



# 福島第一原子力発電所事故以前の 津波高さに関する検討経緯 —想定津波高さと東電の対応の推移—

2017年8月1日

総合工学委員会原子力事故対応分科会  
福島第一原発事故調査に関する小委員会

○吉田至孝、松岡猛、澤田隆、矢川元基、関村直人  
柘植綾夫、成合英樹、白鳥正樹、宮野廣、亀田弘行

## 検討の動機および進め方

- 平成26年に[原子力事故対応分科会は事故の教訓](#)を公表<sup>\*1</sup>。
- しかし、各種事故調報告書や[専門家](#)の間で判断が異なる事項があることから、学術的観点から福島第一原子力発電所で発生した[事故事象](#)を検討する必要があると判断し、小委員会を設置した。
- 小委員会は、主として4事故調査委員会（国会、政府、民間、東電）の報告書を比較するとともに、新たに公表された事実及び関係者からのヒアリング等を通じて、純学術的な立場から福島第一原発事故で起こったと考えられる事柄を明らかにし、今後の安全対策に活かすことを目的として活動している。
- これまでに1,2報<sup>\*2,3</sup>を公表してきており、本日の内容は近日発行予定である3報の検討結果の一部である。現在はわが国の原子力規制のあり方について検討を進めている。

\*1:「東京電力福島第一原子力発電所事故の教訓」平成26年6月13日

\*2:「東京電力福島第一原子力発電所1号機において発生した事故事象の検討」平成26年9月30日

\*3:「東京電力福島第一原子力発電所において発生した事故事象の検討(続報)」平成28年6月3日

## 小委員会の構成

- 委員長 松岡 猛 (宇都宮大学)
- 幹事 澤田 隆 (元日本工学会事務局長)
- 委員 矢川 元基 (原子力安全研究協会会長)
- 委員 関村 直人 (東京大学)
- 委員 柘植 綾夫 (科学技術国際交流センター会長)
- 委員 成合 英樹 (筑波大学名誉教授)
- 委員 白鳥 正樹 (横浜国立大学名誉教授)
- 委員 宮野 廣 (法政大学)
- 委員 吉田 至孝 (福井大学、原子力安全システム研究所)
- 委員 亀田 弘行 (京都大学名誉教授)

4報（わが国の原子力規制のあり方）の検討開始に伴い、新たに2名が参加。

## 小委員会での検討状況（本日の議題関係）

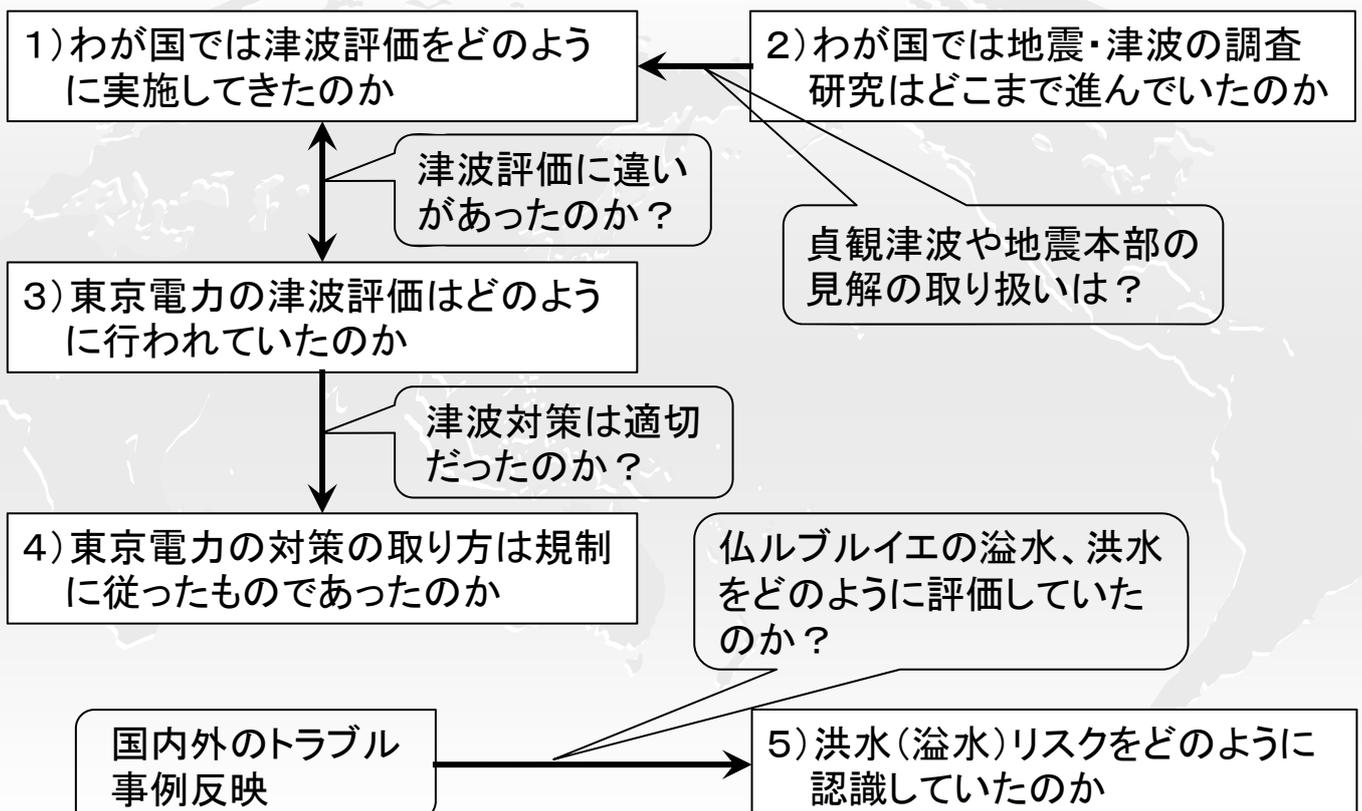
- 第 5回小委員会 平成27年 8月31日
- 第 6回小委員会 平成27年10月21日
- 第 7回小委員会 平成27年11月26日
- 第 8回小委員会 平成28年 2月10日
- 第 9回小委員会 平成28年 3月16日 (分科会および小委員会合同)
- 第10回小委員会 平成28年 3月31日
- 第11回小委員会 平成28年 5月10日
- 第12回小委員会 平成28年 6月16日
- 第13回小委員会 平成28年 7月19日
- 第14回小委員会 平成28年 9月14日
- 第15回小委員会 平成28年10月28日
- 第16回小委員会 平成28年12月 2日
- 第17回小委員会 平成29年 1月16日
- 第18回小委員会 平成29年 3月 9日
- 第19回小委員会 平成29年 4月18日
- 第20回小委員会 平成29年 6月 8日 (分科会および3小委員会合同)
- 第21回小委員会 平成29年 6月12日
- 第22回小委員会 平成29年 7月26日

合計18回

## 目的

- 津波災害への対応を考える際、当事者が津波リスクをどのように捉えるのかが重要であると考える。
- 事業者は、行政機関の取り組みや最新の研究動向を踏まえ、自ら運営する施設の安全確保への投資判断を行わなければならない。
- 東京電力は、東北地方太平洋沖地震による福島第一原子力発電所での巨大津波発生の可能性について、どの程度知見を得ていたのか、我が国の津波想定に係る検討の経緯から分析を行い、**当時の国や東京電力の対応から教訓を抽出することを目的**とした。
- 検討経緯を整理するにあたっては、政府、国会、民間、東電の4事故調査報告書に記載された事実関係ならびに関連する文献から得られた**事実関係を抽出・整理**した。(参考資料参照)

## 検討の順序



## わが国の津波評価の考え方(1)

関連する時系列は以下の通り。本日は時間の関係で要点を次頁に示す。

- 1970 安全設計審査指針(原安委)
  - 過去の記録を参照し最も過酷と思われる自然力に耐えることを要求
- 1983 津波常襲地域総合防災対策指針(建設省、水産庁)
  - 過去の記録に基づく最大津波を対象
- 1997 地域防災計画における津波対策の手引き(農水省)
  - 信頼できる資料の数多く得られる既往最大津波と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の大きい方を対象
- 1999 津波対策強化の手引き(国土庁、気象協会)
  - 津波災害予測マニュアルに基づき、自治体にて津波浸水予測図作成を促す。
- 2002 原子力発電所の津波評価技術(土木学会)
  - 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対象
- 2006 日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震専門調査会報告(中央防災会議)
  - 貞観津波は知見不足のため反映されず、地震本部の見解も取り入れられず
- 2006 耐震設計審査指針(原安委)
  - 地震随件事象として極めて稀であるが発生する可能性があるとして想定することが適切な津波を対象
- 2007 福島県、茨城県が津波浸水予測図を作成
  - 各自治体沿岸の津波高さを予測(福島第一付近5m程度、東海第二付近6.1m)

## わが国の津波評価の考え方(2)

- わが国では、信頼できる資料の数多く得られる既往最大津波を基にして敷地高さが決められてきたが、近年、津波評価法の研究開発が進み、既往知見から発生すると想定される最大地震により起こされる津波を不確かさを含めて評価し、既往最大津波と比較して大きい方を採用してきた。
- このため、中央防災会議においてもデータが不足する貞観津波や地震本部の見解については取り入れられなかった。
- 津波対策強化の手引きに基づき、自治体が作成した津波浸水予測図についても同様に扱われ、東京電力が土木学会の原子力発電所の津波評価技術を用いて計算した津波高さを下回ったものと考えられる。
- よって、わが国の津波評価は、既往知見が十分にあり、信頼できる津波評価が可能なものを対象としていたと認められる。一方、研究段階や知見不足のものは評価から除外されていたと推察される。

## 話題：国土庁と気象協会の津波浸水予測図

- 1999年国土庁と日本気象協会は「津波災害予測マニュアル」策定時に津波浸水予測図を作成。
- 2000年以降、自治体において「津波災害予測マニュアル」に従い津波浸水予測図を整備。
- 2007年に福島県と茨城県が作成した津波浸水予測ではそれぞれ、福島第一原子力発電所の津波高さはO.P.+5m程度(福島県)、O.P.+4.7m(茨城県)で浸水レベルになかったことが確認されている。

1999年に作成された予測図では、福島事故後にこれを拡大して敷地内配置を重ねると福島第一原子力発電所1～4号機が浸水レベルにあったことが指摘されている。



東京新聞報道より引用

国土庁と日本気象協会は、各自治体が津波浸水予測図を作成できるように「地域防災計画における津波対策強化の手引き」と「津波災害予測マニュアル」の策定を進め、2000年3月に正式に発表されている。これらから判断して、1999年に国土庁と日本気象協会が作成した津波浸水予測図は、自治体向けにどのようなものを作成するかをわかりやすく解説するためのガイダンスとして単に計算事例を示したものと考えられる。各自治体は、津波災害予測マニュアルに従い、防災対策を所管する地域において最大となる津波高さの評価が行われている。

## 話題：東海第二原発と福島第一原発の差

- 自治体が作成した津波浸水予測と原発の津波高さ評価
  - － 自治体は「津波災害予測マニュアル(1999年)」、原発は「土木学会原子力発電所の津波評価技術(2002年)」を用いている。
  - － 対象とする範囲(自治体は当該県、原発は当該敷地)においてわが国の津波評価の考え方にに基づき最大となる津波高さを予測。
  - － 当然であるが、狭い範囲を対象として最大津波高さを予測した方がより大きな値が算出されるはずである。
- 2007年に福島県と茨城県が作成した津波浸水予測
  - － 福島第一原発の津波高さはO.P.+5m程度(福島県)、O.P.+4.7m(茨城県)。福島県の津波想定が大きくなるのは合理的。
  - － 東海第二原発の津波高さはT.P.+5.72m(茨城県)
- 当時の原子力発電所の津波高さの評価
  - － 福島第一原子力発電所はO.P.+5.7m。
  - － 東海第二原子力発電所はT.P.+4.86m。
- 福島第一原発はより大きな値、東海第二原発は自治体予測を下回った。

東海第二原発の予測に何等かの問題があったため、茨城県全域を対象とした自治体予測結果を下回ったのではないか→津波評価のやり直しへ

## わが国の地震・津波調査研究(1)

関連する時系列は以下の通り。本日は時間の関係で要点を次頁に示す。

- 1995 地震調査研究推進本部(地震本部)の設置(文科省)
  - 阪神・淡路大震災を契機として、我が国の地震調査研究を一元的に推進
- 2000 宮城県沖地震の長期評価(地震本部)
  - 連動した場合、M8.0程度と評価
- 2001 南海トラフの地震の長期評価(地震本部)
  - 南海地震と東南海地震が連動した場合、M8.5前後と評価
- 2002 三陸沖から房総沖にかけての地震活動の長期評価(地震本部)
  - 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)でMt8.2前後と評価。三陸沖北部海溝寄りから房総沖海溝寄りで、どこでも発生する可能性を指摘。しかし波源情報は無かった。
- 2003 千島海溝沿いの地震活動の長期評価(地震本部)
  - 根室沖と十勝沖で連動した場合、M8.3程度と評価
- 2007 津波評価手法の高度化研究成果(土木学会)
  - 津波水位の確率論的評価手法について論文を発表
- 2009 三陸沖から房総沖にかけての地震活動の長期評価見直し開始(地震本部)
- 2010 活断層の長期評価法(暫定版)を公表(地震本部)
- 2011 三陸沖から房総沖にかけての地震活動の長期評価一部改訂(地震本部)
  - 地震発生確率等、記述の一部を更新したのみ

## わが国の地震・津波調査研究(2)

- わが国の地震・津波に関する調査研究は、阪神淡路大震災を契機に地震調査研究推進本部(地震本部)に一元化された。
- 地震本部は、海溝型地震に関する長期評価を行い、地震の大きさと発生確率を予測していた。しかし、三陸沖から房総沖の海溝寄りプレート間大地震(津波地震)では、Mt8.2前後と評価していた。
- 地震本部は、明治三陸沖地震について、三陸沖北部海溝寄りから房総沖海溝寄りで、どこでも発生する可能性があるとしていたが、地震・津波を評価するための波源情報については示していないばかりか、このことに対して9年後の改訂の際にも何一つ新しい研究成果や知見は加えられなかった。
- よって、わが国の地震・津波調査研究は、東北地方太平洋沖地震を想定できるほど成熟しておらず、可能性の指摘に対して評価手法を確立できるような状況ではなかったと認められる。

## 話題：地震本部の長期評価

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  
2002年(平成14年)版

2011年(平成23年)版

(2) 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)  
プレート間のM8クラスの大地震は、三陸沖で1611年、1896年、房総沖で1677年11月に知られている。これら3回の地震は、同じ場所で繰り返して発生しているとはいえないため、固有地震としては扱わないこととし、同様の地震が、三陸沖北部海溝寄りから房総沖海溝寄り(図1)にかけてどこでも発生する可能性があると考えた。房総沖の1677年11月の地震については、石橋(1986)は、地震の規模をM6~6.5と推定しており、もう少し陸寄りに発生した地震である可能性を指摘している。しかし、阿部(1999)から、津波地震であることは、確実と思われるので、1611年、1896年の地震と同じような地震であるとして扱うこととする。このような大地震の発生頻度は、過去400年間に3回発生していることから、この領域全体では133年に1回の割合で発生すると推定される。ポアソン過程を適用すると、この領域全体では今後30年以内の発生確率は20%程度、今後50年以内の発生確率は30%程度と推定される。また、三陸沖北部から房総沖の海溝寄りの特定の領域での発生頻度は、断層長(約200km)と海溝寄りの領域全体の長さ(約800km)の比を133年に1回程度に等しく、530年に1回程度の発生頻度であると推定した。ポアソン過程を適用すると、特定の領域では今後30年以内の発生確率は6%程度、今後50年以内の発生確率は9%程度と推定される(表4-2)。

(2) 三陸沖北部から房総沖の海溝寄りのプレート間地震(津波地震)  
プレート間のM8クラスの地震は、三陸沖で1611年、1896年、房総沖で1677年11月に知られているほか、2011年3月の東北地方太平洋沖地震の震源域に含まれる。これら4回の地震は、同じ場所で繰り返して発生しているとはいえないため、繰り返して発生する地震としては扱わないこととし、同様の地震が、三陸沖北部海溝寄りから房総沖海溝寄り(図1)にかけてどこでも発生する可能性があると考えた。房総沖の1677年11月の地震については、石橋(1986)は、地震の規模をM6~6.5と推定しており、もう少し陸寄りに発生した地震である可能性を指摘している。しかし、阿部(1999)から、津波地震であることは確実と思われるので、1611年、1896年の地震と同じような地震であるとして扱うこととする。このような地震の発生頻度は、過去412年間に4回発生していることから、この領域全体では103年に1回の割合で発生すると推定される。ポアソン過程を適用すると、この領域全体では今後30年以内の発生確率は30%程度、今後50年以内の発生確率は40%程度と推定される。また、三陸沖北部から房総沖の海溝寄りの特定の領域での発生頻度は、断層長(約200km)と海溝寄りの領域全体の長さ(約800km)の比を103年に1回程度に等しく、412年に1回程度の発生頻度であると推定した。ポアソン過程を適用すると、特定の領域では今後30年以内の発生確率は7%程度、今後50年以内の発生確率は10%程度と推定される(表4-3)。

追加されたのは、東北地方太平洋沖地震後の状況のみ

ただし、東北地方太平洋沖地震の震源域に含まれる三陸沖中部から三陸沖南部海溝寄りに至る海溝寄りの部分については、この地震よりこれまでの歪を解放した状態と考えられる。よって、この部分の将来の発生確率は上述の値より小さいと考えられる。  
空白期間等について述べる。三陸沖北部の海溝寄りの部分については、1896年明治三陸地震の震源域では約100年間以上、さらに北の部分では1600年以降発生が確認されておらず、約400年間以上の空白期間がある。福島県沖と茨城県沖の海溝寄りの部分では、東北地方太平洋沖地震で数mのすべり量があったと推定される(Appendix 7)が、これまでの歪を全て解放したかどうかは不明である。房総沖の海溝寄りの部分では、1677年11月の房総沖の地震以降約300年間以上の空白期間がある。

9年経過後も「同様の地震が、三陸沖北部海溝寄りから房総沖海溝寄り(図1)にかけてどこでも発生する可能性があると考えた。」と記載されてつづけており、可能性を防災対策へ生かすための知見(波源情報など)は加えられていない。別途発行されている「強震動予測レシピ」も同様。15年経過(平成29年1月)してやっと「津波レシピ」として整備された。

地震本部は、中央防災会議や自治体などの防災機関に対して、どこまでその使命を発揮できていたのか

## 東京電力の津波評価の経緯(1)

関連する時系列は以下の通り。本日は時間の関係で要点を次頁に示す。

- 1965 O.P.+3.122mで設置許可を取得(チリ地震津波での観測値)
- 1994 O.P.+3.5m(北海道南西沖地震を踏まえた見直し)
- 1997 解析値の2倍の津波高さとなった場合の評価を要求(通産省)
- 1998 O.P.+4.7~4.8m(太平洋沿岸部地震津波防災計画手法調査に基づく)
- 2000 O.P.+10m(解析値の2倍を仮定)→通産省へ海水ポンプが停止すると報告
- 2002 O.P.+5.7m(土木学会原子力発電所の津波評価技術に基づく)
- 2006 O.P.+14m(5号機敷地高さ+1mを仮定)→電源設備が水没と国へ報告
- 2007 O.P.+5.7m > O.P.+5m程度(福島県の防災上の津波計算結果)
- 2008 O.P.+5.7m > O.P.+4.7m(茨城県の防災上の津波計算結果)
- 2008 O.P.+15.7m(地震本部の見解を踏まえた試算)
  - 明治三陸沖地震の波源モデルを福島県沖海溝沿いに移動
- 2008 O.P.+8.9~9.2m(貞観津波投稿予定論文に基づく試算)
  - 佐竹らの投稿予定の論文に示された波源モデルを使用
- 2009 O.P.+6.1m(耐震バックチェック随件事象として再評価)
  - 土木学会原子力発電所の津波評価技術に基づき最新知見で計算
- 2009 福島県沿岸部の堆積物調査
  - 福島第一原発より北10kmで堆積物が発見されたが、南方では発見されず

## 東京電力の津波評価の経緯(2)

- 東京電力は、わが国の津波評価の考え方に従い、最新知見を用いて津波高さを計算していた。
- 東京電力は、規制側からの要求に従い、仮定に基づくプラントへの影響を評価し、規制側へ報告していた。
- 東京電力は、地震本部の見解や貞観津波の投稿予定の論文を踏まえ、独自に仮定を置いて津波高さを試算していた。
- 東京電力は、貞観津波に関して、堆積物調査の必要性を指摘され、福島県内での堆積物調査を実施し、結果を公表していた。
- よって、東京電力は、最新知見ならびに研究段階にある知見も含めて、津波高さの評価を実施しており、知見を収集するための努力を継続していたと認められる。

## 話題: 東京電力が試算した想定波高OP+15.7m

- 国会事故調報告書
  - ✓ 東電は、福島第一原発の敷地にO.P.+15.7mの津波をもたらし、4号機原子炉建屋周辺は2.6mの高さで浸水すると予想し、2号機付近でO.P.+9.3m、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。
- 政府事故調報告書
  - ✓ 東電は、福島第一原発の敷地内で9.3~15.7mという極めて高い数値を得た。
- 東電事故調報告書
  - ✓ 福島第一原子力発電所取水口前面で、津波水位は最大O.P.+8.4m~10.2m、1~4号機側の主要建屋敷地南側の浸水高は最大で15.7mの津波の高さが得られた。
- 以上より、試算された敷地南部での想定波高O.P.+15.7mは、福島第一原発敷地内での最大値であり、必ずしも発電所設備が水没するとは限らず、場所によっては津波高さが敷地高さ以下であったことが伺える。
- しかし、4号機原子炉建屋周辺は2.6mの高さで浸水するとの予想から、試算結果の信頼性は別として、試算結果は発電所の一部が水没することを示していた。

## 話題：地震本部の見解と貞観津波論文の試算

- 東京電力は、地震本部の見解に基づく試算と貞観津波論文の試算を同じ年(2008年)に実施している。
- 地震本部の見解に基づく試算
  - ✓ 明治三陸沖地震(M8.3)の波源モデルを福島県沖の海溝沿いに持ってきた場合の津波水位を試算し、敷地南部で最大O.P.+15.7mを得た。
- 貞観津波論文の試算
  - ✓ 佐竹らの投稿予定の論文に示された波源モデルを使用して試算。
  - ✓ 福島第一及び第二原子力発電所取水口前面で、O.P.+8.9~9.2m程度の津波高さを算出、敷地高さまで至らず。
- 佐竹らの貞観津波の波源モデルは過去に発生した津波に対する研究成果であるが、地震本部の見解は、波源モデルが示されておらず、東電が明治三陸沖地震の波源モデルをスライドさせて試算したもので、これは学術的にみて適切な評価か？→土木学会に検討を依頼
- 2つの試算結果から、東電は、津波が発電所敷地高さを超える可能性を、当時どの程度現実的に認識できたろうか。

## 東京電力の津波対策の経緯(1)

関連する時系列は以下の通り。本日は時間の関係で要点を次頁に示す。

- 1965 敷地高さO.P.+10mに建設
- 1994 O.P.+3.5m→対策不要と判断
- 1998 O.P.+4.7~4.8m→対策不要と判断
- 2000 通産省より解析値の2倍を仮定した場合の評価を求められ、O.P.+10mで海水ポンプが停止すると報告
- 2002 O.P.+5.7m→ポンプ嵩上げや浸水防止対策等を実施
- 2006 JNES(国も参加)の溢水勉強会において敷地高さ+1mの水位での評価を求められ、O.P.+14m(5号機敷地高さ+1mを仮定)で電源設備水没と報告
- 2007 福島県の防災上の津波計算結果(O.P.+5m程度)に基づき対策不要と判断
- 2008 茨城県の防災上の津波計算結果(O.P.+4.7m)に基づき対策不要と判断
- 2008 地震本部の見解を踏まえた試算(O.P.+15.7m)に基づき土木学会に波源モデルの策定を依頼
- 2008 貞観津波投稿予定論文に基づき試算(O.P.+8.9~9.2m)し、結果を国へ報告
- 2009 O.P.+6.1m→海水ポンプモータシール処理対策等を実施
- 2010 福島県沿岸部の堆積物調査結果を国へ報告
- 2010 福島地点津波対策ワーキングを設置し、地震本部見解の対策を検討開始
- 2011 原子力安全・保安院の求めにより地震本部見解を踏まえた試算結果を報告

## 東京電力の津波対策の経緯(2)

- 東京電力は、わが国の津波評価の考え方に従い、津波高さの計算結果から対策要否を判断し、対策等を実施していた。
- 東京電力は、自治体が評価した防災上の津波計算結果を把握し、対策が不要であることを確認していた。
- 東京電力は、地震本部の見解や貞観津波に関する試算結果は、規制側へ報告していた。
- 東京電力は、地震本部の見解を踏まえ、独自に仮定を置いて津波高さを計算し、波源情報の重要性から土木学会に検討を依頼するとともに、浸水防止対策については自ら検討を行っていた。
- 以上より、東京電力はわが国の津波評価の考え方に従い、必要な津波対策を実施していたと認められる。

**必要な対策とは**：原子力規制では津波に対して安全機能が喪失しないように浸水防止(ドライサイト)対策を要求しており、防潮堤や機器の嵩上げ、水密性の確保が求められる。

## 話題：試算結果に基づく浸水防止対策の効果は

- 東京電力は、敷地南部で最大O.P.+15.7mの試算を実施したとき、4号機周辺では敷地高さO.P.+10mに対し2.6mの高さで浸水すると予想した。
- 東京電力は、この計算結果を参照して福島第一原発の浸水防止(ドライサイト)対策を検討していた。

もし、この津波評価結果に基づき対策を行ったとして、  
浸水は防ぐことができたであろうか

- 東北地方太平洋沖地震で福島第一原発を襲った津波は、1～4号機を4～5m水没(O.P.+15m前後)させ、敷地南部では6m以上(O.P.+16～17m)水没させた。発電所構内における遡上高はO.P.+18mとされている。

今回の津波は、これまで経験したことがなく、原子力規制が要求してきた浸水防止(ドライサイト)対策では対処できない未曾有の災害であり、浸水した場合の対策である洪水(溢水)対策を検討すべきであったと考えられる。

## 原子力発電所の洪水(溢水)リスクの認識(1)

関連する時系列は以下の通り。本日は時間の関係で要点を次頁に示す。

- 1991 福島第一1号機で補機冷却水系海水配管からの海水漏えいが発生
  - 1, 2号共通ディーゼル発電機および機関の一部が浸水
- 1999 仏ルブレイエ原子力発電所で大雨による河川氾濫で溢水事象が発生
  - 1, 2号機の地下が浸水し、ECCSや電気系統が機能喪失
- 2004 印マドラス原子力発電所でスマトラ沖地震の大津波により原子炉が停止
  - 海水ポンプ室が浸水して、タービンを手動停止。
- 2006 原子力安全・保安院とJNESは、溢水勉強会を開催し、代表プラントを選定して敷地高さ+1mの水位となった場合の影響を検討
  - 東京電力より、浸水により電源設備が機能喪失することを報告
- 2006 原子力安全・保安院とJNESは、第53回安全情報検討会で敷地高さ+1mを仮定した場合、浸水の可能性を否定できないことを確認
- 2007 JNESは原子力安全・保安院の委託を受け、「安全情報に関する分析・評価報告書＝前兆事象の適用＝」をまとめた。
  - 1999年仏ルブレイエ原子力発電所の事例を前兆事象として適用した結果、BWRプラントのリスクが非常に高いことが判明
- 2007 原子力技術協会は、「原子炉施設における台風等風水害対策の考え方」を発行
  - 津波等を対象として設計を超えるような場合においても、施設の安全確保のための活動を効果的、効率的に行うための対策を実施するよう求めた

## 原子力発電所の洪水(溢水)リスクの認識(2)

- 東京電力は、福島第一1号機で溢水事象を経験していた。
- 原子力安全・保安院と東京電力は、津波が敷地高さを超えた場合、浸水により電源設備が機能喪失して、深刻な事態となることを把握していた。
- 原子力安全・保安院は、JNESより仏ルブレイエ原子力発電所の溢水事象をBWRに適用した結果、リスクが非常に高くなる報告を受けていた。
- 以上より、原子力安全・保安院と東京電力は、溢水事象のリスクを認識しながら、浸水した場合の対応策の検討を怠っていたと認められる。



何故、浸水した場合への対応策の思考が停止してしまったのであろうか。深層防護の考え方は定着していたのか。

## 話題：福島第一とルブレイエの溢水事象

- 福島第一1号機の海水系配管からの漏えいに伴う原子炉手動停止
  - ✓ 平成3年10月30日17時55分頃パトロール中の運転員が湧水(補機冷却水海水管からの漏えい)を発見。
  - ✓ 同日18時30分に原子炉を手動停止。
  - ✓ 1-2号機共通DG(2号機空冷DGが設置される前は1号機DGの1つが2号機と共用されていた)及び機関の一部に浸水を確認。
- 仏ルブレイエ発電所周辺の豪雨による河川氾濫事象
  - ✓ 1999年12月27日から28日にかけて暴風雨が発生、ジロンド川河口水位が上昇し、原子炉が停止。
  - ✓ 1, 2号機の地下に浸水して、電源系統と工学的安全設備の一部が機能喪失。



仏ルブレイエ発電所



Door deformation



Failure of Cable opening

## 話題：JNESが実施した溢水の前兆事象評価

- JNESの前兆事象評価
  - ✓ 評価対象プラントの通常運転時のPRA結果を用いて、ある事故故障事例が発生した場合の条件付炉心損傷確率を算出する方法。
  - ✓ 事故故障事例で発生した内容を吟味し、機能喪失範囲を設定して解析。
- 平成18年度報告書\*
  - ✓ 実際に安全機能が損なわれた事例等16件を対象に前兆事象を評価。
  - ✓ 16件の前兆事象評価中、ルブレイエ溢水事象(地下が浸水し、外部電源は8~24時間で回復すると仮定)のみ条件付炉心損傷確率が高いと評価。BWRは $3.5 \times 10^{-2}$ (最大で29回に1回程度の頻度で炉心損傷に至る)~ $1.5 \times 10^{-3}$ 、PWRで $7.8 \times 10^{-5}$ で他の事象は $1.0 \times 10^{-8}$ 未満であった。
  - ✓ 結論として、ルブレイエで発生した溢水事象のような場合は、原子力発電所の安全性への影響が大きく、対策として水密扉等の浸水防止対策が有効であると報告されている。

ルブレイエ溢水事象は、BWRの炉心損傷リスクが極端に高いとされ、相変わらず浸水防止対策が有効と報告されていた。

## 話題：原子力安全白書での深層防護の取扱

- 原子力学会事故調査報告書では、原子力安全白書での深層防護\*の記述の変遷をとりまとめている。
  - － 第1期(1961～1994年) 深層防護の第3層までの記述。
  - － 第2期(1995～2002年) 深層防護の説明が毎年変化。
    - 1995年:過酷事故の可能性は現実的に考えられないほど低い
    - 1997年:事業者の自主的対応で過酷事故対策を実施と記述
    - 1998年:事故発生があるものとして対策を講ずべきと記述
    - 2000年:初めて深層防護の第4層と第5層を記述
    - 2002年:深層防護第4層、第5層と過酷事故対策の必要性を記述
    - 2003～2004年:再び深層防護の第3層までの説明に戻る
  - － 第3期(2005年以降) 深層防護の記述自体が消滅

浸水時の対策への思考が停止してしまった原因の1つに、原子力関係者の深層防護への意識の低下があったのではないか。

\*深層防護は過去には多重防護と表現されたものがある

## まとめ

- わが国の津波評価は、信頼できる資料が数多く得られる過去の津波に基づく方法が定着していた。
- 地震本部の見解は、信頼性のある波源情報を提示していないことから、わが国の防災対策において評価対象から除外されたものと推察される。
- 東京電力は、最新知見を用いて津波高さの計算を実施し、わが国の津波評価の考え方に従い必要な対策を実施していたと認められる。
- 規制機関と東京電力は、洪水(溢水)事象によるリスクの大きさを認識しながら、浸水した場合の対応策(浸水防止対策ではない)の検討を怠っていたと認められる。

## 教訓

- わが国の地震・津波評価研究機関は、可能性を指摘するだけでなく、地震・津波評価に必要な情報を含めて提示し、わが国の防災対策を促すよう努力すべきである。
- 事業者は、研究段階にあり一般的に認知された知見ではない情報に基づく評価であっても、そこから得られた知見に対して深刻な影響を受ける可能性がある場合は、合理的な対策によって深層防護の各レベルの厚みを増しておくべきである。
- 規制機関は、前兆事象の評価や最新知見に基づき、環境に与えるリスクの高いと認識される事例が発見された場合、時期を失することなく適切に指導・監督する必要がある。



「原子力発電所の自然災害への対応」についてどうあるべきか、特に新知見の活かし方と仕組みについて議論を深めていきたい。

## 記号説明

BWR: Boiling Water Reactor、沸騰水型軽水炉

JNES: Japan Nuclear Energy Safety Organization、原子力安全基盤機構

M: Magnitude、マグニチュード(わが国では気象庁マグニチュードが良く使われる)

Mt: Tsunami Magnitude、津波マグニチュード

O.P.: Onahama Peil、小名浜港工事基準面

PRA: Probabilistic Risk Assessment、確率論的リスク評価

PWR: Pressurized Water Reactor、加圧水型軽水炉

T.P.: Tokyo Peil、東京湾平均海面