

東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故の技術的知見について（中間とりまとめ）  
（要約）

平成 23 年 3 月 11 日の東北地方太平洋沖地震及び地震に伴う津波により全電源が喪失し、東京電力福島第一原子力発電所（以下「第一発電所」という。）はシビアアクシデント（過酷事故）に至り、その結果、大量の放射性物質が環境中に放出された。

原子力安全・保安院は、原子力安全規制機関として、この事故を防止できなかったことを深く反省し、事故から得られる教訓を今後の原子力安全に役立てていかなければならない。こうした観点から、事故の発生及び進展の事故シーケンスに沿って、現時点までに分かる範囲で事実関係を整理し、技術的知見に関する検討を行った。

3 月 11 日 14 時 46 分、第一発電所の地域を震度 6 強の地震が襲い、第一発電所は地震の揺れにより所外からの給電が途絶する状態となった。4・5・6 号機は定期検査で停止中であり、運転中の 1・2・3 号機は、速やかに原子炉が停止するとともに、所内の非常用電源と冷却設備が作動し、「止める」・「冷やす」・「閉じ込める」機能は正常に働いた。地震時及び地震後のプラント挙動に関する現時点のデータや分析の範囲内では、基本的な安全機能を損なう地震の被害があったことを示す知見は得られていない。

地震の観測記録を用いた地震応答解析においても、安全上重要な機能を有する主要設備は評価基準値を満足している。更に、5 号機の内部調査を行った結果、建物の構造に影響を及ぼすようなひび割れや機器・配管の変形は認められなかった。

従って、安全上重要な機能を有する主要設備については、地震の影響により微少な漏えいが生じるような損傷があったかどうかまでは現時点で確かなことは言えないとしても、基本的には安全機能を保持できる状態にあったと推定される。

3 月 11 日 15 時 27 分及び 35 分、巨大な津波が第一発電所を襲い、海側に設置されていた冷却用のポンプ類は全て機能喪失した。更に、非常用ディーゼル発電機、配電盤、蓄電池等の電気設備の多くは、海に近いタービン建屋等の地下階に設置されていたため、建屋の浸水により殆どが同時に水没・被水し機能を失った。「冷やす」機能に関係する安全設備の多くは電気で作動するため、電気設備の機能喪失は、事故の進展を防止する上で致命的であった。また、安全上重要な同種の設備・機器が、津波や浸水という共通の要因により、同時に機能喪失したところに大きな問題があった。

殆どの電源及び配電の機能が失われた 1・2・3 号機の原子炉で生き残った冷却機能は、電気に依らなくても駆動できる設備であり、それぞれ非常用復水器（1 号機）、原子炉隔離時冷却系（2 号機）、原子炉隔離時冷却系と高圧注水系（3 号機）のみであった。1 号機の非常用復水器は、操作に必要な直流電源の喪失とそれに伴う隔離弁の閉動作等によ

り十分に機能せず、早期に原子炉の水位が維持できない状況になった。2・3号機においては、原子炉隔離時冷却系または高圧注水系が作動し水位が維持されていたが、その間に適切に減圧し低圧の代替注水に移行することができなかった。その結果、いずれの原子炉においても、水位の低下により炉心が露出し、ついには炉心損傷に至った。

炉心損傷に伴う高温下において、燃料被覆管中のジルコニウムと水の反応により大量の水素が発生し、蒸気とともに格納容器内に放出された。格納容器は、高圧に加え炉心損傷の影響を受けて高温となったため、閉込機能が劣化し、放射性物質や水素が混じった蒸気が原子炉建屋内に漏えいしたと考えられる。

1・3号機では、このようにして水素が漏えいしたほか、格納容器ベントの際、これに繋がっている非常用ガス処理系（SGTS）が隔離されなかったため、ある程度の水素が原子炉建屋に逆流したことは否定できない。1・3号機の原子炉建屋は、こうして滞留した水素が爆発したと考えられる。

2号機においても、1・3号機と同様に、原子炉建屋に水素と放射性物質が混じった蒸気が漏えいした。ブローアウトパネルが偶然開いたことから爆発には至らなかったが、やはり大量の放射性物質が放出されたものと考えられる。

4号機は、定期検査中で圧力容器から燃料が取り出されていたが、3号機のベントで放出された水素が連結した配管を逆流し、原子炉建屋内に滞留して爆発したものと推定される。

地震及び津波により電源が喪失したことにより、照明、通信、計装、モニタリング等の機能が大きく損なわれ、迅速・的確な事故対応を行うために必要なコミュニケーション・ツールの確保や情報の収集が迅速にできなかったことも、事故の進展を食い止められなかった要因のひとつと考えられる。

今のところ、放射性物質による汚染等のため現場の確認を行うことが難しい設備・機器が多く、溶融・落下した炉心の状況など事象の解明が十分に進んでいない部分も残されているが、事故の発生及び進展に関し、現時点で分かる範囲の事実関係を基に、今後の規制に反映すべきと考えられる事項を以下のとおり 30 項目程度の対策として整理し、中間的に取りまとめた。

なお、この中の一部には、今回のような地震・津波が襲来しても炉心損傷に至る事故の発生及び進展を防止するため、既に事業者に指示し実行に移されている「緊急安全対策」も含まれている。

今後の規制に反映すべきと考えられる事項

【外部電源対策】	【格納容器破損・水素爆発対策】
1 外部電源システムの信頼性向上	18 格納容器の除熱機能の多様化
2 変電所設備の耐震性向上	19 <u>格納容器トップヘッドフランジの過温破損防止対策</u>
3 開閉所設備の耐震性向上	20 <u>低圧代替注水への確実な移行</u>
4 外部電源設備の迅速な復旧	21 ベントの確実性・操作性の向上
	22 ベントによる外部環境への影響の低減
【所内電気設備対策】	23 ベント配管の独立性確保
5 所内電気設備の位置的な分散	24 <u>水素爆発の防止（濃度管理及び適切な放出）</u>
6 浸水対策の強化	
7 非常用交流電源の多重性と多様性の強化	【管理・計装設備対策】
8 非常用直流電源の強化	25 事故時の指揮所の確保・整備
9 個別専用電源の設置	26 事故時の通信機能確保
10 外部からの給電の容易化	27 事故時における計装設備の信頼性確保
11 電気設備関係予備品の備蓄	28 プラント状態の監視機能の強化
	29 事故時モニタリング機能の強化
【冷却・注水設備対策】	30 非常事態への対応体制の構築・訓練の実施
12 事故時の判断能力の向上	
13 冷却設備の耐浸水性確保・位置的分散	
14 事故後の最終ヒートシンクの強化	
15 隔離弁・SRV の動作確実性の向上	
16 代替注水機能の強化	
17 使用済燃料プールの冷却・給水機能の信頼性向上	

※下線の対策については主に BWR のみを想定

原子力安全・保安院としては、更に技術的知見を広く収集し、本中間取りまとめの内容の充実を図っていく予定である。また、これまでの原子力安全規制に欠けていた点や反省すべき点を踏まえ、特にシビアアクシデント対策の強化に取り組んでいく必要がある。