

4章 東北地方太平洋沖地震の概況

5章 福島第一発電所原子力発電所の事故の概要

5.1 地震と津波による被害

5.2 1号機原子炉

5.3 2号機原子炉

5.4 3号機原子炉

5.5 使用済み燃料プール

5.6 5, 6号機原子炉

5.7 放出量評価

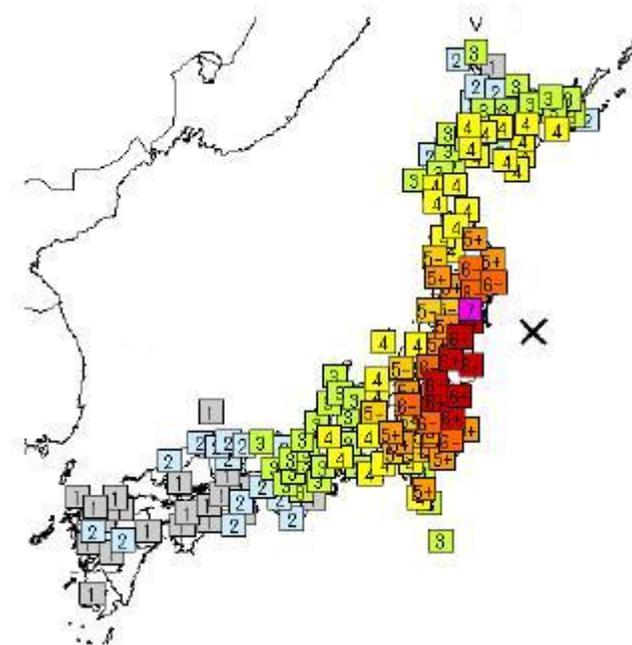
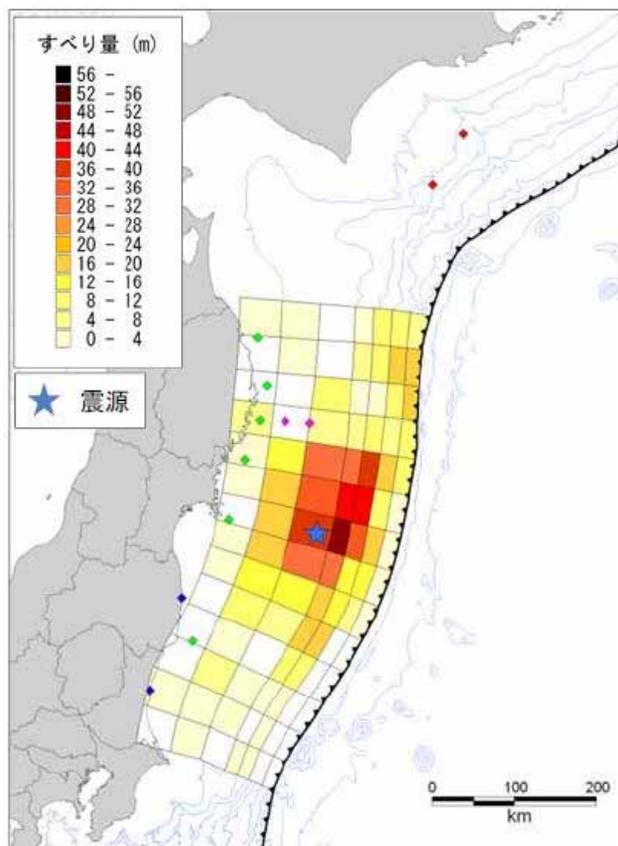
5.8 資機材物流の状況

宮田浩一 (東京電力)

4 東北地方太平洋沖地震の概況

【地震の大きさ】

- ・世界観測史上4番目の規模(M9.0)
- ・海溝沿いのプレート間地震
- ・女川、福島、東海では震度6弱～6強
- ・設計基準地震動を超過したプラントも一部あり



【津波の大きさ】

- ・世界観測史上4番目の規模(M9.0)
- ・土木学会津波評価技術では想定されていなかった波源の連動
- ・破壊の時間差による津波の重畳及び地盤のすべり量も従来の想定を超えるもの
- ・女川、福島、東海では、いずれも評価津波高さを超過

5.1 地震と津波による被害（地震）

【地震の大きさ】

- ・世界観測史上4番目の規模(M9.0)
- ・大熊町、双葉町は震度6強

【地震による被害】

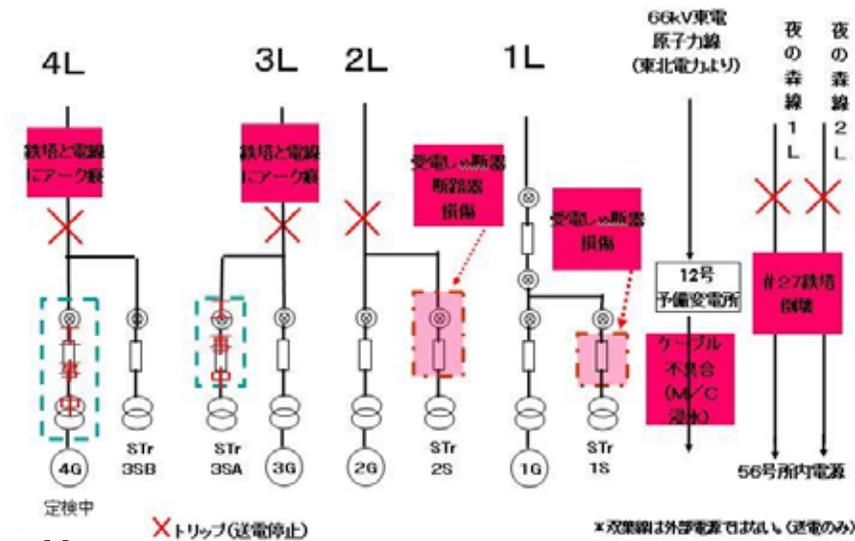
- ・送電鉄塔倒壊、遮断機損傷等
- ・外部電源喪失
- ・プラントパラメーターからは、原子炉冷却材バウンダリ損傷はなし
- ・地震の再現解析では、主要安全機器の損傷はなし
- ・ウォークダウンからは、マイナー機器の損傷のみ



無断複製・転載禁止 東京電力株式会社

観測点 (原子炉建屋最地下階)		観測記録 最大加速度値			基準地震動Ssに対する 最大応答加速度値		
		南北方向	東西方向	上下方向	南北方向	東西方向	上下方向
福島第一	1号機	460*1	447*1	258*1	487	489	412
	2号機	348*1	550*1	302*1	441	438	420
	3号機	322*1	507*1	231*1	449	441	429
	4号機	281*1	319*1	200*1	447	445	422
	5号機	311*1	548*1	256*1	452	452	427
	6号機	298*1	444*1	244	445	448	415
福島第二	1号機	254	230*1	305	434	434	512
	2号機	243	196*1	232*1	428	429	504
	3号機	277*1	216*1	208*1	428	430	504
	4号機	210*1	205*1	288*1	415	415	504

※1：記録開始から約130~150秒程度で記録が終了



*双葉線は外部電源ではない(送電のみ)

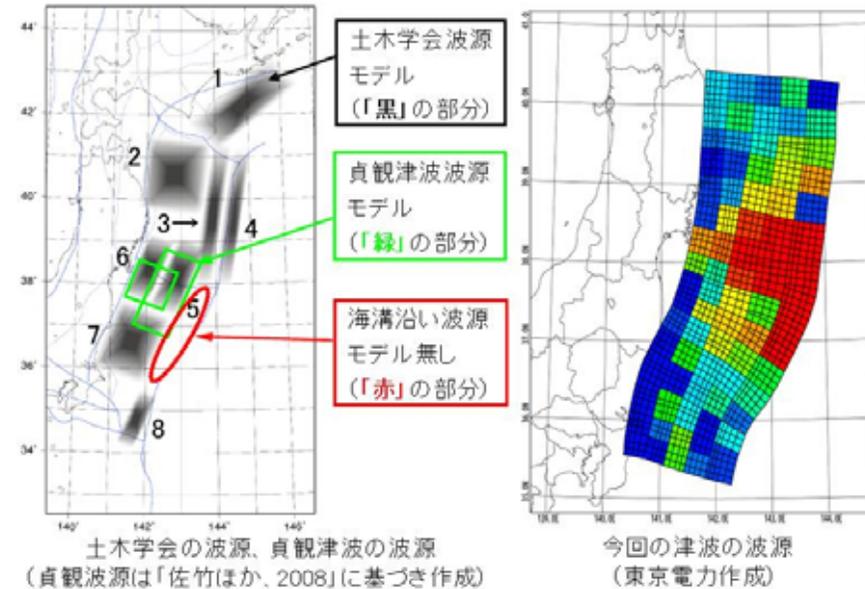
5.1 地震と津波による被害（津波）

【津波の大きさ】

- ・世界観測史上4番目の規模(M9.0)
- ・従来想定されていなかった波源の連動
- ・福島第一では、O.P.+15m程度

【津波による被害】

- ・海水系機器の損傷
- ・建屋浸水による電源盤喪失 (SBO&直流喪失)
- ・敷地高さの高い5,6号機側は被害小
- ・津波の再現解析からは、津波の重なりで大きな高さとなったと評価



	主要建屋敷地エリア (1~4号機側)	主要建屋敷地エリア (5号、6号機側)
◇敷地高【a】	O.P.+10m	O.P.+13m
◇浸水深【b】	O.P.約+11.5~約+15.5m ^{※1}	O.P.約+13~約+14.5m
◇浸水深【b-a】	約1.5~約5.5m	約1.5m以下
◇浸水域	海側エリア及び主要建屋敷地エリアほぼ全域	
備考	<ul style="list-style-type: none"> ・今回の津波高さ(津波再現計算による推定):約13m^{※2} ・土木学会手法による評価値(最新評価値):O.P.+5.4~6.1m 	

※1:当該エリア南西部では局所的にO.P.約+16約+17m(浸水深約6~7m)

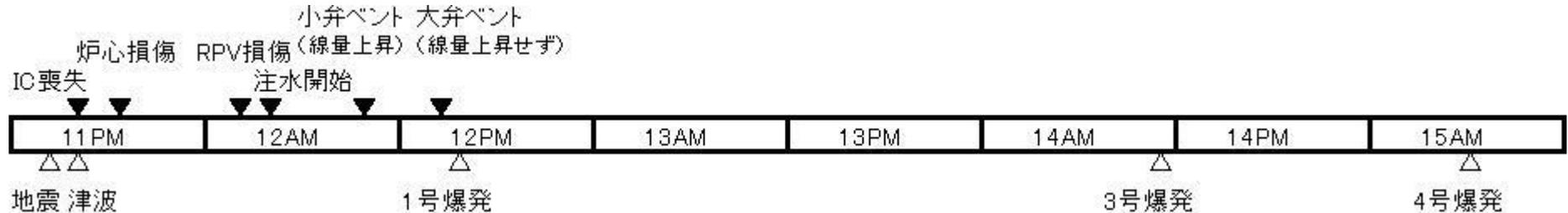
※2:横瀬所設置位置付近

注:地震による地盤変動量は反映していない

	福島第一原子力発電所						福島第二原子力発電所			
	1F-1	1F-2	1F-3	1F-4	1F-5	1F-6	2F-1	2F-2	2F-3	2F-4
外部電源	×			×			○			
非常用ディーゼル発電機 (*:空冷式)	×	×	×	×	△	△	×	△	△	△
非常用高圧電源盤(M/C)	×	×	×	×	×	○	1/3	○	○	○
常用高圧電源盤(M/C)	×	×	×	×	×	×	○	○	○	○
非常用低圧電源盤(P/C) ()内は工事中系統数	×	2/3	×	1/2 (1)	×	○	1/4	2/4	3/4	2/4
常用低圧電源盤(P/C) ()内は工事中系統数	×	2/4	×	1/1 (1)	2/7	×	○	○	○	○
直流電源	×	×	○	×	×	○	3/4	○	○	○
海水ポンプ	×	×	×	×	×	×	×	×	1/2	×

○:使用可(分数の場合は、使用可能な系統数を表示)
 △:D/G本体は被水していないが、M/C-関連機器等の水没により使用不可
 ×:使用不可 - :設備なし

5 . 2 1号機原子炉



【地震の影響】

- ・外部電源喪失(非常用DG起動)、原子炉スクラム
- ・非常用復水器(IC)で冷却維持
- ・原子炉安全に係る影響は限定的

【津波の影響と注水】

- ・SBO、直流電源喪失
- ・直流喪失でIC隔離信号発信 注水、冷却不能(当初気づかず)
- ・炉心損傷に伴い、水位計が誤指示(バッテリーつなぎ込みで確認した際はTAF以上)
- ・消防車による注水で、MCCI抑制

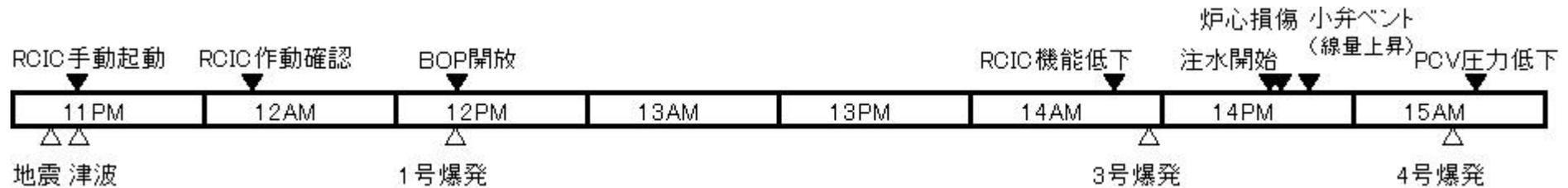
【格納容器ベント】

- ・現場操作等でベント成功(小弁操作時にモニタリング値上昇、大弁では反応せず)

【水素爆発】

- ・原子炉建屋への水素漏えいによる燃焼・爆発は、すぐには理解できなかった

5.3 2号機原子炉



【地震の影響】

- ・外部電源喪失(非常用DG起動)、原子炉スクラム
- ・原子炉隔離時冷却系(RCIC)で冷却維持
- ・原子炉安全に係る影響は限定的

【津波の影響と注水】

- ・SBO、直流電源喪失、RCIC継続運転(二相流駆動)
- ・RCICトリップ後、SRVによる原子炉減圧に難儀
- ・消防車による原子炉減圧、注水開始すれど炉心損傷(バイパス流)

【格納容器ベント】

- ・ベント準備は3号爆発で無効に
- ・小弁ベント操作後にモニタリング値上昇したが、DW圧力は下がる

【放射性物質の放出】

- ・3月15日7時～11時にDW圧力が大幅減少、FP大量放出 + 降雨で北西方向汚染

5 . 4 3号機原子炉



【地震の影響】

- ・外部電源喪失(非常用DG起動)、原子炉スクラム
- ・原子炉隔離時冷却系(RCIC)で冷却維持
- ・原子炉安全に係る影響は限定的

【津波の影響と注水】

- ・SBO、直流電源は維持され、RCIC継続運転
- ・RCICトリップ後、HPCIが自動起動
- ・原子炉圧力低下を受け、機器損傷の影響を懸念し、HPCI手動停止
- ・DD-FP、消防車による注水準備するも、原子炉圧力上昇で注水途絶
- ・SRVによる原子炉減圧、注水開始すれど炉心損傷(バイパス流)

【格納容器ベント】

- ・ベント成功(1回目はモニタリング値上昇、2回目以降は反応せず)

【水素爆発】

- ・ウォータージェットによる原子炉建屋穴開けの手配中に爆発

5.5 使用済み燃料プール

【状態】

- ・4号機の使用済み燃料は全てプールにあり、崩壊熱が相対的に大

【地震・津波の影響】

- ・地震により、外部電源喪失(非常用DG起動)、SFP冷却系停止
- ・津波によるSBO等で、最終ヒートシンク喪失・注水喪失
- ・SFP水位がTAFに低下するのは4号機で3月下旬と予測
- ・4号機原子炉建屋爆発で、SFPや燃料の状態が疑われたが、水位は維持されていた
- ・消防車、コンクリートポンプ車による注水、代替冷却系の導入でSFP冷却維持

【4号機水素爆発】

- ・設計情報、SGTSフィルタートレイン線量調査から、3号機ベントで水素流入
- ・現地調査から、原子炉建屋4階ダクトで爆発が生じたものと推定

【4号機以外の使用済み燃料プール等】

- ・1, 3号機では爆発を経験しながらも、SFPの構造健全性は確保
- ・時間余裕があり、消防車、コンクリートポンプ車、代替冷却設備で注水・冷却
- ・乾式キャスクは浸水すれど、健全

号機	使用済み燃料体数 (新燃料体数)	崩壊熱(MW) 3/11時点	プール水量(m ³)
1号機	292(100)	0.18	990
2号機	587(28)	0.62	1390
3号機	514(52)	0.54	1390
4号機	1331(204)	2.26	1390
5号機	946(48)	1.01	1390
6号機	876(64)	0.87	約1450
共用プール	6375(-)	1.13	約4000
キャスク保管庫	408(-)	-	-

5.6 5, 6号機原子炉

【状態】

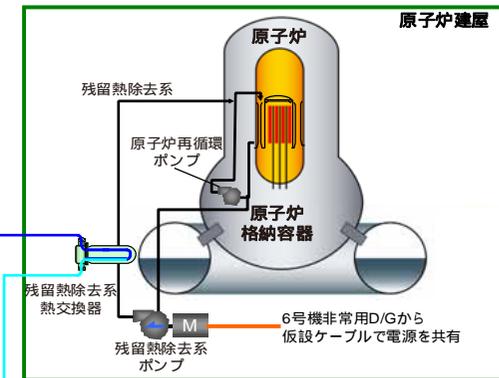
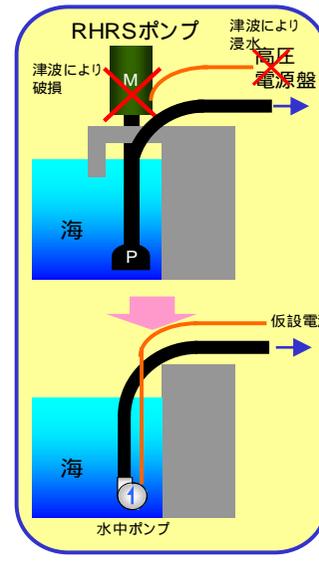
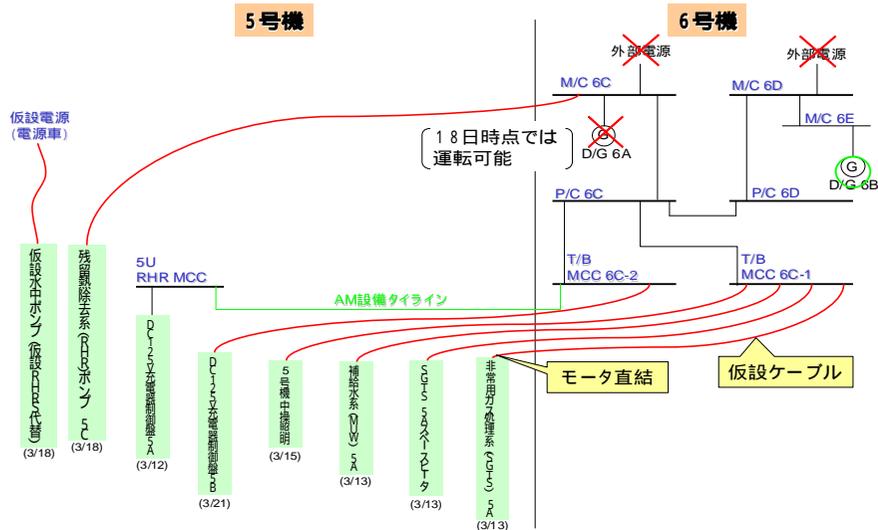
- ・主要建屋はo.p.+13m(1～4号機はo.p.+10m)
- ・運転停止中、長期停止等により炉心の崩壊熱は低い状態

【地震の影響】

- ・外部電源喪失(非常用DG起動)、SFP冷却系停止

【津波の影響と注水・冷却】

- ・6号機空冷DGは運転継続、5号機はSBO、直流電源は維持
- ・AMで準備した電源融通ライン、MUWCによる注水で原子炉冷却
- ・代替水中ポンプを活用し、炉心とSFPを交互に冷却



(注) 上記は残留熱の除去システムを模式的に記載したものであり、ポンプや熱交換器は複数系統設置されている

5.7 放出量評価（大気）

【評価手法】

- ・放出点に最も近い、モニタリングカーのデータを再現可能なソースタームを求めた
- ・炉心損傷後は、明確なピークが無くとも、継続的に放出していると仮定（B.G.の1%）

【評価結果】

- ・最大の放出は、5月15日の2号機からで、この放出が北西方向の汚染につながった
- ・ベントによる放出は、汚染への寄与小

整理番号	日時	号機	事象	放出量(PBq)			
				希ガス	¹³¹ I	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs
①	3/12 10時過ぎ	1	不明	3	0.5	0.01	0.008
②	3/12 14時過ぎ	1	S/Cベント	4	0.7	0.01	0.01
③	3/12 15:36	1	建屋爆発	10	3	0.05	0.04
④	3/13 9時過ぎ	3	S/Cベント	1	0.3	0.005	0.003
⑤	3/13 12時過ぎ	3	S/Cベント	0~0.04	0~0.009	0~0.0002	0~0.0001
⑥	3/13 20時過ぎ	3	S/Cベント	0~0.003	0~0.001	0~0.00002	0~0.00002
⑦	3/14 6時過ぎ	3	S/Cベント	0~0.003	0~0.001	0~0.00002	0~0.00002
⑧	3/14 11:01	3	建屋爆発	1	0.7	0.01	0.009
⑨	3/14 21時過ぎ	2	不明	60	40	0.9	0.6
⑩	3/15 6:12	4	建屋爆発	-	-	-	-
⑪	3/15 7時過ぎ	2	建屋放出	100	100	2	2
⑫	3/15 16時過ぎ	3	S/Cベント	0~0.003	0~0.001	0~0.00002	0~0.00002
総放出量(事象を同定しない放出量も含む)				約500	約500	約10	約10

5.7 放出量評価（海洋）

【評価手法】

- ・放水口付近での海水中放射能濃度を再現可能なソースタームを求めた

【主な海洋汚染の原因】

- ・2号機、3号機の取水口スクリーン付近からの放出
- ・集中廃棄物処理建屋内の低濃度汚染水の放出
- ・5号機、6号機のサブドレンピットに滞留していた低濃度地下水の放出
- ・大気中放射性物質の降下
- ・雨水からの流入

【評価結果】

- ・海洋放射能流入は、4月中には大きく低下
- ・大気放出よりも小さな放出量



核種	総量	3/26-31	4/1-6/30	7/1-9/30	備考
I-131	11	6.1	4.9	5.7E-6	直接漏洩 (2.8) を含む (4/1-6 4/4-10 5/10-11)
Cs-134	3.5	1.3	2.2 (1.26+0.94)	1.9E-2	直接漏洩 (0.94) を含む (4/1-6 4/4-10 5/10-11)
Cs-137	3.6	1.3	2.2 (1.26+0.94)	2.2E-2	直接漏洩 (0.94) を含む (4/1-6 4/4-10 5/10-11)

5 . 8 資機材物流の状況

【物流の置かれた環境】

- ・資機材輸送阻害要因(地震による道路被害、通信環境、放射線環境)
- ・資機材受け入れ箇所(Jヴィレッジ線量上昇、小名浜コールセンター地震被害)
- ・車両運転手(線量上昇、爆発、地域事情、放射線防護用品)
- ・物流管理(通信不良、受け渡し場所変更、荷下ろし重機)

【バッテリー確保】

- ・東京方面からはタイムリーに届かず
- ・地元購入困難(避難区域外での調達、地震・津波被害、渋滞)
- ・車輛から取り外す等の非常手段

【電源車確保】

- ・3月12日1時過ぎ以降順次到着(自社分16台、他社・自衛隊分7台)
- ・使用可能な電源盤の確認、瓦礫撤去、ケーブル敷設、爆発により受電停止

【消防車確保】

- ・AMラインに中越沖地震対応で準備した消防車を活用(所内3台中1台が当初使用可)
- ・この他に、3月12日AM以降、自社分7台、他社・自衛隊分5台を確保し、注水に活用