

東北地方太平洋沖地震発生当時の
福島第一原子力発電所運転記録及び事故記録の
分析と影響評価について
(概要)

平成23年5月23日
東京電力株式会社



東京電力

評価結果

- 原子力安全・保安院から、福島第一原子力発電所における事故に関して、今後の適切な応急の措置の実施のため、当社が提出した東北地方太平洋沖地震発生前後の記録について、平成23年5月16日に分析を行うとともに、その分析結果を踏まえた原子炉施設の安全性への影響の評価を行うよう指示を受けた。
- 本報告書は、原子力安全・保安院の指示に対応するため、地震発生前後の記録に関する分析を行うとともに、原子炉施設の安全性への影響を取り纏めたものである。なお、本報告書には、平成23年5月16日に提出した福島第一原子力発電所の運転記録、事故記録のデータを踏まえ、事故解析コードを用いて福島第一原子力発電所1号機～3号機について、プラントの状態を推定した。

1号機 プラントデータ および プラント挙動(1)

| 記録の種類 | データ |
|-----------|---|
| チャート(記録計) | 地震時、津波襲来時のデータを記録している 津波による浸水の影響と思われる電源喪失や信号喪失により、ある一定時間動作後停止 |
| 警報発生記録 | スクラム発生直後約10分間の記録を出力しているが、その後印字を停止(原因不明) |
| 運転日誌 | 事象発生以降の記録は、ホワイトボードに記載 |
| 過渡現象記録 | 地震後約30分のデータを収録。 |

| | 項目 | プラント挙動 |
|---|--|---|
| 1 | 地震発生前の原子炉 施設異常の有無 | 定格電気出力にて運転 使用済燃料プール水位:満水、プール水温:25℃ |
| 2 | 原子炉の緊急遮断後 の原子炉の停止状態 | 地震によりスクラム動作し3月11日14時47分に制御棒は全て挿入。 平均出力領域モニタ(APRM):指示値は急減し出力低下の正常動作。 |
| 3 | 原子炉の緊急遮断後 の原子炉圧力容器の 水位、温度及び圧力 の制御 | 原子炉水位:スクラム直後はボイド効果により原子炉水位は低下 →非常用炉心冷却系の自動起動レベルに至ることなく回復し、通常水位レベルで推移 原子炉圧力:スクラム直後は低下 →3月11日14時47分に主蒸気隔離弁閉により原子炉圧力が上昇、非常用復水器にて制御。 その後、3月12日5時46分消防ポンプによる淡水注入 |
| 4 | 原子炉の緊急遮断後 の隔離時復水器系の 動作状態 | 3月11日14時52分に自動起動/同日15時03分に停止。 同日21時30分頃までの間、弁を開操作したとの情報もあるが、どの程度機能していたかについては、現時点では判断できない。 |

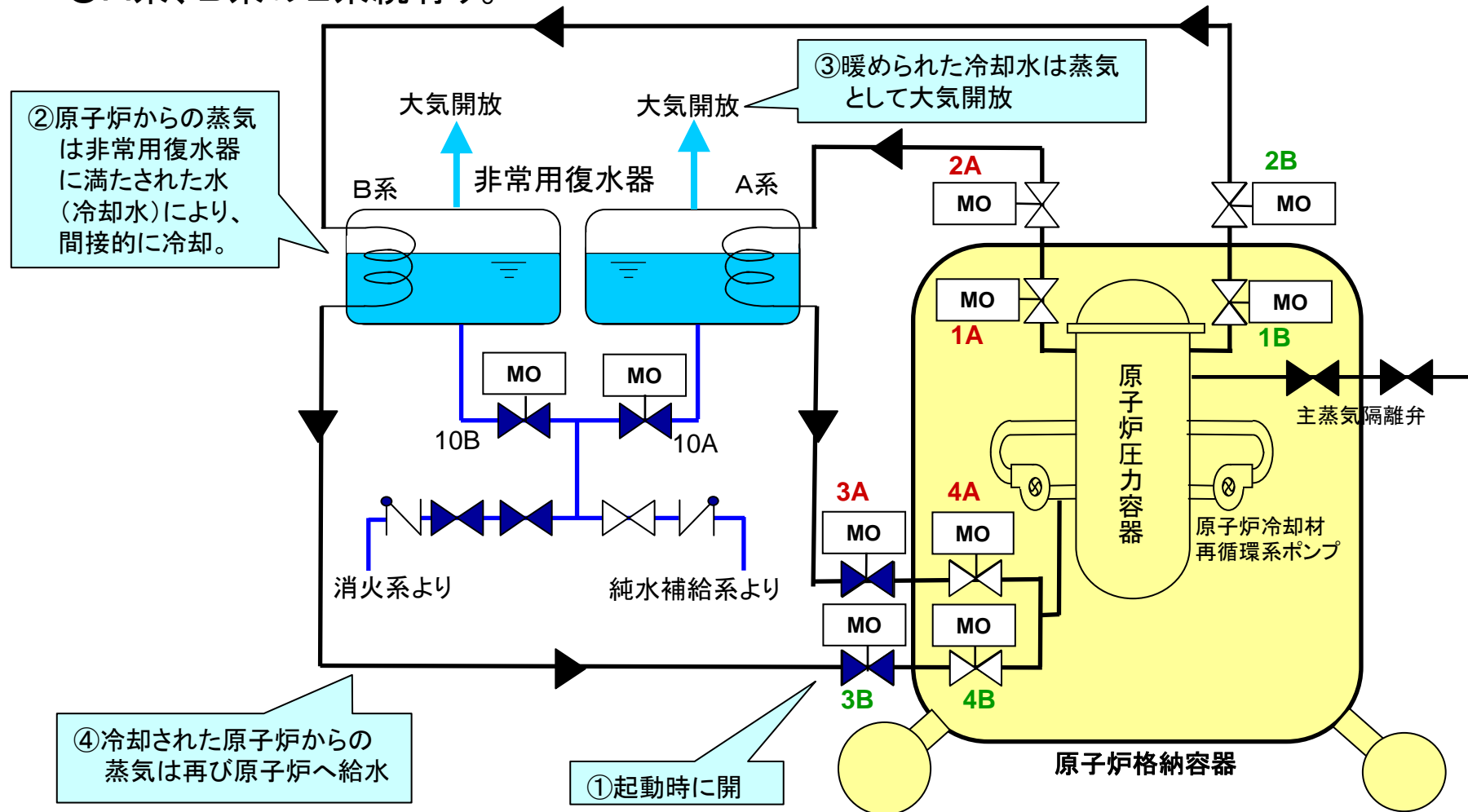
1号機 プラントデータ および プラント挙動(2)

| | 項目 | プラント挙動 |
|---|--|--|
| 5 | 非常用炉心冷却システムの動作状態 | 津波到達までは非常用炉心冷却系は自動起動なし。 圧力抑制室の冷却のため格納容器スプレイ系ポンプを3月11日15時07分に起動。 その後格納容器スプレイポンプ、炉心スプレイポンプは全交流電源喪失により動作不能。高圧注水系は、同日20時前後に直流電源喪失のため動作不能になった模様。 |
| 6 | 原子炉の緊急遮断後、津波が到達するまでの間及び津波が到達した後における主蒸気配管の破損その他の原子炉施設の異常の有無 | 主蒸気隔離弁の閉鎖に前後して、主蒸気配管の破断等に関連する隔離信号動作の警報発生記録あり。しかし、過渡現象記録装置では、主蒸気隔離弁の閉鎖により主蒸気流量は0(ゼロ)であり、その過程において配管破断による蒸気流量の増大等は見られていない。 よって、主蒸気配管の破断等に関連する警報は、地震による外部電源の喪失により、フェールセーフで閉鎖信号が発されたものと推定。 |
| 7 | 地震発生前後の1号機炉心の状態 | 解析の結果、仮定した非常用復水系(IC)の停止後、比較的早期に炉心損傷が開始し、その後原子炉圧力容器は破損に至ったとの解析結果が得られたが、現在の原子炉圧力容器の温度データなどプラントデータによれば、炉心の大部分は原子炉圧力容器内で冷却されていると考えられる。 解析結果は現状より厳しい結果を示していると考えている。 (5月15日に公表した暫定解析結果と同じ) |
| 8 | 同地震発生前後の非常用電源設備の確保及び運転の状態 | 地震により外部電源喪失。 3月11日14時47分頃非常用ディーゼル発電機2台が起動、正常に電圧確立しており、必要な電力は確保。 同日15時37分に全交流電源喪失。 |
| 9 | 同地震発生前後の外部への放射線及び放射性物質の放出の有無 | 排気筒放射線モニタ: 原子炉スクラム以降もノイズはあるものの、記録を終了するまでの間安定。 |

福島第一1号機 非常用復水器 (Isolation Condenser) の概要

非常用復水器とは、

- 原子炉隔離時(主蒸気隔離弁閉鎖時)に、原子炉の蒸気を冷却し、原子炉を減圧。
- A系、B系の2系統有り。



非常用復水器の操作状況について

平成23年3月11日

14時52分頃 自動起動

原子炉圧力高にて自動起動



15時03分頃 停止(MO-3A、3Bの閉操作)

原子炉圧力容器温度の変化率が $55^{\circ}\text{C}/\text{hr}$ を超えないよう停止操作(手順書あり)



15時10分~30分頃 A系による原子炉圧力の調整

原子炉圧力や原子炉温度から起動操作したと推定



15時37分 全交流電源喪失



18時18分 起動(MO-2A、3Aの開操作)

18時25分 停止(MO-3Aの閉操作)

弁を開操作し、蒸気発生確認したとの情報もあるが、どの程度機能していたかについては、現時点では判断できない。



21時30分 起動(MO-3Aの開操作)



平成23年3月12日

1時48分 冷却水供給の消火系ポンプの不具合を確認

2号機 プラントデータ および プラント挙動(1)

| 記録の種類 | プラントデータ |
|-----------|---|
| チャート(記録計) | 地震時、津波襲来時のデータを記録している。 津波による浸水の影響と思われる電源喪失や信号喪失により、ある一定時間動作後停止 |
| 警報発生記録 | スクラム発生直後約2分間の記録を印字出力しているが、その後印字を停止(原因不明)。 ハードディスクに収録されたデータをもとに記録を復元。 |
| 運転日誌 | 事象発生以降の記録は、ホワイトボードに記載 |
| 過渡現象記録 | 地震後約30分のデータを収録。 その後、余震時約30分のデータを収録(津波襲来時期含む)。 |

| | 項目 | プラント挙動 |
|---|--|---|
| 1 | 地震発生前の原子炉 施設異常の有無 | 定格熱出力にて運転 使用済燃料プール水位:満水、プール水温:26℃ |
| 2 | 原子炉の緊急遮断後 の原子炉の停止状態 | 地震によりスクラム動作し3月11日14時47分に制御棒は全て挿入。 平均出力領域モニタ(APRM):指示値は急減し出力低下の正常動作。 |
| 3 | 原子炉の緊急遮断後 の原子炉圧力容器の 水位、温度及び圧力 の制御 | 原子炉水位:スクラム直後はボイド効果により原子炉水位は低下 →非常用炉心冷却系の自動起動レベルに至ることなく回復し、通常水位レベルで推移。 原子炉圧力:スクラム直後は低下 →3月11日14時47分に主蒸気隔離弁閉により原子炉圧力が上昇。主蒸気逃し安全弁の開閉により安定的に圧力が制御。 |
| 4 | 原子炉の緊急遮断後 の原子炉隔離時冷 却系の動作状態 | 3月11日14時50分に手動起動/同日14時51分に自動停止(水位高) 同日15時02分に手動起動/同日15時28分自動停止(水位高) 同日15時39分に手動起動/その後、3月14日13時25分に停止(推定) |

2号機 プラントデータ および プラント挙動(2)

| | 項目 | プラント挙動 |
|---|--|--|
| 5 | 非常用炉心冷却系統の動作状態 | 津波到達までは非常用炉心冷却系は自動起動なし。 3月11日15時00分～残留熱除去系ポンプを起動し圧力抑制プールを冷却。 その後残留熱除去系ポンプ、炉心スプレイポンプは全交流電源喪失により動作不能。高圧注水系は、同日15時31分頃に津波の影響を受け直流電源喪失のため動作不能になった模様。 |
| 6 | 原子炉の緊急遮断後、津波が到達するまでの間及び津波が到達した後における主蒸気配管の破損その他の原子炉施設の異常の有無 | 主蒸気隔離弁の閉鎖に前後して、主蒸気配管の破断等に関連する隔離信号動作の警報発生記録あり。しかし、過渡現象記録装置では、主蒸気隔離弁の閉鎖により主蒸気流量は0(ゼロ)であり、その過程において配管破断による蒸気流量の増大等は見られていない。 よって、主蒸気配管の破断等に関連する警報は、地震による外部電源の喪失により、フェールセーフで閉鎖信号が発されたものと推定。 |
| 7 | 地震発生前後の2号機炉心の状態 | [別資料参照] |
| 8 | 同地震発生前後の非常用電源設備の確保及び運転の状態 | 地震により外部電源喪失。 3月11日14時47分頃非常用ディーゼル発電機2台が起動、正常に電圧確立しており、必要な電力は確保されたものと推定。 同日15時41分に全交流電源喪失。 |
| 9 | 同地震発生前後の外部への放射線及び放射性物質の放出の有無 | 排気筒放射線モニタ:原子炉スクラム以降もノイズはあるものの、記録を終了するまでの間安定した値 |

3号機 プラントデータ および プラント挙動(1)

| 記録の種類 | プラントデータ |
|-----------|---|
| チャート(記録計) | 地震時、津波襲来時のデータを記録している 津波による浸水の影響と思われる電源喪失や信号喪失により、ある一定時間動作後停止 |
| 警報発生記録 | スクラム発生直後約3時間30分間の記録を出力しているが、その後印字を停止(原因不明) |
| 運転日誌 | 事象発生以降の記録については、未確定部分が存在するなど完全な形では残されていない |
| 過渡現象記録 | 地震後から16時頃までのデータを仮設電源により回収 |

| | 項目 | プラント挙動 |
|---|--|---|
| 1 | 地震発生前の原子炉 施設異常の有無 | 定格熱出力にて運転 使用済燃料プール水位:満水、プール水温:25℃ |
| 2 | 原子炉の緊急遮断後 の原子炉の停止状態 | 地震によりスクラム動作し3月11日14時47分に制御棒は全て挿入。 平均出力領域モニタ(APRM):指示値は急減し出力低下の正常動作。 |
| 3 | 原子炉の緊急遮断後 の原子炉圧力容器の 水位、温度及び圧力 の制御 | 原子炉水位:スクラム直後はボイド効果により原子炉水位は低下 →非常用炉心冷却系の自動起動レベルに至ることなく回復し、通常水位レベルで安定的に推移。 原子炉圧力:スクラム直後は低下 →3月11日14時48分に主蒸気隔離弁閉により原子炉圧力が上昇。主蒸気逃し安全弁の開閉により安定的に圧力が制御。 |
| 4 | 原子炉の緊急遮断後 の原子炉隔離時冷 却系の動作状態 | 3月11日15時05分に手動起動/同日15時25分に自動停止。 同日16時03分に手動起動/3月12日11時36分に自動停止。 |

3号機 プラントデータ および プラント挙動(2)

| | 項目 | プラント挙動 |
|---|--|--|
| 5 | 非常用炉心冷却系統の動作状態 | 津波到達までは非常用炉心冷却系は自動起動なし。 残留熱除去系ポンプ、炉心スプレイポンプは全交流電源喪失により動作不能。高圧注水系は、3月12日12時35分に水位低にて起動し、原子炉圧力が低下したため3月13日2時42分に停止。その後は直流電源喪失のため動作不能になった模様。 |
| 6 | 原子炉の緊急遮断後、津波が到達するまでの間及び津波が到達した後における主蒸気配管の破損その他の原子炉施設の異常の有無 | 主蒸気隔離弁の閉鎖に前後して、主蒸気配管の破断等に関連する隔離信号動作の警報発生記録あり。しかし、過渡現象記録装置では、主蒸気隔離弁の閉鎖により主蒸気流量は0(ゼロ)であり、その過程において配管破断による蒸気流量の増大等は見られていない。 よって、主蒸気配管の破断等に関連する警報は、地震による外部電源の喪失により、フェールセーフで閉鎖信号が発されたものと推定。 |
| 7 | 地震発生前後の3号機炉心の状態 | [別資料参照] |
| 8 | 同地震発生前後の非常用電源設備の確保及び運転の状態 | 地震により外部電源喪失。 3月11日14時47分頃非常用ディーゼル発電機2台が起動、正常に電圧確立しており、必要な電力は確保されたものと推定。 同日15時38分に全交流電源喪失。 |
| 9 | 同地震発生前後の外部への放射線及び放射性物質の放出の有無 | 排気筒放射線モニタ:原子炉スクラム以降もノイズはあるものの、記録を終了するまでの間安定した値。 3月12日午前5時頃より一時的に緩やかな指示上昇が見られるが、3号機において同時刻頃、原子炉水位は燃料冠水レベル以上に維持されていたと考えられることから、他号機による構内の線量上昇の影響と考えられる。 |