

空間線量率モニタリングデータに基づく1号機事故進展の推定

2023年10月30日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

概要

事故進展の過程で燃料から放出された放射性物質は、格納容器ベントや格納容器からの直接漏えい、原子炉建屋の爆発等によって大気中へ放出された。これら放射性物質の放出挙動と事故進展シナリオについて、現在のところ全ての関連性が特定されているわけではない。事故時に観測された発電所敷地内外の空間線量率の推移からは、事故進展に関する情報を得ることが期待できるため、本検討ではまず1号機に着目し、放射性物質の放出に至る事故進展挙動の把握のため、空間線量率モニタリングデータの変動状況の分析を進めた。

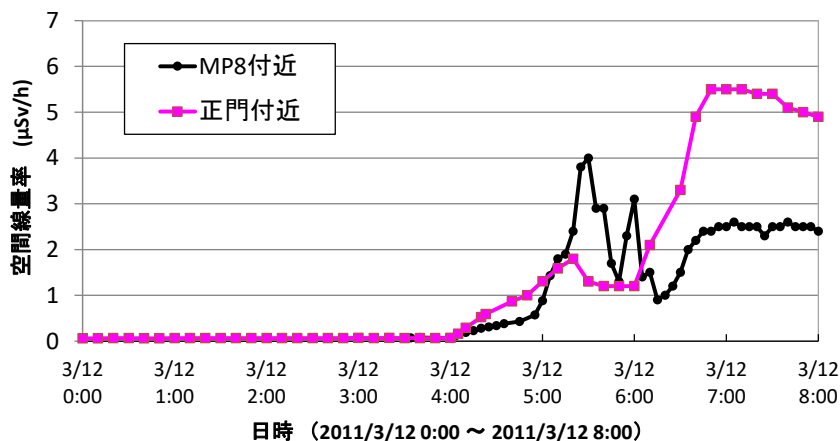


図 発電所敷地内の空間線量率モニタリングデータの例

＜分析のアプローチ＞

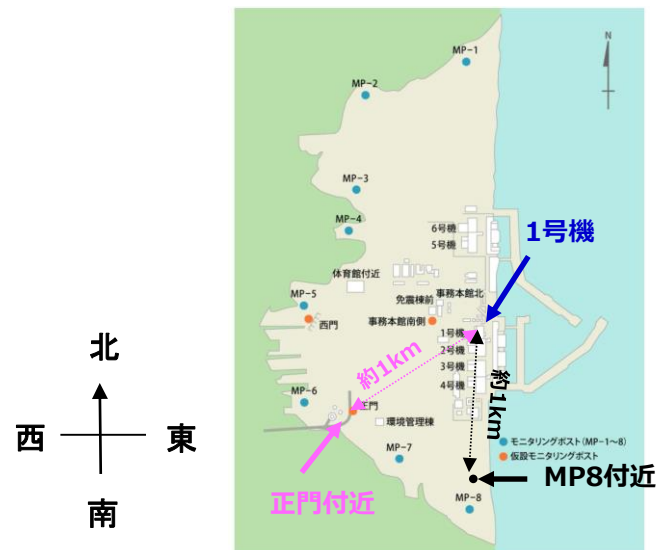
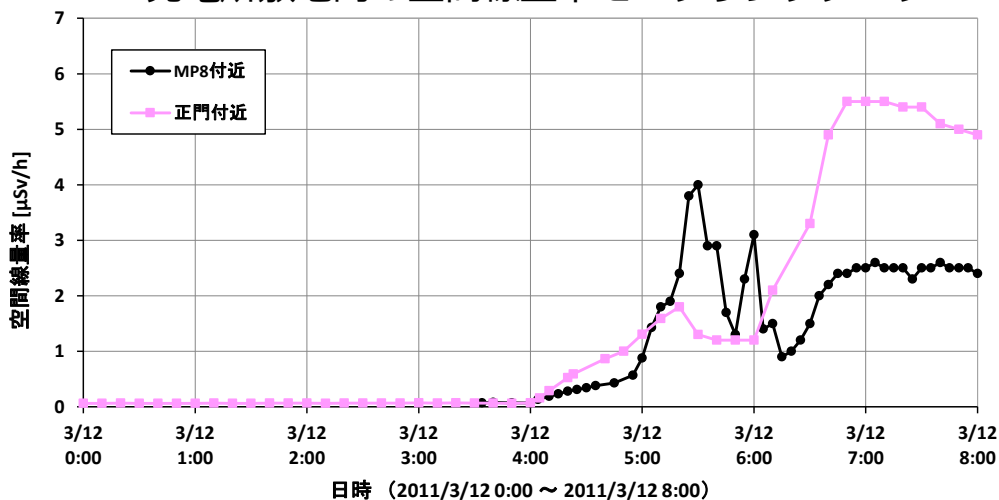
- (1) 3/12 8:00頃までの空間線量率の変動挙動および格納容器圧力の変化に着目し、放射性物質の放出挙動および事故進展シナリオを推定。
- (2) 原子炉圧力、格納容器圧力、原子炉水位等のデータに基づいた既往の事故進展シナリオ（第三回進捗報告にて報告済み）と(1)で得た事故進展シナリオを比較。

放射性物質の放出挙動から推定される事故進展と、既往の事故進展シナリオは整合

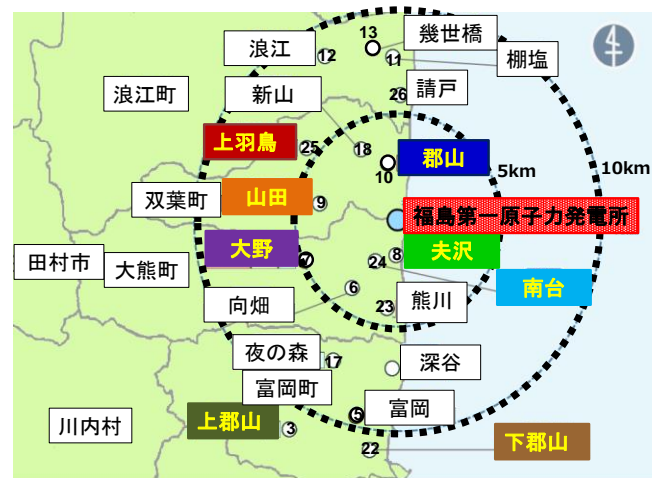
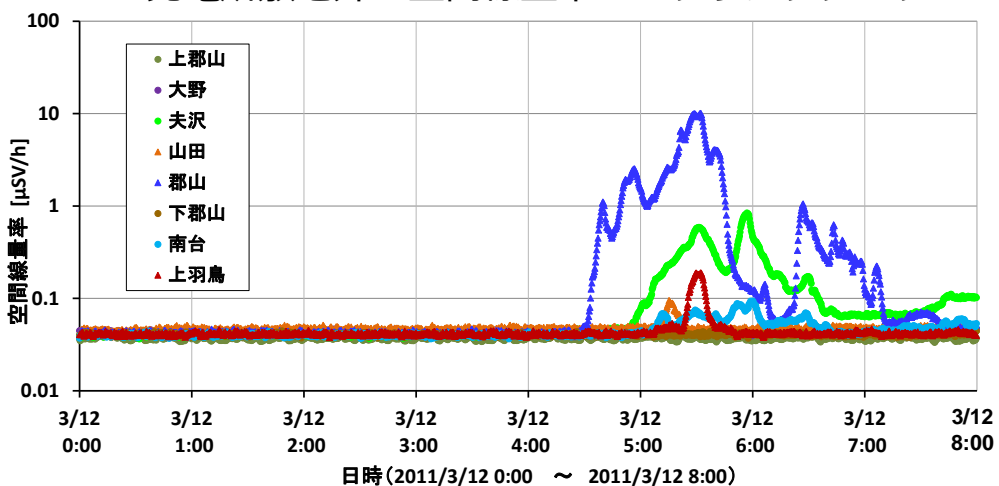
発電所敷地内外の空間線量率モニタリングデータ

3/12 8:00頃までに2・3号機の燃料は損傷に至っておらず、対象期間の空間線量率モニタリングデータは1号機の放射性物質の移行・放出挙動を捉えたものと考えられる。発電所敷地内外の空間線量率を以下に示す。

発電所敷地内の空間線量率モニタリングデータ



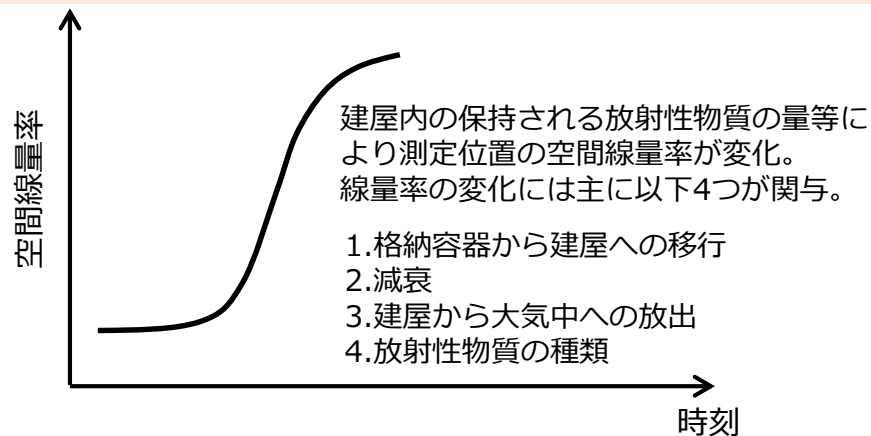
発電所敷地外の空間線量率モニタリングデータ



放射性物質の移行・放出と空間線量率の変動挙動との関係のイメージ

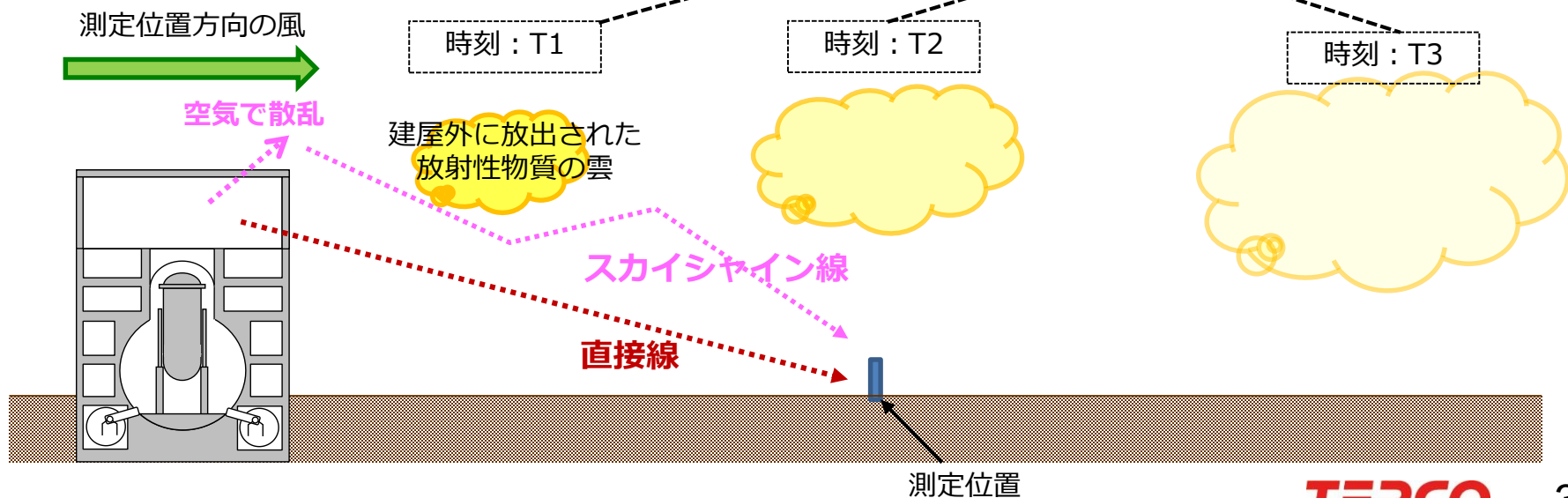
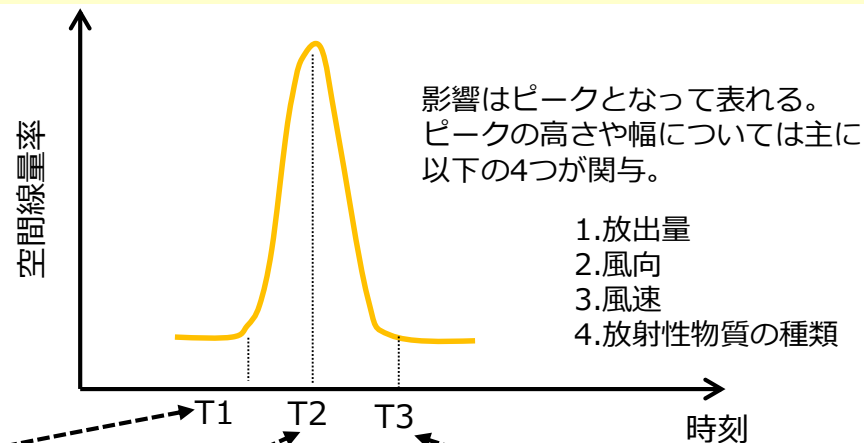
<空間線量率の変動挙動：パターンA>

建屋内に保持される放射性物質からの直接線・スカイシャイン線による影響



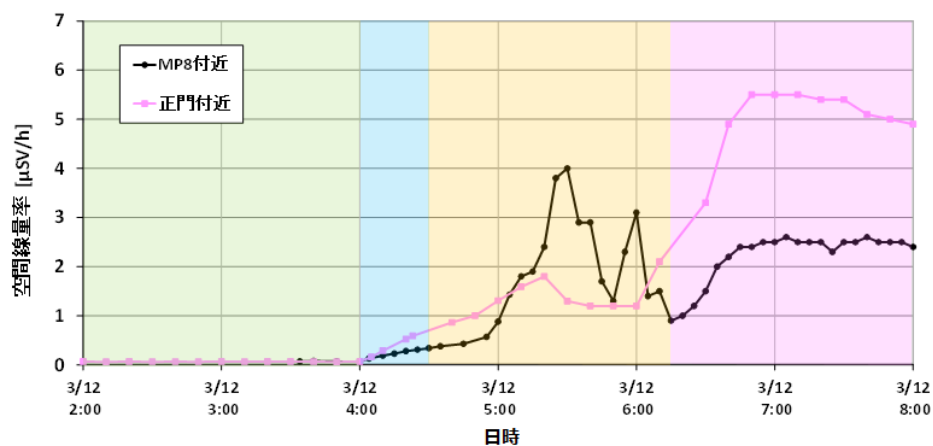
<空間線量率の挙動：パターンB>

建屋外に放出された放射性物質の雲からの放射線による影響

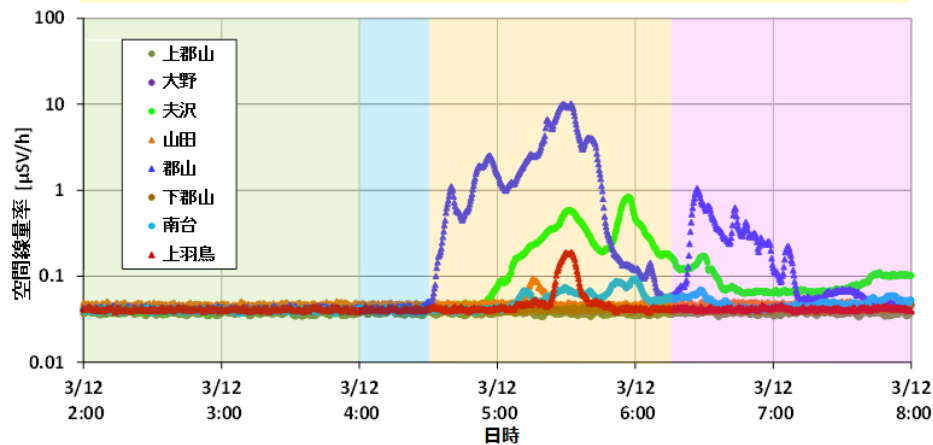


空間線量率の変動挙動に基づく 放射性物質の移行・放出挙動の推定

発電所敷地内の空間線量率モニタリングデータ



発電所敷地外の空間線量率モニタリングデータ



3/12 4:00頃まで

発電所敷地内外の空間線量率に大きな変化なし。

<推定>

原子炉建屋外で観測できるほど格納容器から原子炉建屋および環境への放射性物質の移行は顕著ではなかったと推定。

3/12 4:00頃～4:30頃まで

発電所敷地内のみ空間線量率が上昇。ピークなし。パターンA（直接線・スカイシャイン線の影響）の特徴が現れていると考える。

<推定>

原子炉建屋外で観測できるほど格納容器から原子炉建屋への放射性物質の移行があったものと推定。

3/12 4:30頃～6:00過ぎまで

発電所敷地内外でパターンB（放射性物質の雲の影響）の特徴である空間線量率のピークが現れている。この間、パターンAによる影響もある。

<推定>

原子炉建屋から環境へ放射性物質の漏えいがあったものと推定。

3/12 6:00過ぎ～8:00頃まで

発電所敷地内の空間線量率が上昇し、その後ほぼ水平に推移。パターンAの特徴が表れていると考えられる。発電所敷地外における空間線量率にはパターンBの特徴であるピークが存在。

<推定>

敷地内の空間線量率は、それ以前の時刻と比較してより高くなっていることから格納容器から原子炉建屋への放射性物質の更なる移行があったものと推定。

直接線・スカイシャイン線の評価

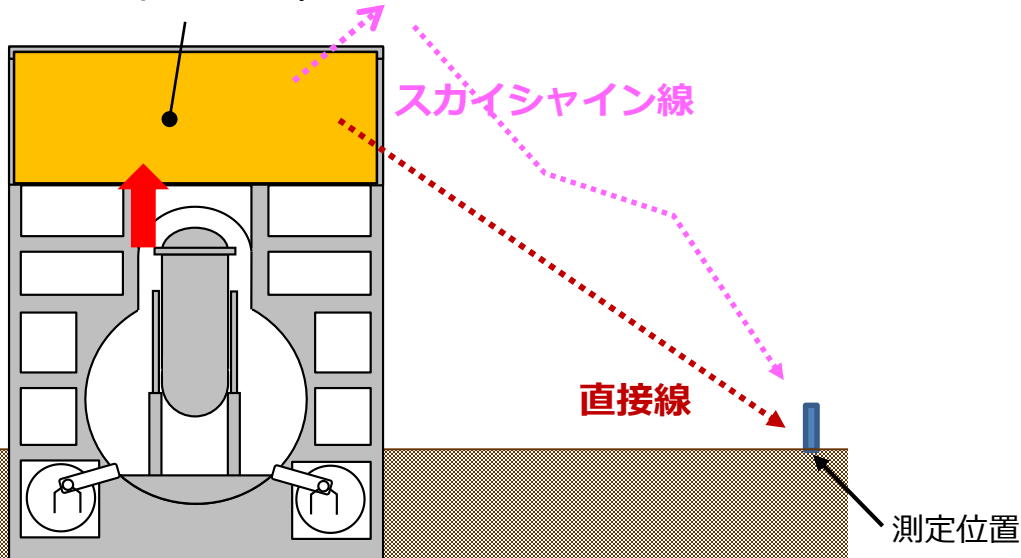
<評価方法>

オペレーションフロア（オペフロ）へ移行した放射性物質からの直接線・スカイシャイン線による線量率をMCNPコードを用いて評価。

前提条件

- 放射性物質は、格納容器から漏えいしオペフロへ移行したものと想定。
- オペフロへ移行した放射性物質は、オペフロに均一に存在すると仮定。
- オペフロより下層階は厚いコンクリート外壁のため、下層階中の放射性物質の影響は無視。
- 放射性物質の炉心全インベントリのうち、核種毎に最終的に放出する割合（想定総放出割合）を下記の通り仮定。
- 格納容器から漏えいする放射性物質は、想定総放出割合の何%かが漏れたと仮定。

オペレーション
フロア（オペフロ）



想定総放出割合^注

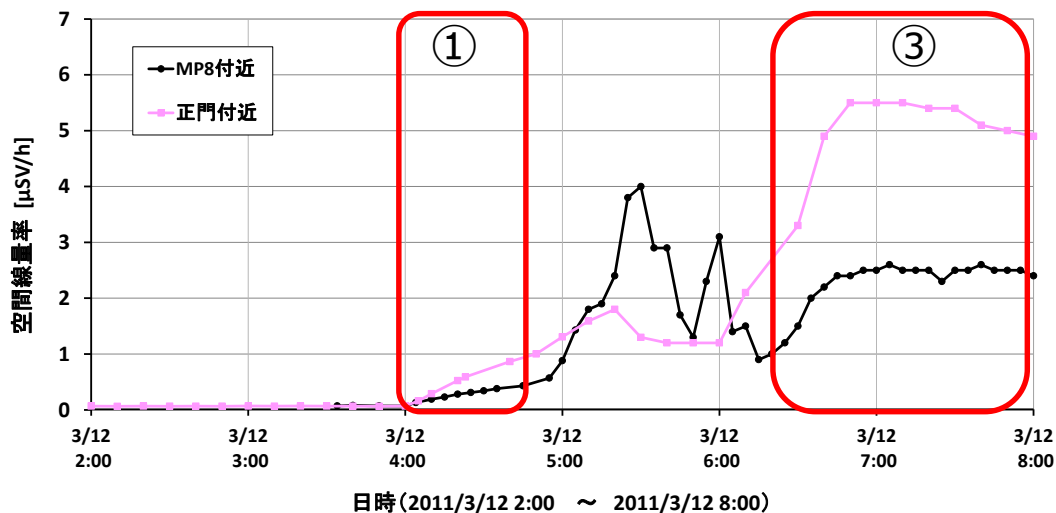
希ガス	100%
I, Cs	18%
Sb, Te	9%

注：審査ガイド*から引用した値であり、実際の放出量を表したものではない

*原子力規制委員会、「実用発電用原子炉に係る重大事故時の制御室及び緊急時対策所の居住性に係る被ばく評価に関する審査ガイド」、2013年。

直接線・スカイシャイン線の評価 <評価結果>

発電所敷地内の放射線モニタリングデータ



- オペフロ移行量について、①の期間で想定総放出量の0.3%、③の期間で2%とした場合、正門付近及びMP8付近の線量率に概ね整合する結果となった。

①の期間

: 想定総放出量の0.3%移行

時刻	実測値	計算値**
4:40		
正門付近 (μSv/h)	0.87	0.89
MP8付近 (μSv/h)	0.41*	0.37
正門/MP8の比(-)	2.1	2.4

* 2点で内挿

** 地形情報が

③評価と異なる

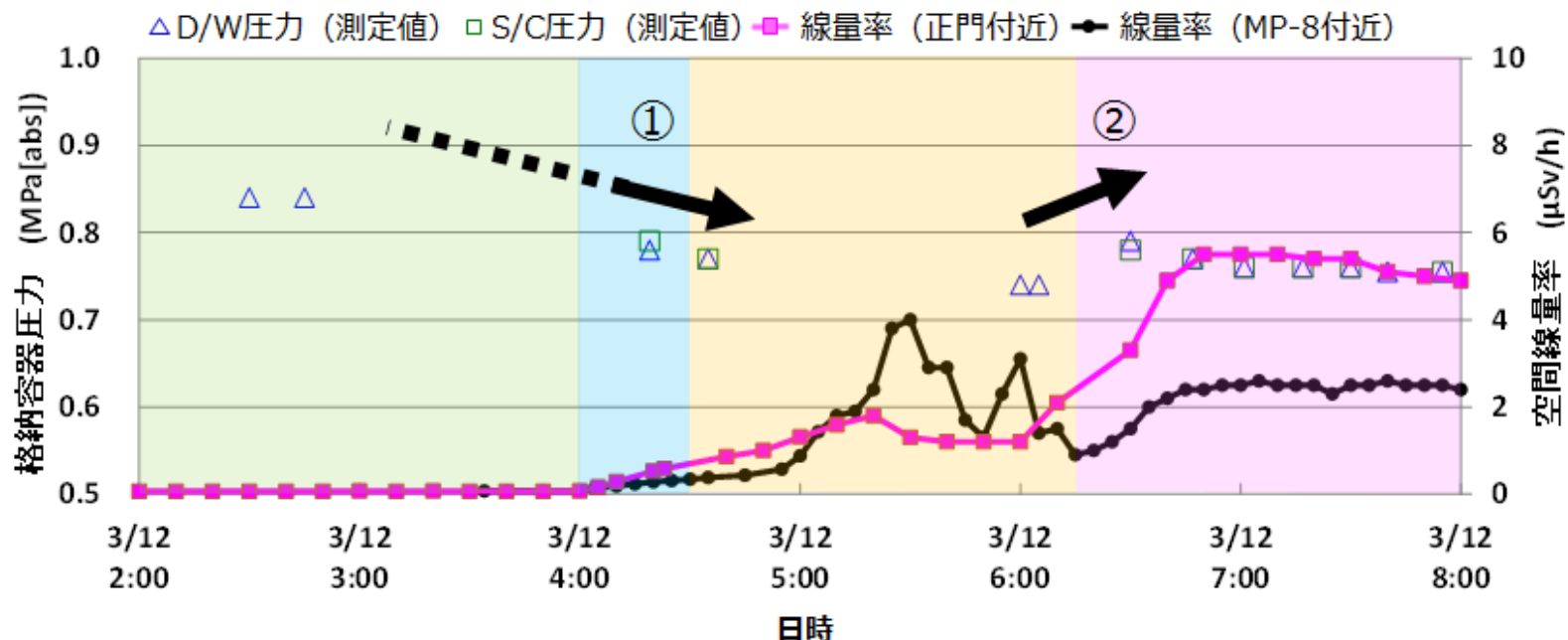
③の期間

: 想定総放出量の2%移行

時刻	実測値	計算値
7:00		
正門付近 (μSv/h)	5.5	5.6
MP8付近 (μSv/h)	2.5	2.5
正門/MP8の比(-)	2.2	2.3

1号機格納容器圧力の測定データに基づく推定

1号機格納容器圧力の測定値と発電所敷地内の空間線量率モニタリングデータとの関係



・ 格納容器圧力が変化している図中①②の時間帯はいずれも空間線量率が上昇しており、格納容器から原子炉建屋へ放射性物質が移行したものと推定。

・ 一方、格納容器圧力は4:30前に低下（図中①）し、6:00過ぎに上昇（図中②）と挙動が異なる。

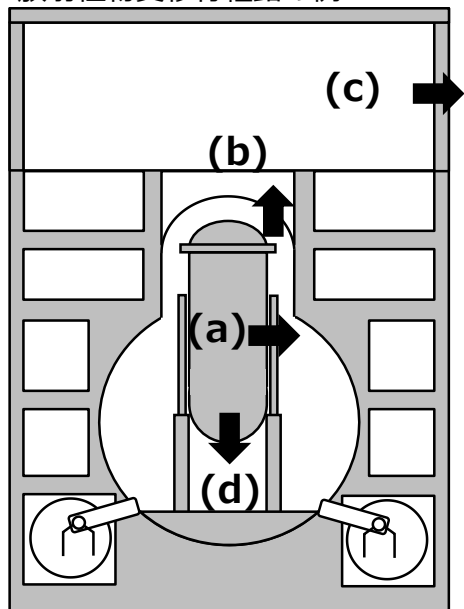
<推定>

①②の期間における格納容器圧力挙動の違いから、6:00過ぎの空間線量率の急な上昇は、単純に格納容器の漏えい面積が増大することに伴って原子炉建屋への放射性物質の移行量が増加したのではなく、格納容器圧力が上昇する何らかのイベントが発生し、放射性物質の原子炉建屋への移行量増加に寄与したものと推定。

まとめ

(既往の事故進展シナリオとの比較)

放射性物質移行経路の例



- (a) 圧力容器（接続している各種配管）
→ 格納容器
- (b) 格納容器 → 原子炉建屋
- (c) 原子炉建屋 → 環境
- (d) 圧力容器（下部ヘッド）
→ 格納容器

日時	既往の事故進展シナリオ[1]	空間線量率の変動挙動および格納容器圧力に基づく事故進展シナリオ
3/11	・燃料が溶融し、圧力容器から格納容器への放射性物質の移行が起きている。（図中(a)） ・炉心部から圧力容器（下部ヘッド）へ溶融燃料の移行が起きている。	<推定(1)> 3/12 4:00頃までは、原子炉建屋外で観測できるほど格納容器から原子炉建屋および環境への放射性物質の漏れは顕著ではなかったと推定。
3/12 4:00頃		<推定(2)> 4:00頃には、原子炉建屋外で観測できるほど格納容器から原子炉建屋への放射性物質の移行があったものと推定。（図中(b)）
4:30頃		<推定(3)> 遅くとも4:30頃には、原子炉建屋から環境へ放射性物質が漏れ出したものと推定。（図中(c)）
6:00頃	・圧力容器（下部ヘッド）損傷（図中(d)）	<推定(4)> 6:00頃に格納容器圧力を上昇させる何らかのイベントが発生し、放射性物質の原子炉建屋への移行量増加に寄与したものと推定。（図中(d)）

[1]東京電力“福島第一原子力発電所1～3号機の炉心・格納容器の状態の推定と未解明問題に関する検討 第4回進捗報告”、2015/12

- ・既往の事故進展シナリオにおける「3/11の段階で放射性物質が格納容器へ移行している」という推定は、本検討における推定(1) (2) と矛盾しない。
- ・既往の事故進展シナリオにおける「6:00頃に圧力容器（下部ヘッド）損傷」という推定は、本検討における推定(4)と整合する。

➔空間線量率の変動挙動から推定した事故進展シナリオは既往の事故進展シナリオと整合