- ・地震PSAは平成4年当時未成熟であった。
- ・地震に対するAMでは、ECCS等の耐震クラスSの設備まで壊れることを想定することとなるが、そのような地震が来た時に、どのような設備がAMとして使えるか分からなかった。

との状況であり、地震に対するAMの難しさを考え、平成4年公益事業部長通達には明示的に書かないように調整を行った旨の供述が得られている。

---

<sup>21</sup> 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することとしており、核熱設計、燃料設計、システム設計、機器設計、耐震設計、材料強度、放射線管理、気象、地質、地盤その他の専門分野に関する学識経験を有する者の中から通商産業大臣（当時）が委嘱していた。

#### (4) その後のシビアアクシデント対策の検討状況、事業者のアクシデントマネジメントの整備状況

##### a AMの初期検討

通商産業省（当時）は、平成4年11月より、原子力発電技術顧問からなる総合予防保全顧問会<sup>22</sup>において「シビアアクシデント対策検討会」を開催し、炉型別代表プラントについてAMの検討を行った。通商産業省（当時）は、平成6年3月、電力会社から個別プラントのAM報告書の提出を受けてその内容について検証を行い、「軽水型原子力発電所におけるアクシデントマネジメントの整備について 検討報告書」（平成6年10月通商産業省資源エネルギー庁）において、妥当と評価した<sup>23</sup>。なお、当該報告書において、「今後6年を目途に、運転中及び建築中の全原子炉施設に整備されるよう促す。」と記載され、平成12年を目途にAM策の設備及び手順書等の整備完了を目指した。

担当であった通商産業省原子力発電安全企画審査課（当時）においては、平成6年3月の正式提出の前から、電力会社のAM案の検討を行っており、その時期の原子力発電安全企画審査課長は、当委員会のヒアリングに対し、「津波という議論は無かったが、地震などの外的事象に対して、AMが検討されていないことについて疑問を持っていた。」「担当者に質問したところ、安全委員会の耐震設計審査指針で十分である旨の回答を受け、また、地質学者にも直接質問したが、彼の認識でも耐震設計審査指針で十分である旨の回答を得た。」「当時は、地震の知見も無く、このような当時の耐震設計審査指針に対する認識により、PSAからは、地震などの外的事象は全て省かれ、外的事象に対するAMは検討されなかった。」

「安全審査官の中には、地震など外的事象に関して完全に理解している者はおらず、原子力発電技術顧問である地質や地震などの外部の専門家に頼っている状況であった。」旨述べている。

一方、平成6年9月、安全委員会は、原子炉安全総合検討会を設置し、同年10

---

<sup>22</sup> 通商産業省（当時）には、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、詳細設計顧問会等から構成され、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顧問会として、総合予防保全顧問会が設置されていた。

<sup>23</sup> 停止時PSAの取扱いについては、後記d参照。

月の通商産業省（当時）からの前記報告書を受け、同年 11 月から 10 回、「アクシデントマネジメント検討小委員会」において、AM について検討を行い、平成 7 年 12 月に安全委員会として、事業者からの AM について了承した。また、平成 7 年 6 月に通商産業省（当時）から「女川原子力発電所 3 号炉におけるアクシデントマネジメントの整備について」の報告を受け、安全委員会は、平成 8 年 3 月これを了承した。

前記検討小委員会において検討中の平成 7 年 1 月に、阪神・淡路大震災を引き起こした兵庫県南部地震が発生した。安全委員会は平成 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を設置し、同年 9 月に報告書をまとめ、当時の耐震設計に関する関連指針類についての妥当性が確認され、同年 10 月に安全委員会は当該報告書を妥当としている（前記 3（4）a 参照）。当該報告書においては、「しかしながら、原子力関係者は、これに安住することなく、耐震設計において常に最新の知見を反映するなど、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に引き続き努力していくことが重要である。」と提言されている。

AM 検討小委のメンバーはシステム安全に関する専門家ばかりであるが、上位の原子炉安全総合検討会には、耐震工学の専門家も参画していた。しかし、「軽水型原子力発電所におけるアクシデントマネジメントの整備について」（平成 7 年 11 月原子力安全委員会原子炉安全総合検討会）において、耐震に関する言及は一切なく、前段の提言が、同じ安全委員会の下で並行して行われていた AM の検討には生かされなかった。

なお、当委員会による関係者のヒアリングにおいて、「AM というのは原子炉の話だという思い込みだったのか、地震を議論した記憶はない。」「安全総合検討会自身も、その 2 年前の議論を超える議論はしていなかった。」などの供述が得られている。

平成 9 年 10 月に安全委員会は、平成 4 年 5 月の「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ジメントについて」を改訂し、今後新しく設置される原子炉施設について、詳細設計の段階以降、安全委員会として通商産業省（当時）より AM の方針の報告を受け、事業者は燃料の装荷前までに整備することとした。

通商産業省（当時）は、平成 7 年 12 月及び平成 8 年 3 月の安全委員会におけ



る AM の了承を受けて、平成 8 年 9 月に「発電用軽水型原子力発電施設におけるアクシデントマネジメントの整備について」<sup>24</sup>を発出し、AM の整備に当たっては、整備工事が既存の安全設計に対して影響を及ぼさないことの説明報告を要請し、事業者の内の事象のみを対象とした AM の整備が進められた。

## b 定期安全レビュー (PSR)

一方、チェルノブイリ事故や平成 3 年の関西電力美浜原子力発電所 2 号機の事故時の対応を踏まえ、通商産業省（当時）は、平成 4 年 6 月 22 日に「既設原子力発電プラントの安全性等の向上を目的として約 10 年ごとに最新の技術的知見に基づき各原子力発電所の安全性等を総合的に再評価する」ことを目的として、PSR の実施を事業者に要請した<sup>25</sup>。

PSR は、当時ヨーロッパで 10 年に 1 回実施されていたものを参考に、以下を定期的に実施するものであった<sup>26</sup>。

- ① 運転経験の包括的評価
- ② 最新の技術的知見の反映
- ③ PSA の実施と AM の評価

また、PSR においては、各プラントの PSA の結果と AM を確認・検証する仕組みとし、平成 4 年当時の PSA の技術的課題として、米国のデータを用いていたことや、前記（3）のとおり、運転時の内の事象 PSA のみに限られていたことを改善する取組が可能なものとなった。

当委員会による関係者のヒアリングによると、「PSR は通商産業省（当時）における、職員の安全審査能力の向上にも寄与するものであった。」「設置許可のプロセスというのは、原子力発電所において、安全がどう確保されているのか、そのために設備はどう作り込まれているのかをよく理解する機会となる。設置の安全審査を行うと、システム理解が深まり、若い人を育てる重要なチャンスであるが、平成以降新設がほとんど無くなり、職員の技術能力を向上させる機会が減少

---

<sup>24</sup> 平成 8 年 9 月 25 日付け 8 安全管第 11 号資源エネルギー庁公益事業部原子力発電安全管理課長通知。

<sup>25</sup> 「定期安全レビューの実施について」（平成 4 年 6 月 22 日付け 4 資公部第 281 号）

<sup>26</sup> 通商産業省（当時）は、その後、「定期安全レビューの一層の充実について」（平成 11 年 6 月 25 日付け 11 資公部第 216 号）により、「高経年化に関する技術評価及び長期保全計画の策定」の活動を PSR において実施することを要請した。

していた。」「10年ごとのPSRによって、設置の認可ほどではないが、安全という視点で原子炉全体を見るチャンスとなることは、職員にとってよい経験となり、レベルアップにつながるとの認識であった。」旨の供述が得られている。

### c 運転時の内的事象を対象としたAMの初期整備とその有効性確認

通商産業省（当時）は、平成10年10月に、シビアアクシデント対策検討会の下に「アクシデントマネジメント検討小委員会」を設置し、AMの実効性を確保する観点からAM整備上の基本的要件について検討を開始し、平成13年1月に発足した保安院は、「アクシデントマネジメント整備上の基本要件について（平成14年4月）」を策定した。

一方、保安院は、平成13年5月に総合資源エネルギー調査会原子力安全・保安部会原子力運転管理・防災小委員会の下にアクシデントマネジメントワーキンググループ（以下「AMWG」という。）を設置して、事業者の整備しているAMの整備内容及びそれら有効性の評価結果のレビューに着手した。

事業者は、平成12年を目途にAMの整備を進め、最終的には平成14年3月までに全ての原子力発電所においてAMの整備を完了した。事業者は、AMWGの議論を踏まえ、同年5月に、全52プラントごとにAM整備報告書及び代表炉についてのAM整備有効性評価報告書を保安院に提出した。

保安院は、AMWGで検討を行い、平成14年10月に「軽水型原子力発電所におけるアクシデントマネジメントの整備結果について評価報告書」において、「AM整備上の基本要件」に対する適合性を確認し、事業者の有効性評価を妥当とした。

また、保安院は平成14年1月に、代表炉以外の全ての炉ごとにAM整備後における出力運転時の内的事象のPSA（レベル1PSA及びレベル2PSA）の実施を事業者に要請し、事業者は、平成16年3月に、アクシデントマネジメント整備後確率論的安全評価報告書を保安院に提出した。保安院はJNESに委託するなどして、当該報告書を評価し、AM整備による全てのプラントの安全性向上を再確認した。

関係者のヒアリングによると、平成16年の有効性評価が完了したことをもって、保安院においては、平成4年からの運転時の内的事象PSAによるAM整備

について、一通りの整備が終わったものと認識される状況となったとの供述が得られている。

#### d 内の事象の停止時 PSA の導入とそれに基づく AM の検討

事業者は、前記 a で述べたシビアアクシデント対策検討会における AM の検討の過程において、平成 5 年 7 月に、前記 (3) b④の代表炉を対象とした停止時 PSA (レベル 1PSA) の報告書を提出した<sup>27</sup>。同検討会は、停止時 PSA ワーキンググループを設置し、同報告書の手法、仮定、データ等の妥当性を評価している。同ワーキンググループは、平成 6 年 4 月に、同検討会における停止時プラント安全性に関する議論に有効と考えられる事項を取りまとめ、「停止時 PSA レビュー報告」として、同検討会に報告した<sup>28</sup>。

社団法人日本原子力学会は、平成 11 年 9 月に標準委員会を設置し、リスクインフォームド型規制導入のための基礎技術である PSA 関連標準の作成を開始した。平成 14 年 2 月に日本原子力学会の標準委員会において、「原子力発電所の停止状態を対象とした確率論的安全評価手順：2002 (AESJ-SC-P001:2002)」が取りまとめられ、内の事象の停止時 PSA (レベル 1PSA) の実施基準が策定された。また、当委員会による関係者のヒアリングによると、それ以降、火災 PSA に取り組み、地震はその次に取り組んでいく方向であったとの供述が得られている。

保安院は、平成 15 年 12 月、後記 e に述べる PSR の法制化に伴う事業者への要請として、事業者の内の事象 PSA の実施について、これまでの運転時に加えて、停止時 PSA の実施を追加した。

また、保安院及び JNES としても、平成 17 年度から平成 18 年度にかけて、「原子力安全規制への『リスク情報』活用の当面の実施計画」における実施項目として、停止時の AM 整備の特性や実効性の検討を行い、停止時のリスクは低いこと及び出力運転時を対象とした AM 策の一部は停止時も利用可能であることを確認した。

---

<sup>27</sup> 事業者は、110 万 kWe クラスの BWR-5 プラント及び PWR ドライ型 4 ループプラントを代表として、停止時の内の事象に関するレベル 1PSA を実施した。

<sup>28</sup> 停止時の内の事象による CDF は、「BWR で  $10^{-6}$ /炉年より、PWR で  $10^{-5}$ /炉年を十分下回っていると見える」と評価されている。

## e PSR の法制化

保安院は、平成 14 年 8 月 29 日に公表した東京電力による自主点検記録の不正問題<sup>29</sup>等を踏まえ、事業者による品質保証活動を、これまでの自主保安活動との位置付けではなく、国の認可事項である保安規定<sup>30</sup>で規定し、保安検査にて実施状況の確認を行うべき活動として位置付けし直した。これに伴い、PSR についても位置付けを保安規定の要求事項とすることとし、平成 15 年 9 月 24 日に、実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則を改正して、平成 15 年 10 月から PSR を法令上の義務とした。また、保安院は、前記規則改正に伴い、平成 15 年 12 月 17 日、事業者に対し、規制要求化後の PSR の実施に併せて、停止時 PSA を含む内的事象 PSA を実施するよう要請した<sup>31</sup>。

規制要求化前の PSR は、①運転経験の包括的評価、②最新の技術的知見の反映、③確率論的安全評価、④高経年化対策検討の 4 項目あったところ、③の確率論的安全評価としての、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、法的要求事項とするには十分な技術的知見が得られていないとして従前通り任意要求事項にとどめられ、法令上義務化されず、事業者の自主的取組

---

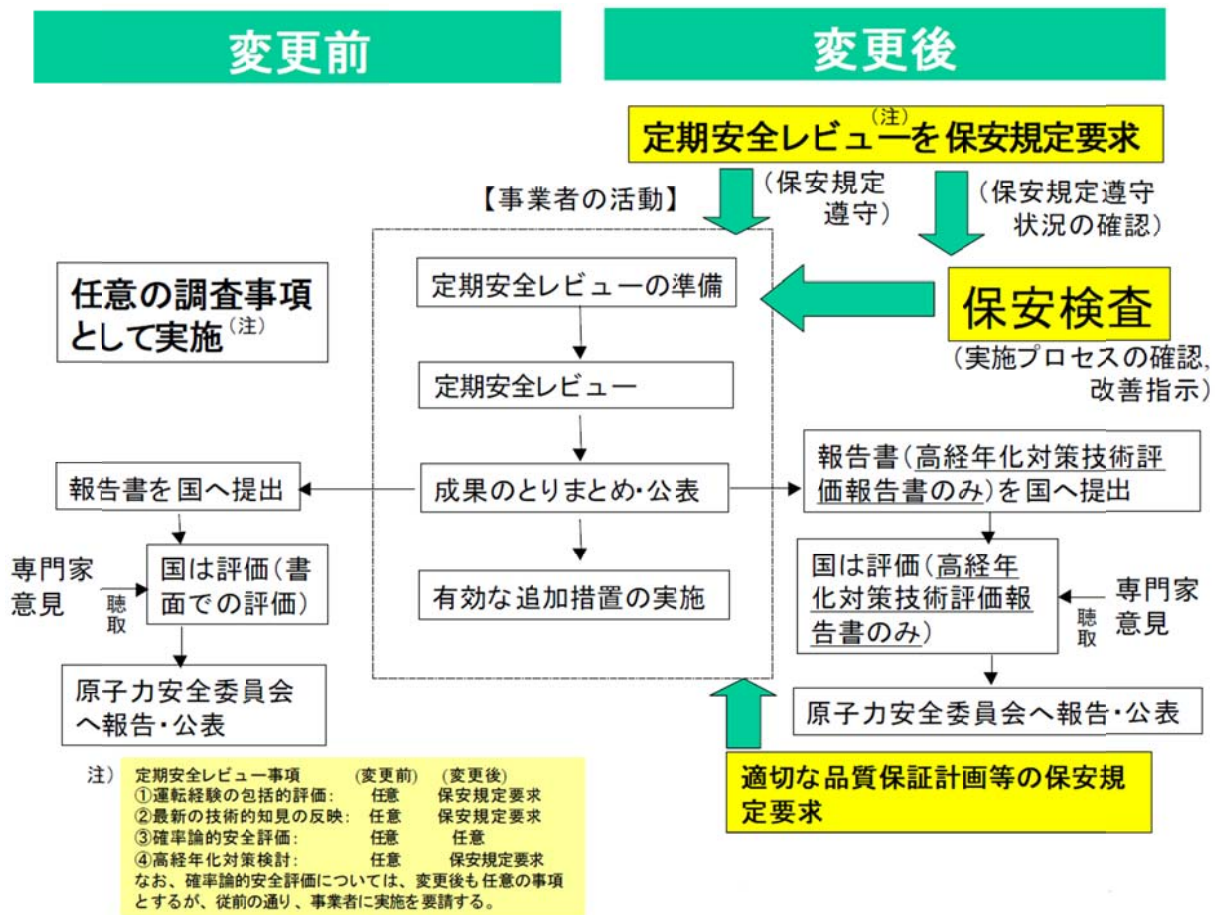
<sup>29</sup> 通商産業省（当時）に対して、平成 12 年 7 月及び 11 月に東京電力が自主点検作業記録について不正を行っている旨の申告があったことが発端となり、平成 14 年、調査に協力していた米国 General Electric 社からほかにも自主点検記録に不正がある可能性がある事案についての情報が寄せられ、同年 8 月に東京電力もこれらを認めた。これを受けて、保安院は、福島第一、第二原発及び柏崎刈羽原発において、昭和 60 年代前半から平成 13 年にかけて実施された自主点検作業時に、点検結果や修理作業等に関して記録の不正記載等が行われた疑いがある事案が 29 件あり、これらについて調査を行っていることを、平成 14 年 8 月 29 日に公表した。

<sup>30</sup> 原子炉等規制法第 37 条第 5 項において規定されているとおり、原子炉設置者は、保安規定の遵守状況について、主務大臣が定期に行う検査を受けることが義務付けられており、この定期に行う検査が保安検査である。保安検査については、実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則第 16 条の 2 第 1 項及び第 2 項において、検査を実施する時期が定められているが、検査の方法については、原子力保安検査官及び原子力防災専門官執務要領（保安院内規）に規定されている。原子力保安検査官及び原子力防災専門官執務要領の規定を踏まえ、原子炉施設保安検査実施要領により検査することとされており、同要領では、保安検査・保安調査ガイド（10 章に PSR を記述）を参考にチェックシートを作成して実施する旨が規定されている。なお、保安規定への記載事項については、実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則第 16 条において規定されており、PSR については、「原子炉施設の定期的な評価に関すること」として、同条第 3 号に規定されている。

<sup>31</sup> 「軽水型原子力発電所の定期的な評価の実施について」（平成 15 年 12 月 17 日付け平成 15・12・17 原院第 1 号経済産業省原子力安全・保安院 NISA-161a-03-2）。その後、「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則第 15 条の 2 第 1 項に基づく定期安全レビューの実施について」（平成 17 年 12 月 26 日付け平成 17・12・26 原院第 10 号経済産業省原子力安全・保安院 NISA-167a-05-2）、「実用発電用原子炉施設における定期安全レビューの実施について」（平成 20 年 8 月 29 日付け平成 20・08・28 原院第 8 号経済産業省原子力安全・保安院 NISA-167a-08-1）と改訂されている。

のままとされた。

そして、それまでは、自主的取組といえども、AM については、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（図VI-9 参照）。



図VI-9 定期安全レビューの取組の新旧（平成 15 年）

（出典）保安院「定期安全レビューに関する要求事項について」（総合資源エネルギー調査会原子力安全・保安部会検査の在り方に関する検討会第 10 回資料 3）（平成 15 年 7 月 30 日）

一方で、原子力保安検査官（以下「保安検査官」という。）は、実用炉発電用原子炉に対する保安規定の遵守状況の検査（以下「保安検査」という。）を実施している。保安検査官が PSR についての保安検査を実施する際に、前記平成 15 年 12 月の要請により、任意要求事項部分である PSA が実施されている場合には、

事業者の PSA の実施状況及び AM の検討状況について確認することとなった。結果として、事業者から前記 AM に関する報告書の提出を受けずとも、保安検査官による事業者としての AM の検討についての確認は可能であった<sup>32</sup>。保安検査官による AM の確認状況については、今後も検証を続ける必要があると考えている。

#### f 地震等の外的事象に対する AM の検討

前記（3）b のとおり、AM の初期検討を行った平成 4 年当時、PSA の手法が確立されつつあったのは、運転時の内的事象 PSA のみであり、停止時の内的事象 PSA や、地震等の外的事象に対する PSA は手法が確立されていなかった。また、前記 d のとおり、平成 18 年までに、停止時 PSA が導入され、それに対する AM について検討が行われた。

平成 18 年 9 月 19 日に、安全委員会は、耐震設計審査指針を改訂し、「残余のリスク」を導入した。同月 20 日に、保安院は、耐震バックチェックにおいて、事業者に対して、「残余のリスク」については、定量的な評価を行い、報告することを要請した。また、平成 19 年 3 月に、日本原子力学会の標準委員会において、「原子力発電所の地震を起因とした確率論的安全評価実施基準：2007(AESJ-SC-P006:2007)」の実施基準が策定された。

関係者のヒアリングによると、耐震設計審査指針改訂の検討に当たっては、安全委員会及び保安院では、JNES から、各国の PWR と BWR の代表炉について、内的事象と地震による外的事象について、PSA の結果を聴取しており、その際の資料では、地震による炉心損傷のリスクは、IAEA における目標である  $10^{-4}$ /炉・

---

<sup>32</sup> PSA の実施については、事業者の保安規定の PSR 該当部分（原子炉施設の定期的な評価）において、各課長は、各号炉ごと及び 10 年を超えない期間ごとに、実施手順及び実施体制を定め、これに基づき、①保安活動の実施の状況の評価、②保安活動への最新の技術的知見の反映状況の評価等の事項を実施するとされており、これに基づいて定められた実施手順、実施体制の中で、PSA の実施が含まれている場合には、保安検査の対象としている。保安検査又は保安調査を実施する着眼点をまとめた「保安検査・保安調査ガイド」（平成 20 年 4 月 1 日保安院原子力発電検査課、平成 22 年 6 月 1 日最終改定）において、①内的事象 PSA（運転時のレベル 1PSA 及びレベル 2PSA 並びに停止時 PSA）評価が実施されたか、②評価結果を踏まえ、プラントの安全性・信頼性の一層の向上のために有効な追加措置の必要性を検討したかが、確認事項として示されている。なお、平成 23 年 3 月時点で、全ての事業者は、PSR 実施ガイドラインに基づいて内的事象 PSA を実施し、プラントの安全性・信頼性の一層の向上のための有効な追加措置の必要性を検討している。

年<sup>33</sup>と同程度以下だったものの、 $10^{-6}$ ～ $10^{-4}$ /炉・年程度と、内的事象でのリスク（ $10^{-7}$ /炉・年程度）に比べて大きかった旨の供述が得られている。

松浦祥次郎安全委員会委員長（当時）は、当委員会のヒアリングに対し、「多度津工学試験所で、炉心だけでなく、周囲のパイプラインまで、地震に関する様々な実証実験をし、頑丈であるとの結果が出ていたため、地震のリスクが高いと聞いても、そんなに心配するというものではないと自分は思った。例えば配管破断などが起こったとしても、AM で冷却する仕組みが整備されていれば有効であると思っていた。」旨述べている。

地震 PSA に基づく AM の検討について、保安院原子力防災課長は、当委員会のヒアリングに対し、「やらなければならないテーマではあったが、まずは決定論的な評価と対応を行った上で、着手するものだと思っていた。」「試算値で値はいくつという話は聞いたことはあったが、ではどうしようかという話にはなっていなかった。自分としても、だから、AM として見直すという認識ではなかった。」旨述べている。

一方、津波 PSA については、平成 23 年 3 月時点において、JNES の研究はまだ試解析段階であるなど、確立されているとは言えない状況であった。なお、日本原子力学会の標準委員会においては、同年 5 月に「このたびの東日本大震災の被害を踏まえ、津波に伴うリスクの評価を行うための標準を開発すべきと考え、リスク専門部会は『津波 PSA 分科会』を設置し、標準を作成することといたしました。」としている。

また、保安院原子力防災課長は、当委員会のヒアリングに対し、「AM は、自主保安の領域で、規制ではないという位置付けになっていたので、目の前の規制課題に集中し、振り回されていたことから、専属の人は配置できず、長期的な視点に立って考える人がいなかった。」旨述べている。

さらに、東京電力は、「事故の対応に必要な『止める』、『冷やす』、『閉じ込める』機能及びその電源系は、多重性や多様性及び独立性を備え、設計想定事象を超えた事故が起きてでもできる限り事故時に機能を喪失することがないように強化してきた。また、このような設備を有効に活用し事故対応が的確に行えるよう体制、

---

<sup>33</sup> 既設炉についての目標。前記（3） a 参照。

手順書等を整備し、訓練を実施してきた。」<sup>34</sup>としているが、かかる東京電力の取組は、前記（3）及び後記（5）のとおり、内の事象を対象としたAMの整備に限られていた。また、AMは、前記（3）のとおり、自主的取組との位置付けであったが、「なお、これらの設備、対応態勢、手順書等の整備（アクシデントマネジメント策の整備）は、電気事業者と国が一緒になって整備をすすめてきたものであり、整備内容については国に報告し、妥当との確認を得ながら進めてきた。」<sup>35</sup>と認識され、後記（6）に述べるように、東京電力は、自主的取組として、設計基準事象を超える地震等の外的事象に対するAMの検討を行うことは無かった。

#### g 規制へのリスク情報の活用について

安全委員会は、平成15年11月に、「リスク情報<sup>36</sup>」活用の意義、「リスク情報」を活用した規制の我が国への導入の基本的考え方等をまとめた「リスク情報を活用した原子力安全規制の導入の基本方針」を決定し、SAを含む原子力安全のリスクを規制に活用できないかの検討を開始し、安全目標専門部会の「安全目標に関する調査審議状況の中間とりまとめ」（同年12月）において、地震及び津波・洪水や航空機落下等の外的事象も検討対象とし、安全目標案として、原子力利用に伴う健康リスクを $10^{-6}$ /年程度とした<sup>37</sup>。さらに、安全目標専門部会は、平成18年3月に、「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について—」を取りまとめ、性能目標として、CDFの指標値を $10^{-4}$ /年程度、格納容器機能喪失頻度（CFF）の指標値を $10^{-5}$ /年程度と定義した。

また、平成15年12月から保安院及びJNESにおいても、リスク情報を活用した安全規制の検討を開始し、平成17年5月に「原子力安全規制への『リスク

<sup>34</sup> 東京電力株式会社「福島原子力事故調査報告書（中間報告書）」（平成23年12月2日）4.4。

<sup>35</sup> 東京電力株式会社「福島原子力事故調査報告書（中間報告書）」（平成23年12月2日）4.4。

<sup>36</sup> リスクについては、原子力の利用に伴って周辺の人々の健康や社会・環境に影響を及ぼす潜在的危険性であり、その大きさは一般に、発生する確率で重み付けされた被害の大きさと定義されており、これまでSA対策で用いられてきた「PSA」のことを指す。

<sup>37</sup> 原子力施設の事故に起因する放射線被ばくによる、施設の敷地境界付近の公衆の個人の平均急性死亡リスク、及び、原子力施設の事故に起因する放射線被ばくによって生じ得るガンによる施設からある範囲の距離にある公衆の個人の平均死亡リスクは、それぞれ $10^{-6}$ /年程度を超えないように抑制されるべきとした。



情報』活用の基本的考え方」及び「原子力安全規制への『リスク情報』活用の当面の実施計画」を取りまとめ、リスク情報である PSA を安全規制に活用していくこととした。さらに、平成 18 年 4 月、保安院は、「原子力発電所の安全規制における『リスク情報』活用の基本ガイドライン（試行版）」及び「原子力発電所における確率論的安全評価（PSA）の品質ガイドライン（試行版）」を取りまとめ、リスク情報を安全規制に活用する際に踏まえるべき原則、PSA の品質を確保するための基本的な要求事項及びそれを満足するための方策を定めた。ただし、外的事象としては、PSA 手法の整備等が進んでいる地震 PSA のみを扱っている。

#### h 最近の情勢

平成 22 年 2 月に、保安院は、総合資源エネルギー調査会原子力安全・保安部会基本政策小委員会において「原子力安全規制に関する課題の整理」をまとめ、一部の国では新規設計炉に対し SA 対応を規制上の要件にする方向であり、規制制度での位置付けや法制上の取扱いを検討することが適当とした。

一方、安全委員会は、平成 22 年 6 月から、原子力の安全確保に当たって、国内外の状況・動向を勘案し、今後の安全規制に取り組むべき課題を整理するためにヒアリングを行い、平成 22 年 12 月 2 日、「原子力安全委員会の当面の施策の基本方針について」を決定した。その中では、平成 4 年の SA 対策に関する安全委員会決定以降の現在までの知見を踏まえ、合理的に実行可能な限りリスクを小さくすることを明確かつ体系的に求めるべく、SA 対策の一層の充実を目指した方策について検討することとした。

#### (5) 福島第一原発に関する東京電力によるアクシデントマネジメントの整備状況

前記（2）b で述べたとおり、安全委員会は、平成 4 年 5 月、事業者の自主的な AM の整備を強く奨励することを決定し、これを受けて、通商産業省（当時）は、同年 7 月、事業者に対し、その自主的取組として AM の整備を進めるよう指示した。

そこで、東京電力は、平成 6 年 3 月までに福島第一原発及び福島第二原発における AM の検討を行い、平成 14 年 5 月までにその検討結果を踏まえた各種 AM 策の整備を行い、その結果を保安院に報告した。これらの AM 策では、前記（3）で述べたとおり、SA 対策としての AM の原因事象が内的事象に限定されたことから、

自然災害等の外的事象は原因事象の対象外とされていた。

東京電力が、平成 14 年までに整備した各種 AM 策は、①設備上の AM 策の整備、②AM の実施体制の整備、③AM 用の手順書類の整備、④AM に関する教育等の整備の四つに大きく分かれている。

#### a 設備上の AM 策の整備

東京電力が整備した設備上の AM 策は、それが果たす機能の点で、①原子炉停止機能、②原子炉及び格納容器への注水機能、③格納容器からの除熱機能及び④電源供給機能<sup>38</sup>の四つに分類できる（資料VI-5 参照）。

##### (a) 原子炉停止機能

原子炉が自動スクラムしない場合の AM 策として、平成 6 年 3 月までに、手動スクラム及びほう酸水注入系の手動操作が整備されていたが、その後、再循環ポンプトリップ（RPT）及び代替制御棒挿入（ARI）が更に整備された。

##### (b) 原子炉及び格納容器への注水機能

原子炉への注水に失敗した場合の AM 策として、平成 6 年 3 月までに、ECCS の手動起動、原子炉の手動減圧及び低圧注水操作並びに代替注水手段（給復水系、制御棒駆動水圧水系による原子炉への注水手段（1 号機から 6 号機まで）並びに海水系ポンプによる原子炉及び格納容器への注水手段（3 号機から 6 号機まで））が整備されていた。

その後、既設の復水補給水系、消火系等を有効活用するため、平成 10 年 6 月から平成 13 年 6 月までの間、これらの系統から原子炉及び格納容器へ注水できるよう消火系と復水補給水系との間に接続配管及び遠隔操作可能な電動弁を新たに設置するとともに、1 号機につき既設の復水補給水系と炉心スプレイ系及び格納容器冷却系との接続配管に、2 号機から 6 号機につき既設の復水補給水系と残留熱除去系との接続配管に、それぞれ流量計と遠隔操作可能な電

<sup>38</sup> 資料VI-5 のとおり、東京電力による福島第一原子力発電所のアクシデントマネジメント整備報告書では「安全機能のサポート機能」と記載されているが、その内容は電源供給に関するものなので、このように記載することとした。

動弁を設置し、電動弁を開くことにより原子炉及び格納容器へ注水できるようにした（資料VI—6 参照）。かかる代替注水手段は、消火系がディーゼル駆動のポンプを有していたことから、全交流電源喪失時にも利用することが可能であった。

さらに、2号機から6号機では、原子炉への注水機能を向上させるため、原子炉減圧の自動化<sup>39</sup>も整備された<sup>40</sup>。

### （c）格納容器からの除熱機能

格納容器の除熱方法として、平成6年3月までに、格納容器冷却系<sup>41</sup>の手動起動が整備され、これに失敗して格納容器の圧力が上昇する場合に備え、不活性ガス系、非常用ガス処理系を通したベントがAM策として整備されていた。

その後、格納容器からの除熱機能を向上させるため、ドライウェルクーラー、原子炉冷却材浄化系を利用した代替除熱手段等のほか、平成10年6月から平成13年6月までの間、非常用ガス処理系を経由することなく、不活性ガス系から直接排気筒へ接続する耐圧性を強化した格納容器ベントラインを設けることにより、格納容器の過圧を防止するための減圧操作の適用範囲を広げ、格納容器からの除熱機能を向上させた（資料VI—7 参照）。

### （d）電源供給機能

原子炉施設における外部電源の喪失時のAM策として、平成6年3月までに、外部電源の復旧、非常用DGの手動起動及び隣接プラントからの動力用高压交流電源（6,900V）の融通といった対処が整備されていた。

その後、電源供給能力を更に向上させるため、平成10年6月から平成12年

---

<sup>39</sup> 原子炉水位低の信号発生から10分経過した時点で自動的に主蒸気逃がし安全弁（SR弁）を開ける仕組みのことである。

各号機は、従前より、自動減圧系（ADS）と呼ばれる設備を有しており、原子炉水位低で、かつ、格納容器のドライウェル圧力高で120秒経過した場合、自動的にSR弁を開ける仕組みとなっている。前記原子炉減圧の自動化は、この条件設定を変更し、原子炉水位低の状態が長期間続いた場合に、格納容器のドライウェル圧力が高くなっても、SR弁を開ける仕組みとしたものである。

<sup>40</sup> 東京電力は、1号機がICを2系統有しており、原子炉圧力が高い場合における炉心冷却機能が優れているとの判断から、1号機については、原子炉減圧の自動化を整備しなかった。

<sup>41</sup> 6号機については、格納容器スプレー冷却系。

8月までの間、隣接するプラント間に低圧交流電源（480V）のタイラインが設置された（資料VI-8 参照）。

また、平成10年1月から平成11年3月までの間、それまで非常用DG2台のうち1台は隣接するプラントと共用であったところ、非常用DGを追設し、各号機がそれぞれ2台ずつ非常用DGを有するようにして非常用DGの専用化を図った。具体的には、運用補助共用施設（共用プール）に非常用DGを2台、6号機のディーゼル発電機6B建屋に高圧炉心スプレイ系専用DGを1台、それぞれ追設した<sup>42</sup>（設置場所の詳細については、資料VI-9及び10参照）。

以上のように整備されたAM策を基に、原子炉施設が全交流電源を喪失した場合には、IC又はタービン駆動のRCIC及びHPCIにより炉心を冷却しつつ外部電源を復旧し、非常用DGを手動起動すること及び隣接するプラント間で動力用の高圧交流電源（6,900V）及び低圧交流電源（480V）を融通することが手順化されていた。

ただ、以上のAM策及びこれを基にした手順は、隣接するプラントのいずれかが健全であることを前提とするものであった。

## b AMの実施体制の整備

東京電力は、AMの実施が必要な状況下では、プラントパラメータ等の各種情報の収集、分析、評価を行って各号機の状態を把握し、実施すべきAM策を総合的に検討、判断することが必要であることから、AMの実施体制の整備として、①AMを実施する組織とその役割分担等を明確化し、②かかるAMの実施組織が使用する施設・設備を整備した。

### (a) AMを実施する組織の整備

AMを実施する組織につき各号機の対応を行う運転員とは別に、運転員が効果的なAM策を選定できるように技術的支援を実施する支援組織を設置することとした。この支援組織については、従前より整備されていた原子力事業者防

---

<sup>42</sup> 追設された非常用DGは、他のDGのように水冷式ではなく、全て空冷式であった。その背景には、設置場所が制約されることから、水冷式は耐震クラスSの強度を備えた冷却水用の配管設備を新たに設置する工事のため通常以上の多額の費用が掛かるとの事情があった。その費用を抑えるために、かかる配管設備の新設工事をせずに済む空冷式のDGが採用された。

災業務計画に基づく対応組織である緊急時対策本部のうち、発電所長が本部長を務める本部を中心に、情報班、技術班、保安班、復旧班及び発電班を支援組織に当てることとされた（前記Ⅱ 1（3）b及び資料Ⅵ-11 参照）。

また、運転員と支援組織の役割分担につき、各号機の操作対応は中央制御室の運転員が行い、操作に必要な判断は原則として中央制御室の当直長が行うこととされる一方、複雑な事象に対しては、事故状況の把握やどの AM 策を選択するか判断するに当たっての技術評価の重要度が高く、また、様々な情報が必要となるため、支援組織がかかる技術評価等を実施し、当直長の意思決定を支援することとされた。また、当直長は支援組織と緊密な連絡を取りつつ、必要に応じて支援組織の助言を得て操作方針を決定することとされた。さらに、他号機との連携が必要な操作を行う場合や、プラント挙動等に対して実施する操作の影響が大きい場合には、当直長は支援組織に助言又は指示を仰ぐこととされた。

#### **(b) AM の実施組織が使用する施設・設備の整備**

福島第一原発では、AM を実施する支援組織が活動する場所として、緊急時対策室を発電所事務本館に整備した<sup>43</sup>。

この緊急時対策室には、通信連絡設備、各号機の状態を把握するための緊急時対応情報表示システム（SPDS）、放射線量の評価を行うための各放射線測定装置、気象観測設備及び環境影響評価システム、AM 策の検討に必要な手順書類等が整備された。

AM 策を選択する上で必要となる各号機の状態を示すパラメータについては中央制御室に表示されるほか、原子炉圧力、原子炉水位等の特に重要なパラメータについては、支援組織が設置される緊急時対策室にも SPDS を通じてオンラインで表示され、東京電力本店にもデータが伝送される仕組みになっていた。

また、通信連絡設備としては、福島第一原発内部についてはページング<sup>44</sup>、

---

<sup>43</sup> 平成 22 年 7 月以降、緊急時対策室の設置場所は免震重要棟に変更された。詳細は、後記 e のとおり。

<sup>44</sup> 発電所構内の非常時連絡や日常作業連絡に用いられる放送・通話設備。

緊急時対策室と中央制御室とを結ぶホットライン、各所員に貸与されていた PHS、VHF 無線機等が整備又は準備されており、また、発電所外との通信連絡設備としては、社内テレビ会議システム、緊急時用電話回線（社内及び地元行政機関への専用回線）が整備されていた。

### c AM の手順書類の整備

AM の手順書類については、使用者と事象の進展状況に応じ、運転員が用いる事故時運転操作手順書（事象ベース（AOP）、徴候ベース（EOP）及びシビアアクシデント（SOP））、支援組織が用いるアクシデントマネジメントガイド（AMG）等をあらかじめ準備し（資料VI-12 参照）、これらを中央制御室及び緊急時対策室に備え付けた。

AOP は、設計上想定される事象ごとのシナリオに従った操作を記載した手順書であり、通常、AM 用としては使用されないが、全交流電源喪失時の対応手順についてはこの AOP に記載されている。

EOP は、事故の起因事象を問わず観測されるプラントの徴候に応じた操作手順を示したもので、多重故障等発生率は極めて低いと考えられる設計想定外の事故・故障等にも対応可能な手順書であり、原子炉を未臨界にし、炉心の冷却を確保することにより炉心損傷を防止し、格納容器の健全性を確保することを目的としている。また、EOP は、当直長の指揮の下で運転員が主体となって対応する手順書であるが、支援組織が発足した場合には、当直長は支援組織と緊密な連絡をとりつつ必要に応じて支援組織の助言を得て操作方針を決定することとされている。

AMG は、EOP で対応する状態から事象が更に進展し、炉心損傷に至った際に支援組織で使用するもので、プラント状態、操作実施の影響等を考慮して、総合的な観点から事故の進展防止、影響緩和のために実施すべき措置を判断、選択するためのガイダンスであり、炉心損傷直後においては炉心へ初期注水を実施する等、プラント状態に応じた AM の実施目的及びそれぞれの目的を達成するための一連の対応方法が示されている。また、AMG には、炉心損傷の有無等のプラント状態を判断するため必要となるパラメータ等に関する情報や、判断基準、補足情報等が整理して記載されている。

SOP は、AMG の内容につき運転員用の手順書とするため、AMG の中から操作の判断や操作実施に関する重要部分を抽出したものであり、迅速な判断ができるよう、フローチャートを使って具体的な操作選択の手順が示されている。

各手順書間の移行基準は、プラント状態及びプラントパラメータの値により明確に規定されており、EOP の導入については、原子炉が自動停止する事象や、格納容器の圧力が異常に高くなる事象等のプラント状態等を導入条件としており、EOP から SOP への移行基準は炉心損傷の開始とされており、格納容器のドライウエル内及び圧力抑制室内のガンマ線線量率から炉心損傷開始を判断することとしている。

#### d AM に関する教育等の整備

AM の適切な実施に当たっては、AM の実施組織の要員があらかじめ SA の事象に関する幅広い知識を有していることが必要であることから、東京電力は、AM の実施組織における要員の役割に応じて必要な知識の習得、維持及び向上を図るため、AM を実施する組織の全要員に対し、AM に関する教育を実施することとした。

具体的には、AM の実施に関わる基礎的知識について机上研修を実施し、技術検討に要する要員や各班の責任者等、専門的な知識を有している必要がある要員については、応用的知識に関する研修も実施することとした。また、運転員は、AM の操作対応を行うことから、支援組織の要員と同様に、AM の基礎的知識について机上研修を実施し、BWR 運転訓練センターのシミュレータを使った AM 対応操作の訓練も行うこととした（資料VI-13 参照）。さらに、前記教育に必要なビデオ、e-ラーニング等の教材等を整備し、AM を実施する組織全体の実効性を総合的に確認するため、AM を想定した演習を年 1 回実施することとした。

#### e 平成 14 年以降の水平展開

東京電力は、これまで述べてきたとおり、平成 14 年までに各種 AM 策の整備を行ったが、かかる整備をもって、AM 策の整備は一応終了したとして、その後は、国内外の原子炉施設における事故や新しい知見を踏まえて随時必要な対策を講じる、いわゆる「水平展開」を行ってきた。かかる水平展開の代表的な例とし

て、平成 19 年 7 月に発生した新潟県中越沖地震に見舞われた柏崎刈羽原発からの福島第一原発への水平展開を挙げることができる。

柏崎刈羽原発は、平成 19 年 7 月、新潟県中越沖地震に見舞われた際、発電所対策本部を設置する予定であった事務本館が損壊する被害を受けたため、しばらくの間、発電所対策本部を事務本館内に設置することができず、事務本館の外で緊急時対応を行わざるを得なかった。また、発電所内変圧器で火災が発生した際、その消火に長時間を要する事態となった。

東京電力は、かかる柏崎刈羽原発における教訓を福島第一原発に水平展開し、平成 20 年 2 月までに化学消防車 2 台及び水槽付消防車 1 台の合計 3 台を福島第一原発に、化学消防車及び水槽付消防車各 1 台ずつ合計 2 台を福島第二原発に、それぞれ配備するとともに、防火水槽を複数箇所に設置し、平成 22 年 6 月には、福島第一原発の各号機のタービン建屋等に消火系につながる送水口を増設した。

さらに、前記 b (b) で述べたとおり、福島第一原発では、AM を実施する支援組織が活動する場所とされていた緊急時対策室は発電所事務本館に整備されていたが、柏崎刈羽原発での前記教訓を踏まえ、平成 22 年 7 月頃、発電所対策本部を設置する緊急時対策室を事務本館から免震重要棟に移転させた。免震重要棟は、災害発生時等に発電所対策本部を設置する建物で、震度 7 クラスの地震が発生しても初動対応に必要な設備の機能を確保できるよう、地震の揺れを抑える免震構造を採用している。棟内には、緊急時対策室のほか、会議室が 3 室設置されており、非常用発電機としてガスタービン発電機を備えている。

東京電力は、以上のような水平展開を実施してきたが、かかる受動的な対策を超えて、あらゆる不測の事態の想定に努め、かかる不測の事態に備えるための積極的かつ継続的な AM 策の充実化等の取組を行ってこなかった。

## (6) 自然災害等についての事前対策

### a 東京電力における自然災害等についての事前対策

東京電力は、原子炉施設における地震、津波等の自然災害等を想定した上で、安全委員会が策定した安全設計審査指針、耐震設計審査指針等を踏まえ、原子炉施設が当該自然災害等に十分耐えられるような設計をし、それ自体が自然災害等への対策であるとの立場をとってきた。また、既設の原子炉施設については、耐



震バックチェック等を通じて、改めて自然災害等に十分耐えられるかどうかを調査し、それへの耐性が十分でない場合には必要と考える対策工事を行うことにより対処してきた。社内でのかかる事前災害の想定、設計等は、原子力設備管理部原子力耐震技術センター（平成 23 年 2 月、新潟県中越沖地震対策センターから改称。以下「耐震技術センター」という。）等が担当していた。

しかしながら、東京電力は、かかる事前の想定を超えた自然災害等が発生した場合の SA への対処方策を検討することまではしていなかった。当委員会によるヒアリングに対し、武藤栄顧問（取締役副社長兼原子力・立地本部長等を歴任）、小森明生常務取締役（元原子力・立地副本部長（原子力担当））（以下「小森常務」という。）及び吉田昌郎福島第一原発所長（元原子力設備管理部長）（以下「吉田所長」という。）を始めとする幹部や耐震技術センターのグループマネージャーらは、皆一様に、「設計基準を超える自然災害が発生することや、それを前提とした対処を考えたことはなかった。」旨述べたが、設計基準を超える自然災害が発生することを想定しなかった理由について明確な説明をした者はおらず、「想定すべき外部事象は無数にあるので、外部事象を想定し始めるときりが無い。」旨供述した幹部もいた。吉田所長は、「平成 19 年 7 月の新潟県中越沖地震の際、柏崎刈羽原発において事態を収束させることができたことから、ある意味では設計が正しかったという評価になってしまい、設計基準を超える自然災害の発生を想定することはなかった。」旨述べており、かかる供述は、東京電力において、設計基準を超える自然災害が発生することを想定した者がいなかったことの一つの証左といえる。

また、事前の想定を超えた自然災害が発生した場合の SA への対処方策の策定に当たっては、ある特定の部署だけが検討するのでは不十分であり、総合的、横断的な検討が必要となるところ、小森常務は、この点につき「自然災害への対策を検討するという見地から新潟県中越沖地震対策センターを新設したのであるが、同センターにおいても、後記 b のとおり、ワーキングが立ち上げられるまでは横断的な検討がなされていなかったようであり、今になって指摘されれば、社内において、自然災害に対する総合的な対策を実施する意識や体制が不十分であったかもしれない。」旨述べている。

## b 東京電力における津波対策にみる自然災害対策

東京電力は、前記3（7）b及びdで述べたとおり、平成20年に福島第一原発及び福島第二原発における津波評価に関する社内検討を行ったが、かかる社内検討以降、耐震技術センターの前身である新潟県中越沖地震対策センターでは、機器耐震技術グループが海水ポンプの電動機を水密化するための検討を、土木調査グループが福島県沿岸の津波堆積物調査を、それぞれ実施していた。しかしながら、これら二つのグループのほかに福島第一原発及び福島第二原発における津波対策に関連する作業を行っていたグループはなく、想定外の津波が到来した場合のSAへの対処方策については、誰も考えていなかった。

その後、前記3（7）dで述べたとおり、平成22年8月、新潟県中越沖地震対策センターで福島地点津波対策ワーキングが立ち上げられ、平成24年10月を目途に結論が出される予定の土木学会における検討結果如何では福島第一原発及び福島第二原発における津波対策として必要となり得る対策工事の内容につき検討がなされた。同ワーキングでは、機器耐震技術グループが海水ポンプの電動機の水密化を、建築耐震グループがポンプを収容する建物の設置を、土木技術グループが防波堤のかさ上げ及び発電所内における防潮堤の設置をそれぞれ提案し、さらに、これらの対策工事を組み合わせて対処するのがよいのではないかといった議論がなされた。しかしながら、東京電力は、土木学会による検討の結果、推本の長期評価や貞観津波に関する論文が津波評価技術に基づく福島第一原発及び福島第二原発の安全性評価を覆すものであるとされない限りは、原子炉施設の安全性は従前の設計により確保されているとの立場で対応することとしていたことから、土木学会による検討の結果が出る前に、従前の想定を超えた津波が到来した場合のSAへの対処方策を検討することは、全く考えていなかった。

このように、従前の想定を超えた津波が到来した場合のSAへの対処方策を検討する考え方が東京電力になかったことは、例えば、各号機的设计に当たり、今般の津波で被水した非常用DGや電源盤の多くをタービン建屋の地下1階に設置し、その設置場所に多様性を持たせるといった考慮がなされていなかったこと等からもうかがえるところである。

## (7) 現場対処に照らして策定すべきであったと考えられるアクシデントマネジメント策

前記Ⅳで述べたとおり、東北地方太平洋沖地震に際し、福島第一原発では様々な臨機の応用動作による現場対処が行われたが、かかる現場対処が円滑に行われるためには、事前準備が十分になされていることが重要である。

今般、福島第一原発の事務本館は、前記Ⅱ 3 (5) a で述べたとおり、広範囲にわたって天井が落下するなどの被害が出たが、前記 (5) e に述べた経緯で建設された免震重要棟には特段の被害はなく、発電所対策本部が免震重要棟内の緊急時対策室に設置され、災害時にその機能を果たすことができたことは、事前準備が功を奏した一例として指摘できる。

他方で、今般の福島第一原発における現場対処の状況に照らすと、事前に策定しておけばより円滑な現場対処が可能であった AM 策もあると思料されるどころ、かかる AM 策は以下のとおりである。

### a 全電源喪失対応策

東京電力は、前記 (5) a (d) で述べたとおり、福島第一原発の原子炉施設が外部電源を喪失した場合に備え、非常用 DG を各号機に 2 台(6 号機には 3 台)ずつ設置し、これにより原子炉施設の安全機能を確保するとしていた。また、万が一、全交流電源を喪失した場合には、IC 又はタービン駆動の RCIC 及び HPCI により炉心を冷却しつつ外部電源を復旧し、非常用 DG を手動起動すること及び隣接するプラント間で動力用の高圧交流電源 (6,900V) 及び低圧交流電源 (480V) を融通することを手順化していた。

しかしながら、東京電力が策定した前記 AM 策は、隣接するプラントのいずれかが健全であることを前提としており、自然災害等の外的事象により複数のプラントが同時に損壊故障する可能性を想定していなかったことから、全電源喪失時に隣接するプラントから電源融通を受けられない場合の対処方策までは事前に検討されていなかった。そのため、①隣接するプラントを含む複数プラントが同時に損壊故障して直流電源を含む全電源を喪失するという状況下における計測機器の復旧、電源復旧、格納容器の耐圧強化ベント、SR 弁の操作による原子炉減圧等の作業の手順化が全て未整備であり、東京電力の従業員に対する普段の教育・

訓練においても、かかる事態を想定した教育・訓練は行われなかった。また、②前記作業に必要となるバッテリー、エアーコンプレッサー、電源車、電源ケーブル等の備蓄もされておらず、協力企業等から提供を受けざるを得なかった。

例えば、耐圧強化ベントについて述べると、設備上の AM 策として、前記(5) a (c) で述べたとおり、格納容器からの除熱機能を向上させるために耐圧性を強化した格納容器ベントラインが設置され、開操作するベント弁の番号をあらかじめ手順書類に記載するなどの整備がされていたが、全電源喪失により、中央制御室から遠隔操作によりベント弁を開操作することが不可能となったところ、かかる事態までは想定していなかったことから、前記格納容器ベントを実施するに当たり、弁の操作に必要なバッテリー、可搬式エアーコンプレッサー等の機材が備蓄されておらず、ベント操作の具体的な手順化も未整備であった。

#### **b 消防車による注水策及び海水注入策**

東京電力は、前記(5) a (b) で述べたとおり、消火系ラインを用いた原子炉・格納容器への注水手段を事前に設備上の AM 策として整備していた。この消火系ラインは、原子炉施設内で発生する火災の消火を本来の目的としており、消火系配管内の水を昇圧するための電動消火ポンプ (M/DFP) 2 台及び全交流電源喪失に備えたディーゼル駆動消火ポンプ (D/DFP) 1 台が 1 号機から 3 号機まで及び 5 号機に設置されていた<sup>45</sup>。消火系ラインの水源はろ過水タンクであるが、消火系配管につながる送水口から消防車による送水を行うことも可能であった。

また、前記(5) e で述べたとおり、新潟県中越沖地震を踏まえた水平展開により、福島第一原発には化学消防車 2 台及び水槽付消防車 1 台の合計 3 台が平成 20 年 2 月までに配備され、それと同時に複数箇所防火水槽も設置され、平成 22 年 6 月には、各号機のタービン建屋等に送水口が増設された。

したがって、消火系から原子炉への代替注水ラインを完成させた上で、消防車の消防ホースを送水口に接続して送水すれば、消火系ラインを用いた原子炉・格納容器への代替注水を行うことも可能であったが、東京電力では、かかる消防車による代替注水の有用性が社内の一部で認識されていたにもかかわらず、D/DFP

---

<sup>45</sup> 東北地方太平洋沖地震発生時、5 号機のポンプのうち M/DFP 及び D/DFP 各 1 台が点検のために取り外されていた。

まで使用できなくなる事態は考えられないとして、消防車による消火系ラインを用いた原子炉への代替注水策を AM 策として整備しなかった。

加えて、消防車による代替注水を継続的に実施しようとするれば、その水源の確保が必要となり、最終的には海水を水源とする必要が生じるところ、東京電力は、海水注入についても SA において採用すべき手段として認識していたにもかかわらず、他方でそのような事態に至ることはないであろうと考え、海水注入を AM 策として整備せず、消防車等で海水を容易にくみ上げられるような方策を一切講じていなかった。

なお、福島第一原発では、前記IVで述べたとおり、今般の事故における臨機の応用動作として消防車による代替注水及び海水注入が実施されたが、これらが AM 策として整備されていなかったため、臨機の応用動作という不確実な対応となってしまう、誰にでも確実に消防車による代替注水及び海水注入を実施できる状況が事前に制度として担保されていなかった。

また、かかる消防車を水源とする消火系ラインを用いた代替注水策につき、発電所対策本部のいかなる機能班、グループが実施するのか一義的に明らかではなく、吉田所長が、消防車を水源とする消火系ラインを用いた代替注水を検討するように指示しても、これを聞いた各機能班長や班員のいずれも、自らが直接実施すべき作業と理解しなかったことから、代替注水の遅れにつながったものと考えられる。

#### c 災害に強い通信連絡設備の未整備

緊急時においては、各号機で作業をする者と発電所対策本部及び中央制御室とが緊密に連絡を取り合い、各号機における情報を共有することが重要であるところ、かかる連絡手段としてページング、PHS 等が整備されていた。

しかしながら、実際には、全交流電源喪失によりページングは使用できなくなり、PHS についてはその電波を集約する PHS リモート装置に搭載されていたバックアップのバッテリーの持続時間が約 3 時間であったことから、3 月 11 日夕方以降、発電所内では相次いで PHS が通じなくなった。そのため、発電所対策本部と各中央制御室とはホットラインが使用できたことから、これを通じて連絡を取り合うことができたが、発電所対策本部又は中央制御室と各号機で作業する所

員との間では直接連絡を取り合うことができなくなってしまった。かかる事態を受けて、発電所対策本部が各号機に派遣する所員に VHF 無線機を持たせたものの、建物内では電波の状況が悪いため送受信可能な場所が限られるといった問題が生じるなど、迅速な情報伝達に支障が出た。

なお、東京電力の電子通信部は、原子力発電所における前記 PHS リモート装置を含む伝送・交換用電源の蓄電池の最低保持時間を 1 時間と設定していた。これは、全交流電源喪失から 1 時間以内に各号機から交流電源の供給を受けられるという考え方に基づいており、今回の事故のような長時間に及ぶ全電源喪失といった事態を念頭に置いたものではなかった。また、電子通信部が作成していた業務マニュアルでは、かかる災害時における電気通信設備の具体的な復旧作業の手順化まではなされておらず、PHS の復旧作業の着手は 3 月 15 日以降となった。

#### d 災害への対処に必要な各種オペレーション要員の不在

福島第一原発では、津波到達後、津波による漂流物が発電所内の道路を塞いで通行に支障を来したことから、重機でこれらを撤去する必要が生じた。発電所内にはバックホー等の重機数台が存したものの、東京電力の職員は、これらの重機を運転操作することができなかったことから、すぐに漂流物の撤去作業に取りかかることができず、所外から重機を運転操作できるオペレーターの応援を得るなどの対応に追われた。

また、前記 b で述べた消防車による注水に当たっても、従前から消防車の操作を全て関連企業たる南明興産株式会社（以下「南明」という。）等に委託しており、東京電力の従業員から成る自衛消防隊員は消防車の操作をすることができなかったことから、当初は、東京電力の従業員が消防車による原子炉への注水作業を実施することができなかった。加えて、南明等が消防車による原子炉への注水作業に従事するに当たっては、かかる作業が本来の委託業務の内容に含まれていなかったことから、南明等への依頼説得が必要となった。

以上のように、福島第一原発では、災害への対処に必要な各種オペレーション要員の確保、整備が不十分であったことから、迅速な対応に支障を来した。

#### e 原子炉冷却機能を有する設備に関する事前の教育・訓練不足

前記（５）dで述べたとおり、東京電力では、AMの実施に関わる知識について必要な教育・訓練を行うとされていたが、今般の事故時における現場対処に照らすと、原子炉冷却機能を有するIC、RCIC等の操作に関する知識の習得、操作の習熟等に関する事前の教育・訓練が十分に行われていたとはいえず、前記IVで述べたような現場対処の問題点を惹起させることとなった。

### 5 津波対策・シビアアクシデント対策についての基本的な考え方

#### (1) 想定津波以上の規模の津波の可能性

土木学会原子力土木委員会津波評価部会の首藤主査は、総説「津波」（『電力土木』電力土木技術協会、1988年11月）の中で、

「どの様に大きな構造物を作ったとしても、それを上回る津波が来襲する恐れは常に存在する。」「強度や安定性の検討には、波力や洗掘力の詳細な推定を必要とする。・・・にもかかわらず、これらの大きさを的確に推定する方法はまだ存在しない。したがって、主要施設については、少なくとも既往の巨大津波の到達域外に建造するのが安全である。」「意外と見過ごされているのが、浸水による機能障害である。既往実績あるいはそれを元にした数値計算の結果、浸水域外となったとしても、浸水の可能性が全く無いわけではない。・・・計画時の浸水域外のため防水を考慮してない電気系統などが、塩水に浸かつて障害を起こす。」

と記述しており、今回の調査過程で行われたヒアリングにおいても、

「津波は地震から完全に説明できるわけではなく、局所的に波高が高くなったりすることもある。原発ではいかなる状況下でも確実に冷却系を動かさなくてはならないが、非常時に使用する電源系などは少しでも水に濡れたら機能不全に陥る。少なくとも冷却補機は必ず動くように言い続けてきた。」

としている。この考え方は、原子力発電所の津波対策の本質を突いたものと思われたため、当委員会として、

原子力施設の性格を考えると、再来するかも不確かだが、500年から1000年等と再来間隔が長く、規模も大きい可能性のある津波の可能性もあり、これを防潮堤等で対策しようというのは合理的でないが、多くの設備が被害を受けても冷却のための非常用設備だけは守れるような設計にするのが工学的に適した設計

ではないか。多重防護の観点からは、例えば普通の構造物に対しては補正係数 1.0 でよいが、非常用設備については 2 倍や 3 倍の高さにする等といった手立てを講じることが適切だったのではないか。

といった設計思想を関係者のヒアリングにおいて投げかけたところ、これに対する各社の受け止め方は以下のとおりであった。

### ① 東京電力関係者

理解はするが、2 段階にしなかった理由は、リスクが著しく大きなものではなかったことである。すなわち、津波は地震に随伴して発生する事象ではあるものの、取り扱う領域の広がり、そもそものモデル設定の考え方、設計用津波の設定方法等、当時の指針に基づく基準地震動設定とは策定方針自体は異なるものではあるが、平成 14 年の津波評価技術策定時点では、算定される想定津波の波高は既往津波の 2 倍程度となり、既往津波に相当すると考えられる  $S_1$  地震動の最大加速度振幅の 1.5 倍程度になることの多かった  $S_2$  地震動に近いことから、津波評価技術に基づく津波水位は  $S_2$  地震動的な概念と考えた<sup>46</sup>。このことを踏まえて、想定津波を超える確率は  $S_2$  地震動の発生確率として理解されていた  $10^{-4}$ /年～ $10^{-5}$ /年（1 万年から 10 万年に 1 回発生）オーダー程度と考えた。その後、土木学会では平成 15～17 年にリスクを確率論的に見積もる方向の検討が行われ、評価手法として未確立ではあるものの、その検討成果に基づいて福島第一原発のリスク評価を行ったところ、設計津波水位を超える確率は  $10^{-4}$ /年オーダーであり、CDF の観点からリスクレベルとしては大きくないと認識した。

### ② 電力中央研究所関係者

異論はない。コストとの兼ね合いはあるが、原子力発電所ならコストも見合うと思う。ただし、津波評価技術を事業者を受け入れられるものとする必要があった。そのためには数値的な考え方を打ち出すことが必要だが、再来期間のより長

---

<sup>46</sup>  $S_1$  地震動及び  $S_2$  地震動とは、旧耐震設計審査指針（昭和 56 年）において基準地震動として選定すべきとされた 2 種類の地震動を指し、 $S_1$  地震動をもたらす地震（設計用最強地震）としては、「歴史的資料から過去において敷地又はその近傍に影響を与えたと考えられる地震が再び起こり、敷地及びその周辺に同様の影響を与えるおそれのある地震及び近い将来敷地に影響を与えるおそれのある活動度の高い活断層による地震のうちから最も影響の大きいものを想定する」とされ、また、 $S_2$  地震動をもたらす地震（設計用限界地震）としては、「地震学的見地に立脚し設計用最強地震を上回る地震について、過去の地震の発生状況、敷地周辺の活断層の性質及び地震地体構造に基づき工学的見地からの検討を加え、最も影響の大きいものを想定する」とされている。



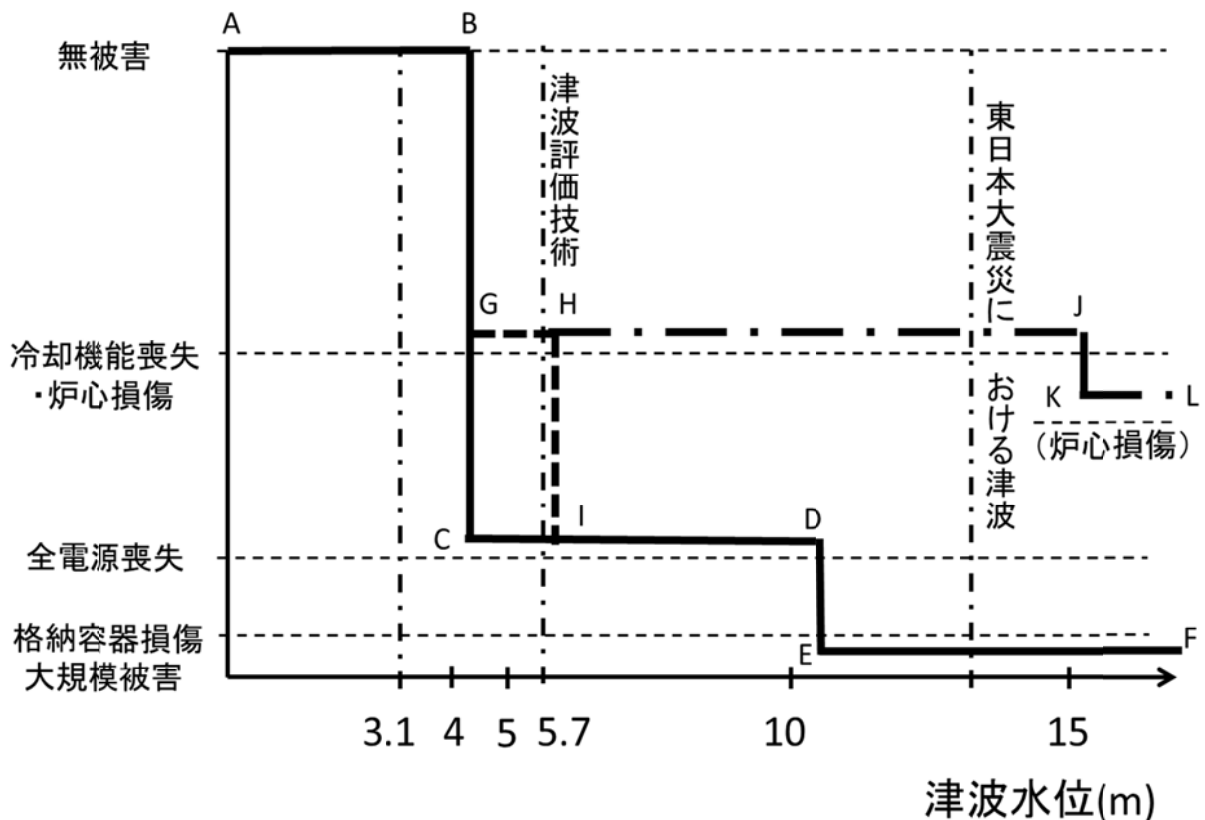
い不確かな津波については困難。不確かな津波については確率論的評価の中で対応しようと考えていた。

### ③ その他の関係者

当委員会による関係者へのヒアリングにおいて、その他の学識経験者や行政官からは特に反論はなく、例えば、津波評価部会の委員も務めた佐竹教授からは、津波評価部会での議論は「2倍や3倍」にする前の高さの評価に関するものであり、2倍、3倍につながるような議論は当該部会の役割ではないと思っていたとの供述が得られている。また、東北大学大学院工学研究科の今村教授は、当時は決定論の限界を感じており、そのため確率論的評価の議論に進む必要があると認識していたが、それだけでなく、危機管理的な考え方による議論との2本立てで進めるべきであったと述懐している。さらに、今村教授は、津波評価部会の第1期活動中には想定された設計津波水位を超えることへの危機感を持ってもらうチャンスがあったかも知れないが、第2期以降は精度を向上させるという違う方向へ進んでしまったと述べている。

## (2) 津波耐力と必要な津波対策

前記(1)で述べた津波対策の思想を、福島第一原発の機器構成を例に図VI-10を用いて説明する。横軸には津波水位を取り、縦軸はそのとき発生すると考えられる典型的な被害の状況を表す。今回の災害で現実が発生したように、まず地震において外部電源を喪失し、その後津波に襲われた場合における原子力発電所の津波に対する状態、すなわち津波耐力は図VI-10における一つの曲線として表される。引き波における最低水位、砂移動等も重要な検討対象であるが、概念の説明のために、ここでは最高水位に議論を限ることとする。



図VI-10 福島第一原発の津波耐力

福島第一原発では、3.122m の設計波高に基づいて設置許可がなされている。設置許可に基づく施設を前提とすると、1号機から4号機の4m盤に非常用海水ポンプ等の施設があり、10m盤に原子炉建屋、タービン建屋等が設置されており、基本的には4mを超える浸水高の津波によって海水による冷却機能（水冷式非常用DGの冷却機能も含む。）が喪失し、10mを超える浸水高の津波によって直流電源、非常用DG本体が機能喪失することとなる。したがって、津波評価技術による津波評価に基づく津波対策がなされる平成14年以前の津波耐力は図VI-10の実線ABCDEFで表される。CD部分は、直流電源、空冷式非常用DG、電源盤が生き残るため、全電源喪失を免れることを表現している。このとき、海水による冷却機能は喪失することとなるが、非常用海水ポンプ等の損傷状況等に応じては、冷却機能が一時喪失しても、補修や仮設水中ポンプによって冷却機能を回復できる可能性もある。EF部分では格納容器の損傷が発生する可能性が高いが、手動によるベントや消防車を用いた注水、電源車から電力供給等のAMにより大規模な被害を防いで

いくこととなる。

津波評価技術による津波評価の結果である波高 5.7m（後の算定では 6.1m）に対しては、津波対策として非常用海水系ポンプのかさ上げを行ったため、太破線 GHI の部分が補強され、津波耐力は ABGHIDEF となったこととなる。GH の部分では、4m 盤に設置された多くの施設は浸水し損傷するが、非常用海水系ポンプは被害を免れ、冷却機能は保持され、炉心損傷は防ぐことができる。

東日本大震災における津波波高は 10m を大きく超えている。今回の津波に対して冷温停止を実現するためには、ABGJKL で表される津波耐力を持てるように津波対策を施す必要があった。GJ の部分においては、非常用電源（電源盤等の関連設備を含め）と非常用海水系ポンプが 1 系統でも生き残っていれば、あるいは非常用電源が 1 系統でも生き残り、AM により水中ポンプが迅速に設置されていれば、冷却機能を保持することができる。KL 部分では冷却機能は喪失するが、適切な AM により炉心損傷は免れることができる。いずれにしても、直流電源、非常用交流電源、電源盤、非常用海水系ポンプを津波から守ればよいわけだが、海側に設置される非常用海水系ポンプを守るためには、既設の原子力発電所においては建設場所の余裕があるか等の課題はあるが、波力に対する耐力と水密性を備えた建屋を設ける等により実現可能と考えられる。

図VI-10 の JK 部分の津波水位をどのように設定するかが論点となる。IAEA における目標、 $10^{-4}$ /炉・年を適用するとすれば、1 万年に一度の頻度で来襲する津波の水位に相当する。1 万年に一度の頻度で来襲する津波の水位を算定することが難しいのであれば、不確かさを包含できるほど十分に大きな値を採用するというのが工学の考え方である。

例えば、我が国最初の原子力発電所である東海発電所において、原子炉を英国より導入するに当たって、英国側にどのような耐震設計の仕様書を提示するかが問題となった。耐震工学に対して経験の少ない英国に動的な設計を要求することはできないため、日本の建築基準法に準拠した耐震計算を要求することとなった。静的設計震度をどのような数値にするかが課題となったが、一般建築用の標準設計震度をはるかに上回る値を採用すべきとの考えから、建築基準法震度の 3 倍を指定することとなった。

このように直流電源、非常用電源、電源盤、非常用海水系ポンプを津波から守り、

冷却機能を保持する最低限の対策を講ずる場合、巨大な防潮堤の建設以外の方法も考えられ、かなり大きな津波水位を想定したとしても、難易度も費用もより現実的な範囲で十分実施できる可能性がある。

### (3) 津波における設計基準事象とシビアアクシデント対策

安全対策は、設定された設計基準事象に対して安全性が確保されるように実施され、設計基準事象を超え著しい損傷を伴う事象に対しては SA 対策を施すというのが、安全性確保の基本である。津波対策の場合、平成 18 年に改訂された耐震設計審査指針によれば、「施設の供用期間中に極めてまれであるが発生する可能性がある」と想定することが適切な津波」より規模が小さい津波が設計基準事象である。津波評価技術による評価結果である図VI-10 の HI 部分を設計基準事象と考えれば、IDEF 部分、あるいは HJKL 部分が SA 対策である。また、JK 部分を設計基準事象と考えれば、KL 部分が SA 対策である。耐震設計審査指針の改訂作業において、「施設の供用期間中に極めてまれであるが発生する可能性がある」と想定することが適切な津波」がどのような津波であるかの議論がなされていないため、図VI-10 における設計基準の特定が難しい。

しかし、設計基準事象を特定し、設計基準事象以下の津波に対する対津波安全対策とそれを超える津波に対する対津波 SA 対策を区別することには、SA に対して防護するという意味においては、実はそれほど意味がない。施設の供用期間中に極めてまれであるが発生する可能性がある」と想定することが適切である津波を超えた大きな波高・浸水高の津波までを検討の対象と捉え、総合的に津波対策を講ずることが必要である。

津波対策の検討においては、SA 対策という概念が共有されていなかった。また、SA 対策においては津波のリスクが全く認知されていなかった。安全対策の検討状況は図VI-11 によって説明される。



図VI-11 安全対策の検討状況

安全設計審査指針では、指針 2. 自然現象に対する設計上の考慮において地震と地震以外の想定される自然現象によって原子炉施設の安全性が損なわれない設計であることが謳われており、地震以外の想定される自然現象としては、敷地の自然環境を基に、洪水、津波、風、凍結、積雪、地滑り等から適用されるものをいうと解説されている。

対象事象ごとに設計基準を定め、安全対策が講じられる。設計基準を超える事象に対する SA 対策は、本来対象事象ごとにも検討されるべき性格のものであるが、前記 4 のとおり、SA 対策は内的事象の運転時を対象に始められ、内的事象の停止時、外的事象の火災、内部溢水、地震と取り組んでいくつもりであったが、そのように展開されなかった。津波は対象にすら挙がっていない。図VI-11 の薄墨部分のみが AM として実施された。

#### (4) 問題の全体像把握の欠如

図VI-10 や図VI-11 のような発想に立って問題の全体像が把握され、あるべき津波対策の姿について検討がなされた形跡は見られない。図VI-10 に描いた内容を発想するために、特別に深い専門的知識や確率論的評価は必要ない。原子力発電所の施設全体の概略を知り、津波の場合は、設計上の想定を大きく上回るある水位以上になればクリフ・エッジ的に原子炉の冷却機能が失われるため、著しい炉心損傷

を伴わない事象は存在せず、直ちに SA に至るということを理解していれば描ける図である。

問題解決策の適切性を確保するためには、問題の全体像を把握することが極めて重要である。原子力発電所の安全性を確保するという問題に対して、問題の全体像を把握して問題解決策を立案し、実施するということが適切になされていたと言いはないのか。

## 6 複合災害時の原子力災害対応

### (1) 複合災害としての原子力災害に対するこれまでの国及び地方公共団体の取組

地震と同時に発生した原子力災害への対応については、平成 19 年 7 月に発生した中越沖地震の際の柏崎刈羽原発における火災事故を契機として関心が高まり、同原子力発電所が所在する新潟県は、同県の地域防災計画原子力災害対策編に複合災害に関する章を設けるなど、独自の取組を行ってきた<sup>47</sup>。

国は、新潟県からの要望もあり、柏崎刈羽原発における前記事故を受けて設置された調査・対策委員会の報告書において、複合災害時の原子力災害への対応について調査を行うとともに、保安院を中心として、平成 20 年度中を目途に複合災害時の原子力災害への対応に関する留意事項をまとめる旨記載した。そして、平成 21 年 4 月、同院は、「複合災害時の原子力防災マニュアルの作成上の留意事項の素案」<sup>48</sup>を、総合資源エネルギー調査会原子力安全・保安部会第 16 回原子力防災小委員会に提出した。

<sup>47</sup> 新潟県地域防災計画原子力災害編第 3 章第 2 節 2 には、未満事象（原災法第 10 条に該当する事象に至らない事象）等の通報連絡について、「原子力事業者は、未満事象または発電所周辺で大規模自然災害等が発生した場合は、原子力関係法令及び安全協定に基づき、国、県、関係市町村及びその他必要な機関等に通報・連絡する」と定めている。また、同章第 6 節 4 は、防護対策区域の指定及び屋内退避・避難等の実施について、「知事又は関係市町村長は、独自の判断または国の指導、助言若しくは指示に基づき」これらの措置に関する指示を行うことができると定めている。

複合災害対策に関する同計画第 4 章は、「発電所周辺外での大規模自然災害等と原子力災害が複合的に発生した場合の体制は、本節に準じるものとする」とし、複合災害が発生した場合には、通常原子力事故の場合（同計画第 3 章第 1 節 4）にはオフサイトセンターに置かれるとされている県の原子力災害対策本部を県庁に設置し、オフサイトセンターには副知事を本部長とする現地対策本部を設置することとしている。さらに、同章は、県内のモニタリングポストの被災、情報伝達手段の機能喪失、道路の遮断や障害物による道路幅の減少等の事態が発生した場合の対応を規定している。

<sup>48</sup> この素案においては、複合災害時の原子力災害対応において、①人的・物的資源の不足、②オフサイトセンターの被災及びそれに伴う情報集約機能の低下、③モニタリング要員及び機材の不足、④避難計画実施の困難、⑤物資の輸送・供給の困難等の問題が生じる可能性が指摘された。

しかし、同素案は、複合災害について、原子力発電所は耐震構造を有しており技術的には想定し得る地震への備えがなされていること及び中越沖地震の際に柏崎刈羽原発で実際に起こった事象は、原子力災害に至らないものであったこと等を理由として、複合災害が発生する蓋然性は極めて低く、現在の防災体制を基本に対策を検討することが合理的であって、複合災害を想定して新たな防災体制を設ける必要性については否定的な結論を示した。

さらに、この素案に対しては、国の関係機関や地方公共団体から、①複合災害対策の策定は、大規模自然災害が原子力災害を引き起こすとの誤解を招く懸念がある、②複合災害への対策を実施するには地域防災計画等の大幅な変更を行わなければならない、③保安院以外の所掌事務について他の関係機関との調整がなされていないなど、複合災害対策の策定自体に批判的な意見が寄せられた。

こうした批判を受け、平成 22 年 10 月、保安院は、自然災害が原子力災害を引き起こす可能性はほぼゼロに等しいと判断し、複合災害対策も、現行の防災スキームに沿って取り組むという方針を決定した。以後、保安院においては、今回の事故発生に至るまで、複合災害時の原子力災害対策に関する議論は行われなかった。

福島県においては、平成 20 年 10 月、原災法、「防災基本計画」等に基づき、国が中心となって毎年実施している原子力総合防災訓練と県が主催する防災訓練が合同で行われた。これは、福島第一原発 3 号機の非常用冷却設備等の故障による冷却機能の喪失から炉心が損傷するという事故想定の下での訓練で、道路、通信回線等のインフラには問題がないという設定の下で行われたものであった<sup>49</sup>。

また、福島県は、毎年独自に原子力防災訓練を実施するとともに、住民避難やモニタリングに関する個別の訓練も実施しており、これらの訓練の実施に際しては、避難訓練への住民の参加や、シナリオを事前に参加者に提示しないこと等を通じて、訓練内容が実践的なものとなるよう種々の工夫を行っていたが、今回の事故のような地震と原子力事故の同時発生を想定した訓練が行われたことはなかった。

これに対して、新潟県は、中越沖地震に伴う柏崎刈羽原発の事故を踏まえ、平成

---

<sup>49</sup> この総合防災訓練には、国（内閣総理大臣、経済産業大臣を含む）、福島県、関係町（広野町、楢葉町、富岡町、大熊町、双葉町、浪江町）、及び東京電力等を含む計 114 機関、並びに避難・退避訓練に参加した地元住民約 1,800 人を含む総勢約 4,000 人が参加し、初動対応、緊急事態宣言の発出、住民への避難指示やモニタリング活動を含む緊急事態応急対策の各種措置、緊急事態解除に関する訓練が行われた。

22年5月から、地震と原子力災害の同時発生を想定した避難訓練を実施することを検討していた。これについて、同月、保安院は、同県に対し、「震度5弱の地震発生と原子力災害の同時発生という想定での複合災害訓練は、住民に不安と誤解を与えかねない」旨のアドバイスをを行った。これを受け、同県は、内部で検討した結果、地震災害の想定を止めることとしたが、同年11月に実施した平成22年度新潟県原子力防災訓練においては、雪害と原子力災害の複合災害という想定でこれを実施した。

## (2) 今回の事故が複合災害であったことによって生じた対応の困難性

今回の事故については、地震によって発生した津波等により原子炉を冷却するための装置が使用できなくなるなど、プラント自体が壊滅的な打撃を受けたのみならず、事故発生後の対応においても、地震・津波が原因となって、人的リソースの不足や通信・交通インフラに障害が発生し、事故対応が困難を極めた。

人的リソースについては、国は、極めて広域にわたる震災と原子力事故に同時並行で対応する必要が生じたため、必ずしも十分な体制を確保することができなかった。また、関係自治体においても、地震・津波による被災者等への対応に迫られ、十分な人的余裕がない中で、避難措置や身体除染の実施等の事故対応に当たらなければならなかった。

通信インフラについては、地震の影響により、電話やFAX等通信手段が十分に使用できない中での対応を迫られたため、関係機関での情報共有・連絡が困難となった。特に、事前の計画等において、事故発生時に情報集約・事故対応等の拠点としての役割が期待されていたオフサイトセンター（現地対策本部）は、平成23年3月15日に福島県庁に移転するまで、衛星電話が使用できたのみであり、ほとんど機能しなかった。

交通インフラについては、地震の影響により、都心において激しい交通渋滞が生じ、福島第一原発における事故対応において、消防車、給水車、バッテリー、電源車などの必要な資器材が届くのが遅れ、迅速な対応が困難となった大きな要因の一つとなったほか、オフサイトセンター（現地対策本部）への参集に遅れが生じたのみならず、その後も、燃料、食糧等の物流が確保できず、現地対策本部としての活動に支障が生じた。また、モニタリングや避難措置の実施についても、道路状況の



悪化のために、困難が生じた。

これらの問題は、原子力災害と同時に自然災害が発生する事態を想定していなかったことから、事前には意識されず、何らの対応もなされていなかったと考えられる。しかし、本来、これらの問題は、地震・事故に伴って発生することが予想された様々な事象を想定した対策を講じ、又は、訓練を実施することにより、解消又は軽減することが可能であったと考えられる。

## 7 原子力安全・保安院の規制当局としての在り方

### (1) 総論

これまでの調査を通して、原子力災害の未然防止やその発生後の緊急時対応における保安院の対応には、いくつかの問題点が認められた。現在政府においては、原子力についての新たな規制機関として、来年4月の発足を目指して、原子力安全庁（仮称）の発足の準備を進めている。当委員会は、事故原因・被害拡大原因の究明を通して、同種事故防止等に関する政策提言を行うことも求められていることから、後記Ⅶにおいて、規制当局の在り方について考察するが、その前提として、保安院の在り方に関連してこれまでの調査結果から認められた問題点について、緊急時対応におけるものと、事故や被害の未然防止のための対応におけるものとに分けて、取りまとめておくこととする。なお、これらの問題点が生じた背景的要因については引き続き調査を進めることとしたい。

### (2) 緊急時対応における問題点

#### a 事故の情報収集・把握・報告等から認められる問題点

原災法第15条第1項の規定する原子力緊急事態が発生した場合には、前記Ⅲ1(3)のとおり、内閣総理大臣を本部長とする原子力災害対策本部（以下「原災本部」という。）が設置され、原災本部において緊急事態応急対策を推進することになる。緊急事態応急対策を的確かつ迅速に実施するためには、原子力災害の被災現場においてどのような事態が生じており、今後どのような事態に発展する可能性があるのかといった事故対処の判断のために必要な事柄について、正確な情報が迅速に収集・報告されることが不可欠であり、これ無しに原災本部が適切に機能し得ないことは当然である。原災本部としてのこの役割は、経済産業省緊急

時対応センター（ERC）に設置される原災本部事務局が担っており、原子力災害対策マニュアルでは、同事務局が事業者及びオフサイトセンターからの情報を集約し、官邸及び内閣府（内閣府から更に関係省庁）に対して情報提供することとされている。原災本部事務局には、複数の関係省庁から職員が派遣され、各省庁の所掌事務に応じて同事務局内での役割が与えられているものの、発電用原子炉での事故の場合、保安院が安全規制担当省庁とされ、同事務局も保安院内に設置されるとともに、その枢要なメンバーも保安院職員で構成される。したがって、原災本部の情報収集機能は、実質的には、保安院が果たすことが期待されている。

しかしながら、今回の災害では、保安院は、この情報収集機能を適切に果たすことができず、事故の初期段階において、官邸や関係省庁が求める情報を適時適切に提供することができず、福島第一原発の状況についても十分な説明を行うことができなかった。保安院が情報収集機能を適切に果たせなかった原因としては、マニュアル上現地情報を集約して報告することが期待されていたオフサイトセンターが通信機能の不全等により十分に機能しなかったこと（前記Ⅲ 5 参照）、プラント情報を収集・提供すべき東京電力においても、本来であればプラントの状態を瞬時に把握できる SPDS の使用不能、中央制御室内の計測機器の使用不能、発電所内の PHS リモート装置のバッテリー切れといった事情により、発電所対策本部及び本店対策本部自体がプラントの状況把握に難渋していたこと（前記Ⅳ 2（1）等参照）、東京電力が把握した情報は ERC に派遣されていた東京電力職員を介して伝達されていたが、伝達手段は携帯電話のみであり、震災後はつながりにくい状況にあったことから、携帯電話を連続して通話状態にさせた上で、入った情報は口頭で報告させるような方法で把握せざるを得なかったこと（前記Ⅲ 2（2）参照）などの事情が大きく影響したと思われる。

これらには、やむを得ない事情も多々あると思われるが、東京電力本店は社内のテレビ会議システムを使って発電所対策本部とリアルタイムで情報を共有しており、このシステムが 3 月 12 日未明までにはオフサイトセンターにおいても使用可能となり、外部との通信に大きな支障のあったオフサイトセンターが、東京電力の本店対策本部や発電所対策本部とは情報共有が図られていたのであるから、保安院においても、東京電力等がどのような方法で情報収集を行っているかに関心を持ち、このような通信システムの有用性を把握・認識して、もっと早く ERC

に導入することにより、状況を改善することは可能であったと思われる（前記Ⅲ 2（2）参照）。ERC へのテレビ会議システムの導入は、福島原子力発電所事故対策統合本部が設置された3月15日から更に2週間も経った同月31日であることからすると、同システムの存在を知っていたかどうかということより、緊急事態にあっては情報の収集・把握が最優先であり、その役割を担っている事務局として、あらゆる方法でリアルタイムに情報を収集・把握して提供しなければならないことについての問題意識が低かったのではないと思われる。このような状況においては、職員を東京電力本店に派遣して情報収集に当たらせたり、より迅速な情報把握の方策について東京電力と協議検討するなどの努力を払うのが当然ではないと思われるが、そのような措置を講ずることもなく、東京電力から派遣された職員からもたらされる情報に依存し続けていた（前記Ⅲ 2（2）参照）。これに加え、次に述べる保安検査官の活動に見られる問題点も考えると、保安院にあっては、事前のマニュアルの想定を超えて事象が進行していく非常事態にあつて、臨機応変の工夫もしつつ、積極的かつ能動的に対応して、情報の収集・把握のハブとしての役割を果たすことについての自覚と問題意識に欠けていたと考えられる。

また、保安院は、単なる情報の収集・把握だけでなく、原子炉の安全を確保する規制官庁が有する専門知識を活用して、事態がどのように進展して国としてどのような対応が必要となるかについて、的確に説明することも求められていると考えられる。しかし、今回の災害に際しては、そのような役割も十分に果たすことができなかった。この点、官邸5階のメンバーは、東京電力に説明者の派遣を求め、プラントメーカーの技術者等の参加も求め、更には福島第一原発の吉田所長にも直接電話をかけるなどして、議論や意見交換を行っていること、緊急参集チームにおいても東京電力の幹部職員に常駐を求めるなどしていることからすると、保安院の職員の有する知識や知見の範囲では、起きている事態や今後の進展予想等について十分な説明ができなかったと考えられる。この点、今回の事故においては、官邸や ERC にいた者が現場の作業状況や作業環境を正確に把握できておらず、格納容器ベントの実施などについて、現場との認識の共有が十分にできていなかったという問題があり（前記Ⅳ 3等参照）、このような状況が菅直人内閣総理大臣（以下「菅総理」という。）の福島第一原発訪問等の国側の対応に影響

を与えたことは明らかと思われる。今回のような事態において、国側が発電所内の事故対処に関与・介入することの適否については別途検討が必要と思われるが、それはともかくとしても、国側において発電所内で起きている事態や今後の進展予想等について、現場の状況をよく理解し、認識を共有することが重要であることには異論のないところと思われる。そのために保安院が果たすべき役割は重要であるが、今回の事故で保安院がその役割を十分果たせなかった背景には、保安院が、今回のような全交流電源喪失といった非常事態において現場においてどのような対処があり得るか、その具体的内容、これを実施するに当たっての障害等といった事故対処についての具体的な知識・知見を十分に持っていなかったという事情があるのではないと思われる。このような知識・知見は、今回、東電本店の関係者も十分有していたわけではなく、保安院がどのようにしてそれ以上の知識・知見を持つことができるかとの問題も考えられるが、事故が起り得る以上、保安院としてそのような知識・知見を持っていることが求められるのであり、問題点として認識される必要があると思われる。

#### **b 福島第一原子力保安検査官の事故対応から認められる問題点**

原子力災害が発生した場合、原子力災害対策マニュアルによれば、原子力保安検査官事務所の職員は、直ちにオフサイトセンターに参集するとともに、原則として保安検査官が事故現場に赴き、現場確認を行うこととされている（前記Ⅲ 1（2）参照）。すなわち、保安検査官は、事故現場において現場の状況を確認してERCに連絡し、必要な事故対処がなされていることを確認するなどの役割を担っているものと考えられる。

しかし、今回の事故において、保安検査官は、当初は福島第一原発内において情報収集等に当たったものの、3月12日午前5時頃にはオフサイトセンターに退避した。これは、保安院の原子力防災課長の了承を受けたものではあるが、この時期は1号機格納容器の圧力が異常に高い状態が続く一方炉圧が低下し、圧力容器の損傷が疑われ、一刻も早い代替注水が必要で、そのためには格納容器ベントを早期に行わなければならないという緊迫した状況だったのであるから、現場の状況確認の必要は極めて高い状況が続いていたと考えられる。現に、その可否は別としても、その約3時間後には菅総理が自ら福島第一原発を訪問するという状況

であった。このように、現場の状況確認が特に重要な時期に保安検査官が現場を離れて退避するという判断が適切であったかは甚だ疑問が残る。退避の理由は、現場の放射線量が上昇したため屋外に駐車した防災車を用いた連絡が困難となったためであるからとのことであるが（前記Ⅲ 2（7）参照）、東京電力の内線等、他の手段を用いて状況を報告することは可能であったわけであり、現場の状況確認の必要を超えて退避を適当とする理由となるかは疑問である。

次に、保安検査官は、海水注入を現場で監視するようにとの海江田万里経済産業大臣の指示を受け、3月13日7時頃から4名が福島第一原発内で情報収集に当たることとなり、翌14日17時頃までは現地でその任に当たっていた。しかし、その間の情報収集の方法は、免震重要棟内の緊急時対策室に隣接する一室に待機し、東京電力職員からプラント状況等に関する資料を受け取り、これをPHSを使ってオフサイトセンターの現地対策本部プラント班に報告するというものであり、直接には注水状況の監視などの実況見分は行っていなかった。また、緊急時対策室において発電所対策班の対応を直接確認したり、自らも事故対処の検討に加わって指導監督に当たることもなかった。このような状況確認は、オフサイトセンターでもできることのように思われ、現地にいなければ確認できないような方法での状況確認はなされていなかったように思われる。

このような福島第一原発における保安検査官の対応や行動からも、非常事態において自ら積極的かつ能動的に情報収集や状況確認を行う姿勢に欠けるとともに、国としての事故対処の最前線を担うべき立場についての自覚に欠けるところがあったのではないかと思われる。また、保安検査官の問題だけでなく、これを活用する保安院自体においても、保安検査官を活用して積極的かつ能動的に事故対処に当たるという問題意識に欠けるところがあったと思われる。

#### c その他の ERC の活動から認められる問題点

ERC の活動から認められるその他の問題点としては、初期段階で現地対策本部が行ったモニタリング結果について、保安院は一部しか公表しておらず、ほとんどが公表されたのは6月3日になってからであった（前記Ⅴ 8（6）参照）という点がある。また、単位放出を仮定した緊急時迅速放射能影響予測ネットワークシステム（SPEEDI）情報についても、その送付を受けながら、放出源情報がな

いことから公表する必要はないと考え、広報の要否について踏み込んだ検討を加えることもなく、ERCとして公表をしなかった（前記V2参照）。これらは、主として国民に対する情報提供の在り方に関わる問題であるが、国外への情報提供に関しても、汚染水の海洋放出について4月4日に保安院として了解しているものの、その決定手続の過程で保安院の職員の中で近隣諸国や国際機関にその旨を通報する必要性を認識した者がおらず、結果的に諸外国への情報提供が遅れる事態が生じたという問題があった（前記V9（1）参照）。保安院は、事故の発生後、結果的に十分であったかどうかはともかく、国内外に対する情報提供と説明に努力しており、保安院全体として、情報の提供や公表についての意識が低かったとか情報の管理が不十分であったなどと即断することはできない。しかし、このような事案から見ると、非常時において情報を確実に管理し、国民や近隣諸国に関わる情報については公表の必要性について十分配慮し、その必要性があるものについては確実に公表・公開することの重要性について、必ずしも組織全体に徹底しておらず、結果的に一部について情報の公表漏れ、公表遅れや提供漏れが生じたのではないかと思われる。したがって、このような事態が生じた背景については、更に検証する必要があると思われる。

また、ヨウ素剤の服用について、3月15日、原子力安全委員会から「避難範囲（半径20km以内）からの入院患者の避難時における安定ヨウ素剤投与について」という助言がERCに送られ、ERCは、これを転送しようとしたが、オフサイトセンターが同日福島県庁に移転することになっていたのに大熊町のオフサイトセンターにFAXしたことから、オフサイトセンターの担当者がFAXに気付くのが遅れたことがあった。事故の初期段階においてはERCも非常に混乱したことは想像に難しくなく、これはその混乱の中で生じた単純ミスにすぎないという見方もあり得よう。しかし、事柄の内容は、被ばくの可能性がある住民について放射線の影響を軽減するための安定ヨウ素剤の服用に関わる問題であるから、より確実な情報伝達がなされて然るべきであり、住民の健康に関わるこのような重要な指示や助言が担当者の失念によって宙に浮いてしまうということは、あってはならない事態であると思われる。情報・指示・助言等の伝達を確実に行うべきERCにおいて、情報等の適切な管理がなされていたかどうかについては、更に検証する必要があると考えられる。

### (3) 事故や被害の未然防止のための対応における問題点

#### a オフサイトセンターの放射線量対策の不備から認められる問題点

原子力災害による被害を最小限に食い止めるためには、国と地方公共団体が機能的に連携して対応していくことが重要であり、このため、オフサイトセンターでは、国の現地対策本部や地方公共団体の現地本部等が「原子力災害合同対策協議会」を組織して、情報交換や事故の応急対応について必要な調整を行うことになっている。このようにオフサイトセンターは、原子力災害時に重要な情報共有の場となることが予定されているのであるから、緊急時においても安全かつ円滑に業務が遂行できるような設備・作業環境が維持されている必要がある。しかるに福島県のオフサイトセンターには空気浄化フィルターが設置されておらず、事故の進展に伴う放射線量の上昇により、現地対策本部を現場から離れた福島県庁へ移転せざるを得なかった。この点については、平成 21 年の総務省の行政評価・監視結果に基づく勧告において、福島県を含む複数のオフサイトセンターにおいて、高性能エアフィルター等による被ばく放射線量の低減措置が行われていない点が指摘されていたが、十分な対応が講じられていなかった（前記Ⅲ 5（3）参照）。このような事実の背景には、保安院において大規模な原子力災害を予想して事前準備に積極的に取り組む姿勢が欠けていた可能性があり、更に検証を続ける必要がある。

#### b 複合災害時の原子力災害対応の不備から認められる問題点

複合災害時の原子力災害に対しては、保安院を中心として、それに対応する原子力防災マニュアル作成上の留意事項の素案を平成 21 年に取りまとめたが、国の関係機関や地方公共団体に意見照会をしたところ、複合災害対策の策定は、大規模自然災害が原子力災害を引き起こすとの誤解を招く懸念がある等の批判的な意見が寄せられた。このような批判を受け、保安院は、自然災害が原子力災害を引き起こす可能性はほぼゼロに等しいと判断し、複合災害も、現行の防災スキームに沿って取り組むという方針を決定した（前記 6（1）参照）。しかしながら、原子力災害は、広範囲にわたる放射性物質の放出・拡散等を伴う深刻な事故となり得ることから、規制機関には国民の安全を確保するため、事前に念には念を入

れた周到な準備を行うことが求められる。そして、確率的に低いとしても、自然災害が原子力災害を引き起こす事態はあり得、大規模自然災害と原子力災害が別々の要因により前後して起こる事態も十分考えられるのである。その場合、通信や交通の混乱、施設や設備の損壊等により原子力災害のみが単独で起きた場合よりはるかに事故対応が困難になり、事前にそのような事態を予想した準備がなされていなければ適切に対応できないことが十分に予想されるのである。しかし、複合災害時の原子力災害の発生は蓋然性は低い故にその対応について保安院が十分深刻に受け止めておらず、積極的に複合災害対策に取り組まなかった可能性があり、この事態の背景について今後も検証を続ける必要があると思われる。

#### c 津波・地震対策から認められる問題点

原子力安全規制機関は、原子力発電所に影響を及ぼす地震・津波等の自然外力についての知見を収集し、そのような知見に基づいて地震等の自然現象に際しても原子力発電所の安全性が十分に確保されることを確認しなければならない。

しかし、保安院では、平成 21 年に内規を定め、JNES 及び事業者に技術的知見を収集・報告することを求めているが、保安院自らが他の行政機関・研究機関の研究成果等を十分に入手できていないケースも見受けられる。また、原子力安全・保安部会及びその下部機関には様々な分野の専門家に委員として参加を求め、その知見を審議において活用しているが、そのような委員が所属する他の機関の研究調査活動の状況や学会の動きを委員から入手し、自らの規制活動に活用するような努力は必ずしも十分ではない。このように保安院においては自然外力に関する科学的知見の収集・蓄積に十分ではない点が見られ、そのような知見に基づいて原子力発電所の安全性を確認するという専門的技術能力の向上に問題があったと思われる。このような事態の背景については今後とも検証を続ける必要があると考えている。

## 8 原子力安全委員会の在り方

安全委員会は、保安院等の規制当局が行う安全規制についてその適切性を第三者的に監査・監視しており、安全規制の独立性、透明性を確保している。また、規制当局が行った安全審査をレビュー（二次審査）するための評価基準として、専門家の意見



を聴取し、安全設計審査指針等の指針類を制定している。このほか、防災基本計画に基づき、特定事象発生の通告を受けた場合、直ちに緊急技術助言組織の招集等を行うことになっている。

安全委員会については、当委員会の調査・検証において同委員会の在り方が問題として浮かび上がっている面は少ないが、これまでの調査では、耐震設計審査指針の改訂作業において十分な体制を取れなかったのではないかとの問題が指摘されており（前記3（4）参照）、原子力発電所の地震・津波対策のための指針の策定が十分かつ迅速であったかなどについて今後も検証を続ける必要があると考えている。

また、安全委員会の策定した指針類への適合性は、保安院での原子炉施設の安全審査において審査されており、安全委員会による二次審査は形骸化しているとの指摘もあり、規制当局の在り方にも関わる事項であるから、引き続き調査を行いたい。

This page intentionally left blank.