



平成 23 年 4 月 5 日 19 時 30 分

## 東京電力福島第 1 / 第 2 の事故の概要と経緯

社団法人 日本原子力学会

速報を旨として、現時点で得られた限定的な情報から分析しております。今後、事実関係の訂正や新たな情報が得られた段階で、経緯や解釈の修正が必要になる場合がありますので、ご了承下さい。

### 【概要】

- ・ 原子炉は核分裂停止後も、核分裂によってできた放射性核種の崩壊によって、エネルギー（熱）を出しています。この熱は核種が崩壊して数が減っていくことによって、だんだんと減っていきませんが、この熱を除去して冷やす必要があります。
- ・ 今回、福島第 1 原子力発電所では、この熱を十分冷やせなくなり、燃料が高温になって損傷し、部分的に溶けてしまう状況が生じた可能性があります。
- ・ このため、現場では、原子炉圧力容器（以下、原子炉容器という）と使用済み燃料貯蔵プールに対して、必死になって燃料を冷やす努力を続けています。燃料を冷やすためには、多量の水をかけてやるのが効率的です。例えば、熱いフライパンに水をかけるとジャーといってすぐに冷えます。原子炉容器内では、この時出てきた蒸気が溜まっていくと圧力が高くなりすぎますので、ベント（排気）によって大気に放出して圧力を下げます。
- ・ 燃料が高温になると、水が燃料の金属と反応して水素が発生しますが、電源が確保できていなかったため、うまく処理できず、原子炉建屋などで水素爆発が発生したものと推定しています。
- ・ 水素爆発発生後、懸命の冷却作業が続けられてきましたが 24 日ごろからはタービン建屋の床やタービン建屋外のトレンチ（配管が通っているトンネル状の地下構造物）にたまった水の中に高い放射能が確認されるようになりました。この高い放射能は原子炉容器内の燃料に含まれる放射性物質がもれ出ているためと考えられます。
- ・ その後、発電所付近の海水中の放射能が高くなり、原子炉容器内の放射性物質を含む水が海に漏れていることが確認されました。
- ・ 今後、放射能の高い水が海に漏れ出るのを止め、建屋に溜まった水を排水した上で、設備点検を進めて順次ポンプを動かして原子炉容器と使用済み燃料プールを安定的に冷却することとされています。

### 【これまでの経緯】



- ・ 3月11日 14時46分に発生した地震により、運転中であった東京電力福島第1原子力発電所の1、2、3号機および第2原子力発電所の1、2、3、4号機の全ては地震の信号により自動的に制御棒が挿入され正常に停止しました（全機自動停止）。当然、核分裂の連鎖反応も停止し、燃料棒から出る崩壊熱の冷却に移りました。福島第1原子力発電所の4、5、6号機は定期検査で停止中でした。地震の大きさはマグニチュード9.0で、設計で想定していた地震の揺れを上回っていました。
- ・ 以下に福島第1原子力発電所と第2原子力発電所の地震後の経緯についてまとめました。

#### <福島第1原子力発電所>

- ・ 地震の影響で、外部から送られてきていた電気が止まりました（外部電源喪失）。
- ・ これに伴い、非常用ディーゼル発電機が起動し電気の供給を開始しました。すなわち、バックアップ対策が設計通りに作動しました。
- ・ しかし、その後非常用ディーゼル発電機が故障停止してしまいました（全交流電源喪失）。津波の影響で非常用ディーゼル発電機自身の冷却を行えなくなり、さらに燃料タンクが流出し、電源盤が水没したことなどが原因と思われます。設計時想定された津波の高さはおよそ5mでしたが、3月21日の東京電力と原子力・安全保安院の発表によれば、発電所周辺を襲った津波の高さは14m以上だったとされています。
- ・ 電源が失われ、冷却のための残留熱除去系が使えなくなってしまいました。
- ・ 1号機では、一次系の蒸気を非常用復水器に送る非常用復水系を用いてある時間は崩壊熱を除去しましたが、復水の補給ができないため原子炉容器内の燃料の冷却ができなくなってしまいました。2号機、3号機は一次系の蒸気を利用してタービンを回して復水貯蔵タンクを水源とする隔離時冷却系および非常用の高圧注水系が作動しましたが、次第に一次系の圧力が下がったため停止しました。
- ・ 燃料の冷却が十分できないため冷却水の温度が上がり蒸気となり、原子炉容器の中の圧力が上昇しましたので、蒸気を格納容器下部のトラス（圧力抑制プール）に放出して凝縮しました。しかし、この熱を残留熱除去系により海水に伝達できないために原子炉格納容器の中の圧力が上昇しました。
- ・ 一次系の冷却水の量が、蒸発やトラスへの放出などにより減少し、燃料上部が水面上に露出しました。冷却ができないため、燃料表面温度が上昇し、水蒸気と燃料被覆管のジルコニウムとの化学反応により水素が発生し、ベント管を通して格納容器内に拡散しました。電源が活きていれば可燃性ガス処理系により、水素除去ができましたが、電源がないため水素を除去できませんでした。
- ・ 燃料上部が水面から露出し、高温状態にさらされたため、一部の燃料は破損しました。これにより周辺から放射性のヨウ素とセシウムが検出されました。
- ・ 原子炉格納容器は厚肉の鋼鉄製ですが、それでも圧力があまりに高くなると原子炉格



納容器が破損し、大量の放射性物質が外部に放出される危険性があります。そこで原子炉格納容器の圧力を下げるために、1号機では3月12日午前中に水素を含む蒸気の一部を大気にベント（排気）しました。引き続き、3号機は12日夜に、2号機も13日午前中にベントをしました。この時、放射性物質も排気されたと推察されます。また、1号機と3号機では、放出先が何らかの理由により原子炉建屋内になり、上部に溜まった水素が爆発し、原子炉建屋が損壊しました。

- ・ 12日21時ごろから1号機の原子炉容器内に消防ポンプ車により海水を注入して温度、圧力を下げる作業が開始されました。続いて2、3号機にも同様に海水の注入が開始されました。ベントによる格納容器の圧力低下と大量の海水注入による原子炉容器の冷却が十分にできれば事故の影響低減が図られます。
- ・ その後、25日午前3:37に1号機、6:02に3号機、26日10:10に2号機において、消防ポンプ車から原子炉容器に注入していた海水を真水に切り替えました。
- ・ また、27日6:31に2号機、28日8:30に3号機、29日8:32に1号機において、真水の注入方法を消防ポンプ車から仮設電源のポンプに切り替えました。
- ・ 使用済み燃料プールも残留熱除去系を用いて熱を除去するのですが、1、2、3、4号機ではそれができなくなりました。停止中の4号機では、原子炉容器のシュラウド交換のため中にあった燃料は全て使用済み燃料プールに移送しており、発熱量が他の号機より大きい状態です。このため、4号機ではプールの水が他よりも多く蒸発して水が早く減少したと推察されます。使用済み燃料の上部が空气中に露出して高温となり、水と燃料金属との化学反応で発生した水素が燃え、15日以降これまでに2回の火災・爆発が起こり、4号機原子炉建屋が損壊し、放射性物質の周辺への放出が起きていると考えられます。
- ・ 3号機の使用済み燃料貯蔵プールでは3月17日以来、4号機では20日以来消防車やコンクリートポンプ車等により外から海水を注水することで温度を下げる作業が続いています。29日現在、1～4号機の使用済み燃料貯蔵プールの水の温度が下がっていることが確認されています。
- ・ 5、6号機は定期検査中で原子炉は運転されていませんでしたが、外部電源が喪失し、残留熱除去系による冷却は出来なくなりました。しかし、6号機の非常用ディーゼル発電機が1台使用できたので、外部電源復旧まではそれで対処し、仮設の残留熱除去系海水ポンプの活用により、原子炉容器、使用済燃料燃料プールの冷却に努め、3月20日には5、6号機とも冷温停止（一次系の温度が100度以下の安定した状態）になりました。なお、万一の水素爆発を防止するため、両号機とも原子炉建屋屋根に貫通孔をあけてあります。
- ・ 3月20日ごろから電源が発電所に引き込まれ、3月22日夜には3号機、24日午前11時半には1号機、26日午後には2号機、29日11:50に残った4号機の



中央制御室の照明が点灯し、全ての中央制御室での作業がやりやすくなりました。

- いっぽう、24日には、3号機タービン建屋の床にたまった水の中に高い濃度の放射性物質が確認されました。このため建屋内の作業員3人が被ばくし病院に搬送されました。この高い放射能は原子炉容器内の燃料に含まれる放射性物質がもれて出ているためと推定されます。
- 27日になって、タービン建屋外のトレンチ（配管が通っているトンネル状の地下構造物）に水がたまっており、その中にも高い濃度の放射性物質が確認されました。
- 東京電力は3月28日、敷地内の土壌5ヶ所でごく微量のプルトニウムを検出したと発表しました。燃料が溶けたことが考えられます。
- 22日ごろから発電所付近の海水中の放射能が高くなりつつありましたが、その後2号機の取水口付近から原子炉容器内の放射性物質を含む水が海に漏れていることが確認されました。
- 今後、放射能の高い水が海に漏れ出るのを止め、建屋に溜まった水を排水した上で、設備点検を進めて順次ポンプを動かして原子炉容器と使用済み燃料プールを安定的に冷却することとされています。

#### <福島第二原子力発電所>

- 福島第二原子力発電所は幸いにして外部電源（東北電力からの送電線）が生きていたので、原子炉格納容器内の水で燃料を冷却し、ベントの準備はしたものの実施する必要はなく、残留熱除去系のポンプ/モータの復旧ができたので、3月15日7時15分には全号機を冷温停止状態にできました。