

福島第一原発 2 号機から流出した高濃度の放射性物質を含む汚染水について

平成 23 年 4 月 25 日

原子力安全・保安院

福島第一原子力発電所 2 号機から流出した、高濃度の放射性物質を含む汚染水（以下「汚染水」）の海洋への流出量に関し、4 月 21 日に東京電力（株）が原子力安全・保安院に提出した報告に対する当院の評価は以下の通り。

1. 流出量の推定

① 流出期間

東京電力（株）は、2 号機取水口付近の立坑から海に流出する汚染水を、4 月 2 日午前 9 時 30 分頃に発見し、4 月 6 日午前 5 時 38 分頃に流出が停止したとした上で、流出した汚染水の総量の算定にあたっては、流出期間を 4 月 1 日から 6 日までとして計算している。

4 月 1 日には、2 号機スクリーンの近傍海面付近の空間線量は、その周辺のバックグラウンドレベルと変わらない 1.5mSv/h であることが観測されている。一方、4 月 2 日に汚染水の流出が発見された直後には、ほぼ同様の場所である 2 号機スクリーンの床上（海面より約 4m）で 20mSv/h の空間線量が観測されている。

このことから考えると、4 月 1 日は、汚染水が流出していた可能性は低く、4 月 1 日から 4 月 6 日までの間流出が続いたとする仮定は十分保守的と評価することができる。

② 流出率

東京電力（株）は、流出状況の写真等から、

流出水の落下距離	75cm
着水面・到達距離	65cm
流出口径	3cm

と見積もった上で、一般的な力学計算式を適用することにより、流出率を約 $4.3\text{m}^3/\text{h}$ と計算している。

③ 放射性物質濃度

流出していた汚染水の濃度については、実測値であるヨウ素 131 $5.4 \times 10^6 \text{Bq/cm}^3$ 、セシウム 134 $1.8 \times 10^6 \text{Bq/cm}^3$ 、セシウム 137 $1.8 \times 10^6 \text{Bq/cm}^3$ を用いている。

④ 流出した汚染水に含まれる放射性物質の推定総量

以上の①、②、③を掛け合わせるにより、流出した放射性物質の総量を、 $4.7 \times 10^{15} \text{Bq}$ とするとの東京電力（株）の推定は妥当であると判断できる。

2. 環境への影響等の評価

(1) 放出された放射性物質の量について

海洋に放出されたと推定される放射性物質の総量は 4.7×10^{15} Bq であり、この量は、4月4日から10日までの間に、低濃度の放射性排水として海洋に放出された放射性物質 1.5×10^{11} Bq の約3万倍にあたる。

(2) 海洋等への影響

以下に示すとおり、これまで文部科学省や東京電力(株)が行った海水のモニタリング結果は、汚染水の流出によって、海水中に含まれる放射性物質の濃度が一時的に上昇し、その後、減少していることを示している。

また、これまでのモニタリングからは、地下水を含め、今回流出が確認された場所とは別に、高濃度の汚染水が流出しているとの兆候を示す結果は得られていない。

海水中に放出された放射性物質について、原子力安全委員会は、潮流に流され拡散していくとの見解を示し、文部科学省も、海洋への放射性物質の拡散シミュレーションの結果を踏まえ、発電所付近に滞留している放射性物質を含む海水は、福島沖での複雑な海流とともに沖に向かって拡散するとの考察を行っている。今回得られた結果は、東京電力(株)が講じた流出抑制対策の効果とともに、これらの見解・考察のとおり、潮流による放射性物質の拡散が、海水中の放射性物質の濃度の低減に寄与したことを示していると考えられる。

① 放水口付近

東京電力(株)が、汚染水が流出したとしている4月1日以降、福島第一原子力発電所5、6号放水口及び南放水口付近の放射能濃度に有意な上昇が確認^{注1}されているが、その後、次第に減少する傾向にある。

現在では、種々の流出抑制対策の効果もあって、ヨウ素 131 で周辺監視区域外の水中の濃度限度の1.6～2.2倍、同じくセシウム 137 で1.2～1.8倍の濃度にまで減少しているが、引き続きモニタリングを通じて、今後の推移を注意深く見守る必要がある。

注1：ヨウ素 131 で最大 120 Bq/cm^3 (周辺監視区域外の水中の濃度限度の約3,000倍(4月1日))、セシウム 137 で最大 68 Bq/cm^3 (約760倍(4月7日))を確認(いずれも5、6号放水口付近で観測。)

② 施設近くの沿岸及び敷地から15km 沖合

岩沢海岸で採水された海水は、4月5日に有意な上昇が確認^{注2}されているが、4月22日の観測では、ヨウ素 131、セシウム 137 のいずれも、周辺監視区域外の水中の濃度限度とほぼ同じ程度まで減少している。

なお、敷地から 15km 沖合では、荒天のため、影響の評価に必要なモニタリングデータが得られていない。

注 2 : ヨウ素 131 で最大で 3.7Bq/cm³(周辺監視区域外の水中の濃度限度の約 93 倍)、セシウム 137 で最大 1.4Bq/cm³(同約 16 倍)。

③ 敷地から 30km 沖合

文部科学省が実施している 30km 沖合での海水の放射能濃度については、4 月 15 日に汚染水の流出による影響と思われる上昇が表層の海水で確認^{注3}されているが、その影響は下層ではほとんど確認されていない。

その後、表層の海水の放射能濃度については、4 月 19 日に採取された観測点【6】及び【8】^{注4}を除く観測点の海水で、ヨウ素 131、セシウム 137 とともに不検出となったほか、21 日に採取された観測点全てでヨウ素 131、セシウム 137 とともに不検出となっている。

注 3 : 観測点【4】にて、ヨウ素 131 で最大 161Bq/L(周辺監視区域外の水中の濃度限度の約 4 倍)、セシウム 137 で最大 181 Bq/L(同約 2 倍)。

注 4 : 観測点【6】では、ヨウ素 131 で 18.8Bq/L(周辺監視区域外の水中の濃度限度の約 2 分の 1)、セシウム 137 で 31.6Bq/L(同約 3 分の 1)。また、観測点【8】では、セシウム 137 で 15.2Bq/L(同約 6 分の 1)、ヨウ素 131 は検出されていない。

④ 敷地内あるいは敷地近傍で採取した地下水

東京電力(株)が実施しているタービン建屋付近のサブドレン(施設内で集水・管理された地下水)の放射能濃度をみると、高濃度汚染水の流出の兆候は見られないが、4 月 13 日以降、1 号機及び 2 号機で比較的高い値^{注5}で推移しており、引き続き監視が必要である。他方、西門郊外の深井戸の水に汚染水の影響は及んでいない。

注 5 : ヨウ素 131 で最大 610 Bq/cm³(4 月 13 日に 2 号機サブドレンで観測)、セシウム 137 で最大 91Bq /cm³(4 月 20 日に 1 号機サブドレンで観測)。

3. 今後の対応

(1) 流出抑制対策の強化

東京電力(株)では、2 号機からの汚染水の流出を確認して以降、①2 号機スクリーンに鉄板やシルトフェンスを設置、②1～4 号機スクリーン室前面にゼオライト(放射性物質吸着剤)を入れた土のうを投入するなど、放射性物質の沖合への流出を抑制する措置を講じてきた。

今後、東京電力(株)は、これらの措置に加え、タービン建屋等に滞留している放射性物質に汚染された水の外部への流出を防止するため、滞留水の保管・処理を着実に進めるとともに、地質や地下水に関する調査等を進め地下水の汚染防

止のための措置を検討するとしており、当院としても、その具体化にあたって必要な確認を行うとともに、必要があれば、さらなる流出抑制対策について東京電力(株)に対し指示を行っていく。

(2) モニタリングの強化

先般の低濃度の放射性排水の海洋への放出を受けた保安院の指示等に対応して、これまで東京電力(株)では、測定点を順次追加するなどの措置を講じてきたところであるが、今般の事象を踏まえ、さらなる測定点の追加や海底土の採取などにより、一層のモニタリングの強化を図ることとしている。

政府においても、「『環境モニタリング強化計画』について」(平成 23 年 4 月 22 日 原子力災害対策本部)に基づき、沿岸域の測定点を増やすとともに、海流予測を活用した放射性物質の拡散予測を継続的に実施するなど、関係府省が連携して、放射性物質による環境への影響の評価に取り組み、その結果を速やかに公表する。

(3) 高濃度汚染水の処理

福島第一原子力発電所1～3号機のタービン建屋地下階には7万トン弱の放射線量の高い汚染水が滞留している。平成 23 年 4 月 17 日に東京電力から公表されたロードマップにおいては、この放射線レベルの高い汚染水を敷地外に流出しないよう、十分な保管場所を確保するとともに、水処理施設を設置し、汚染水を除染、塩分処理し、タンクに保管するとしている。

当院としても、漏洩箇所が無いことについて現地で確認を行うなど、信頼性の高い汚染水の処理システムが構築されるよう、引き続き確認等を行っていく。

(参考) 関係機関によるモニタリング結果やシミュレーション結果に基づく評価

海水のモニタリング結果や、その結果を基にした海域における放射能濃度のシミュレーションの結果によれば、福島第一原子力発電所から放出された放射性物質は、海流によって次第に拡散し、その濃度も低下するとの評価がなされている。

1. 原子力安全委員会における評価結果 (4月21日)

「海水については、海水中に放出された放射性物質は、潮流に流されて拡散していくことから、実際に魚、海藻等の海洋生物に取りこまれるまでには、薄まると考えられます。」

2. 海域における放射能濃度のシミュレーションについて (4月11日 文部科学省)

福島沖の海流場は、複雑でゆっくりとした流れとなっている。

この複雑な流れとともに、福島第一原子力発電所から排出される水は、沖に向かって拡散する。4月12日以降の排出が停止している場合、5月には、海表面において、ヨウ素131で40Bq/L、セシウム137で90Bq/Lを超える海面はなくなると予想される。

特に、福島第一原子力発電所の沖合では、徐々に拡散しながら沖へ移動するため、同発電所30km沖合海域における放射能濃度は、同月4日～7日より4月9日～11日の方が高くなると予測される。(4月9日に行った文部科学省の海域モニタリングでは、その傾向が見られた。)

3. 海域における放射能濃度のシミュレーションについて (第二報)

(4月16日 文部科学省)

福島沖を含む南東北沖の海流場は、日本海流(黒潮)と対馬海流分岐流(津軽暖流)、千島海流(親潮)が邂逅し、複雑でゆっくりとした流れとなっている。

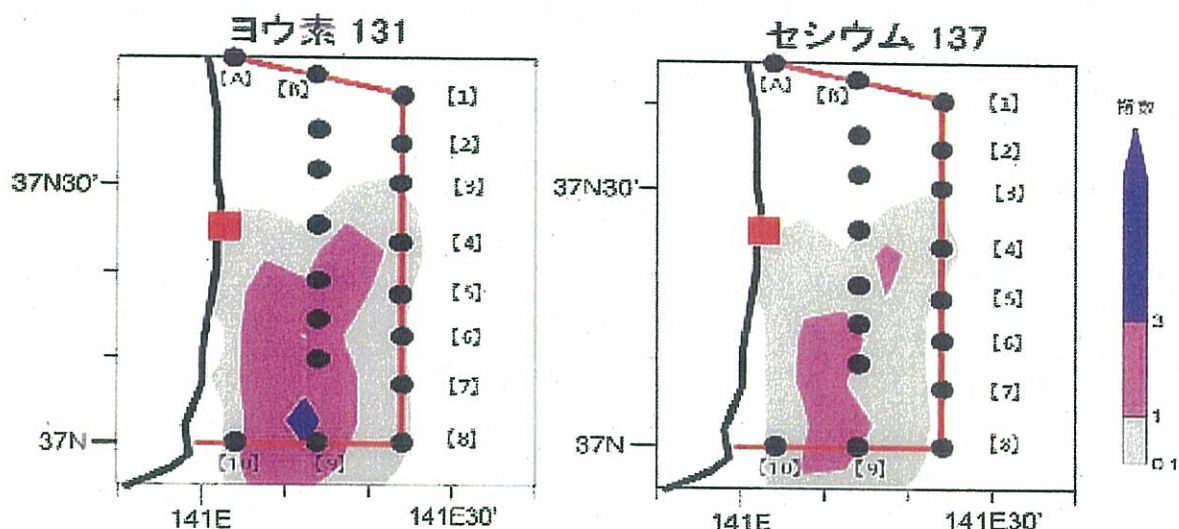
この複雑な流れとともに、発電所付近に滞留している放射性物質を含む水は沖に向かって拡散する。

特に、4月中旬における福島第一原子力発電所の沖合では、放射性物質を含む水は徐々に拡散するものの、極めてゆっくりと、やや南よりで沖へ移動するものと予測される。具体的には、同発電所30km沖合海域付近における放射性物質を含む水は、4月14日～20日の間、薄まりながら分布域をやや南よりで沖へ広げていくとの計算結果になっている。(4月15日に行った東京電力(株)と文部科学省の海域モニタリングの計測実績ではその傾向が見られた)。

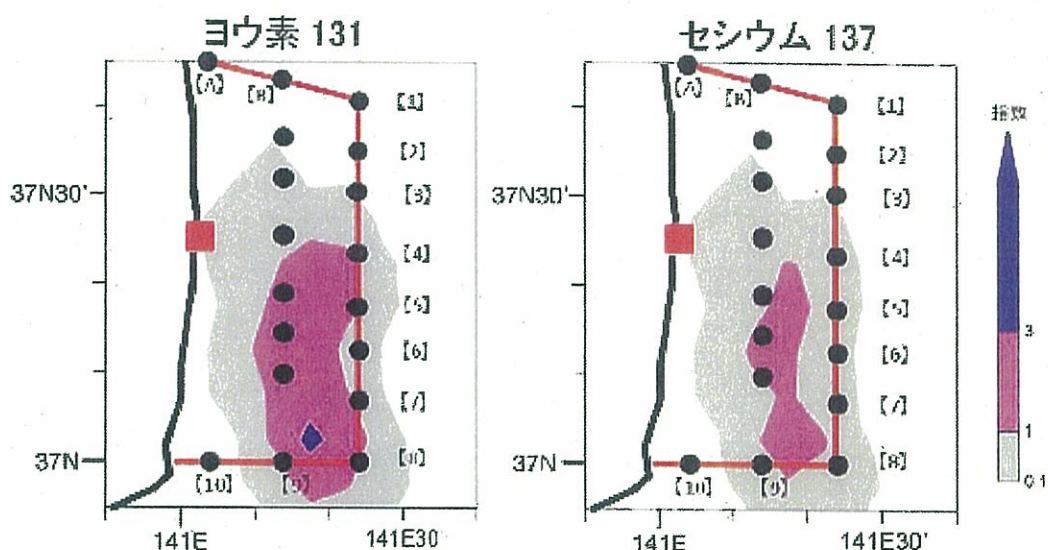
なお、想定シナリオでは、ヨウ素131が40Bq/L(原子力施設の排水の濃度限度)を下回るのが4月21日頃、セシウム137が90Bq/L(同)を下回るのが4月17日頃と計算されている。

独立行政法人海洋研究開発機構による濃度分布シミュレーション
(文部科学省プレス資料 (4月16日))

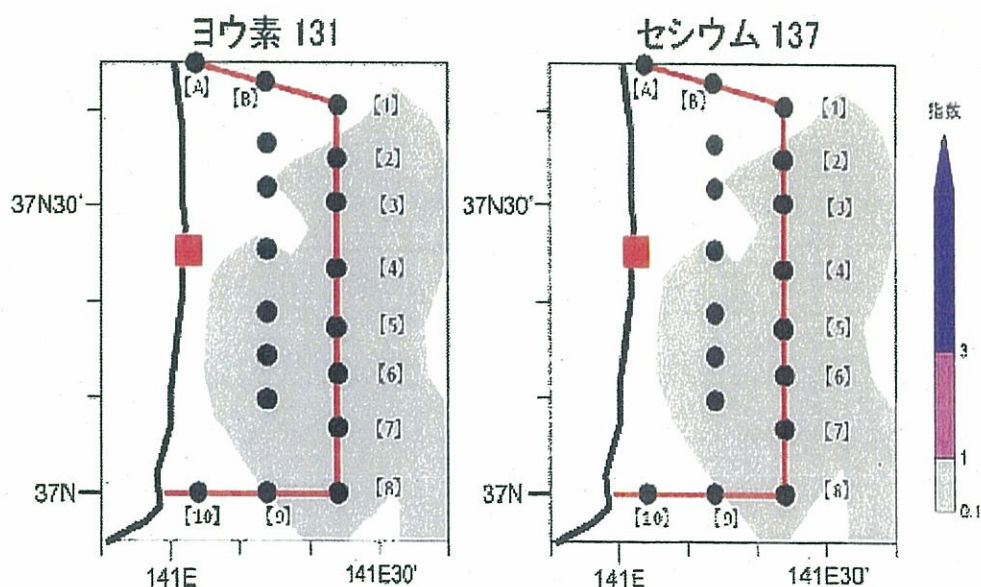
4月14日



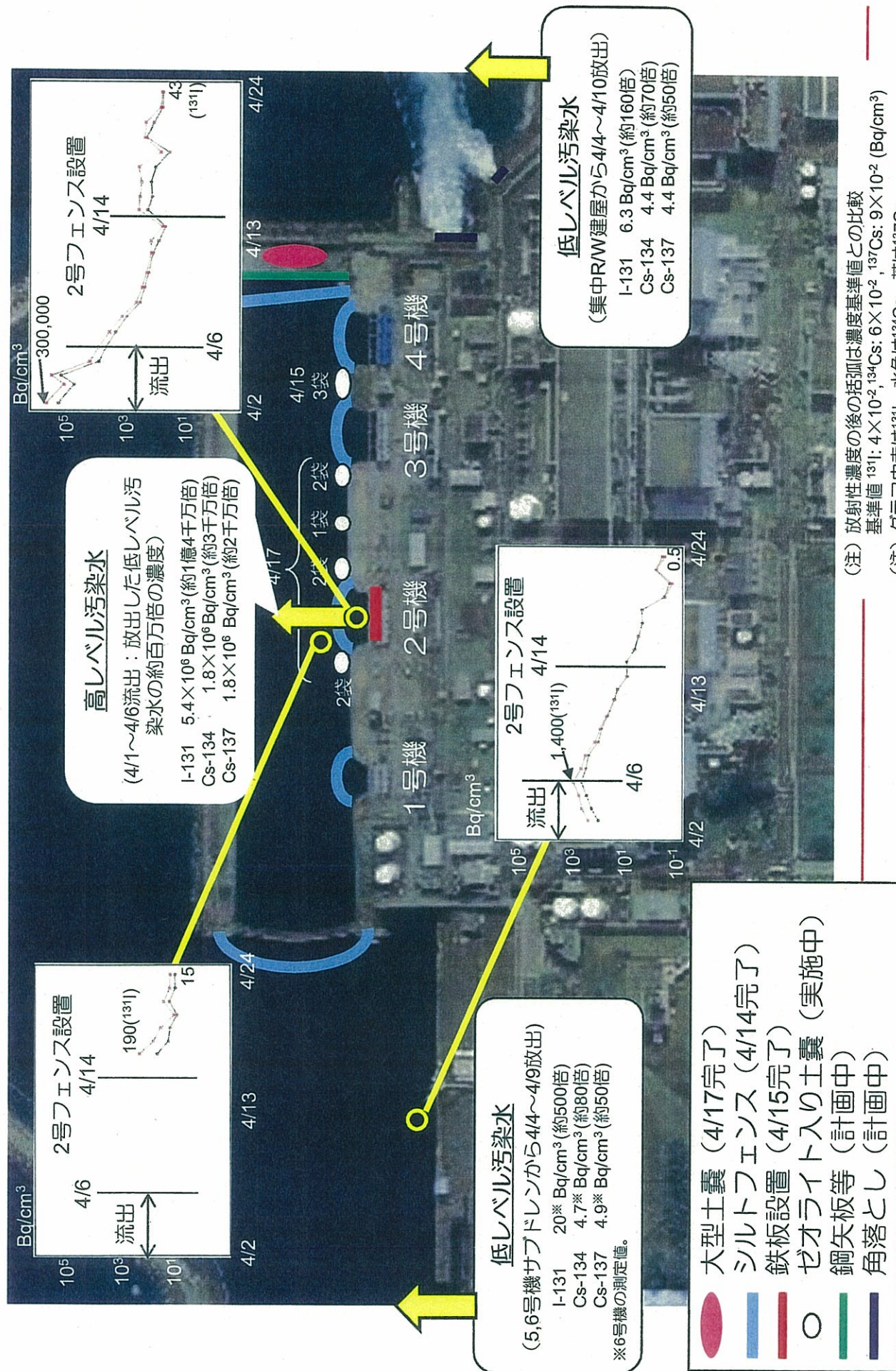
4月16日



4月20日



放射性物質を含む液体の拡散防止対策





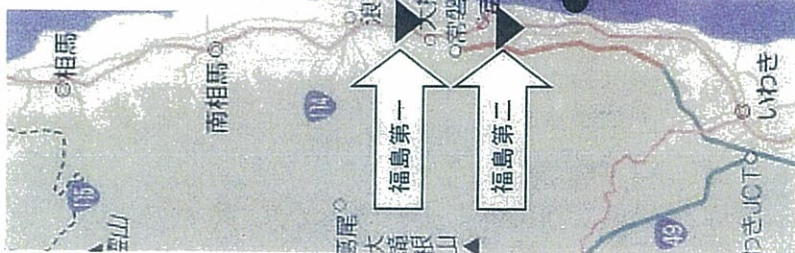
沖合 15 km、30 km 調査位置図

4 月 5 日時点の海水サンプリングポイント (15 ポイント)

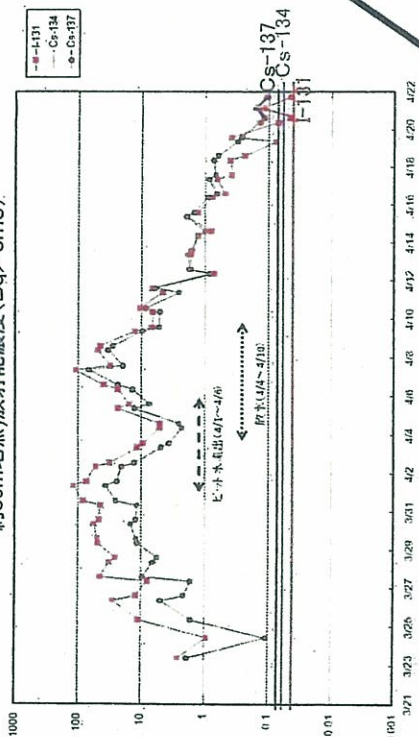
(その後、サンプリングポイントは順次追加され、東京電力(株)、文部科学省分を合わせて、現在は 28 ポイント)

東京電力(株)による施設近くの沿岸及び15km沖合の海水の放射能濃度分析結果

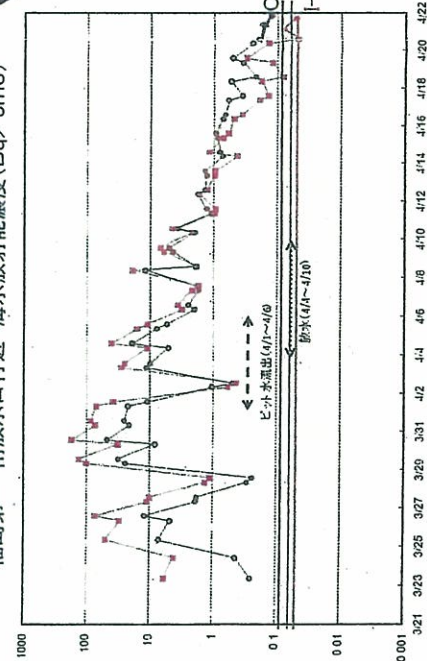
サンプリングポイント



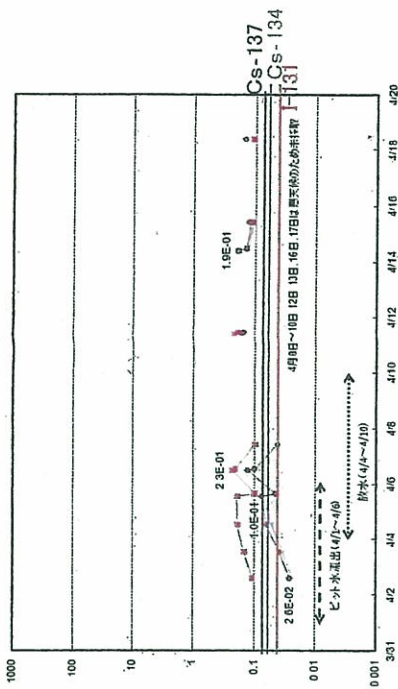
福島第一 5.6放水口北側(5.6u放水口から北側に約30m地点)放射能濃度(Bq/cm³)



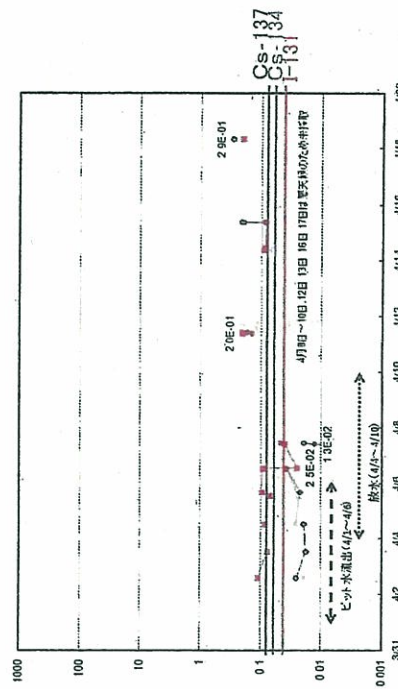
福島第一 南放水口付近 海水放射能濃度(Bq/cm³)



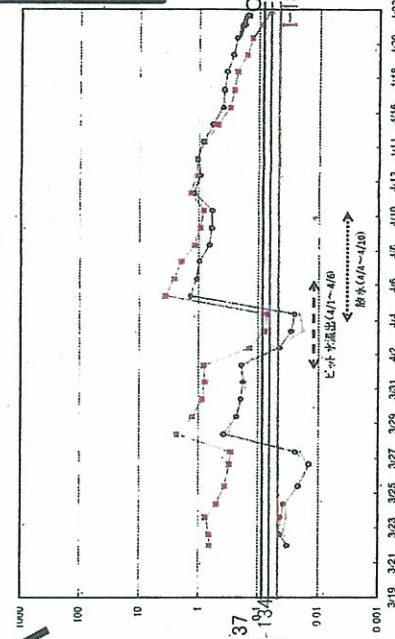
福島第一 敷地沖合約15km付近 海水放射能濃度(Bq/cm³)



福島第二 敷地沖合約15km付近 海水放射能濃度(Bq/cm³)



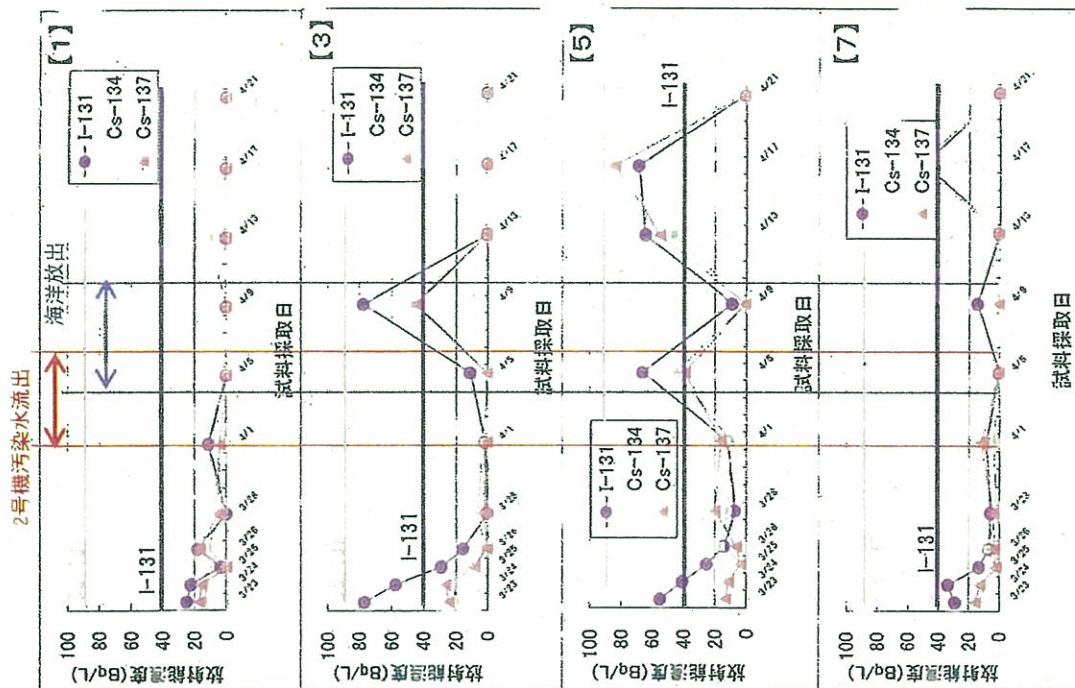
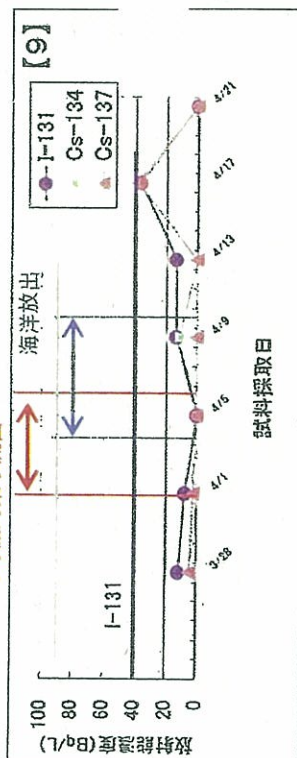
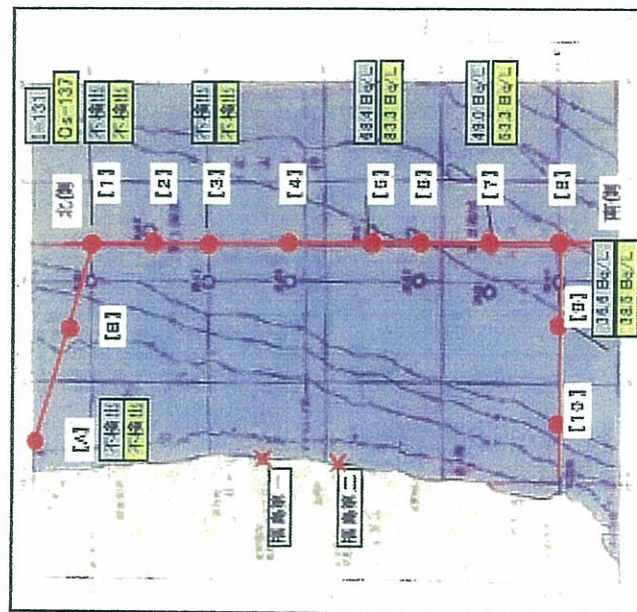
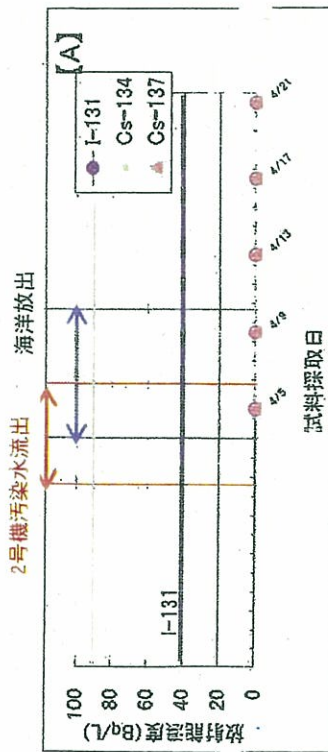
福島第二 岩沢海岸付近 海水放射能濃度(Bq/cm³)



周辺監視区以外の
水中の濃度限度
(Bq/cm³)
I-131: 4.0×10^{-2}
Cs-134: 6.0×10^{-2}
Cs-137: 9.0×10^{-2}

← - - - - -
ピット水流出(4/1~4/6)
← ····· ·····
放水(4/4~4/10)

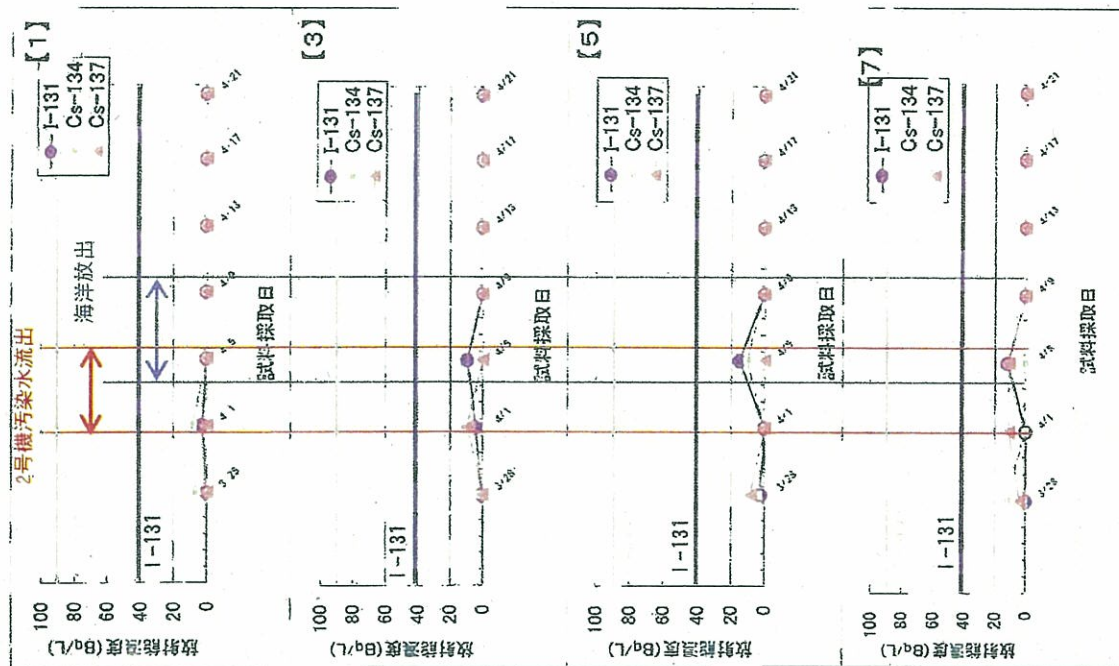
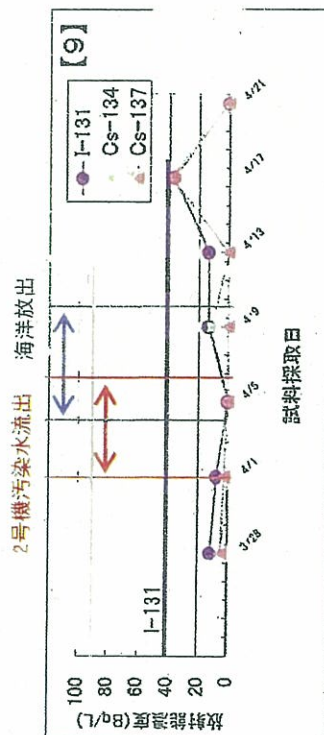
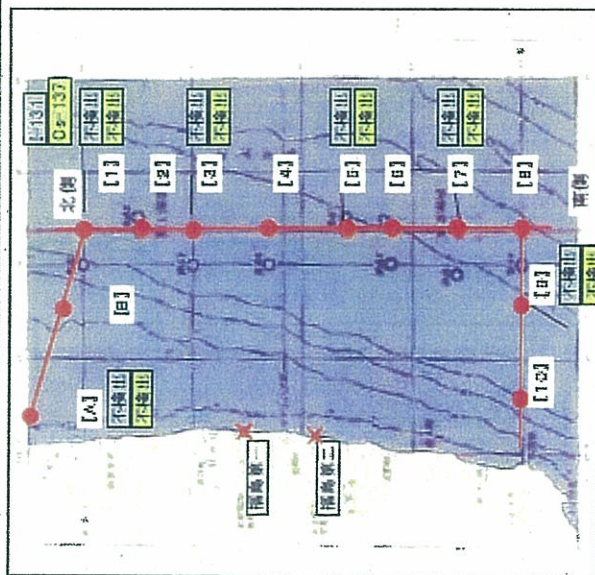
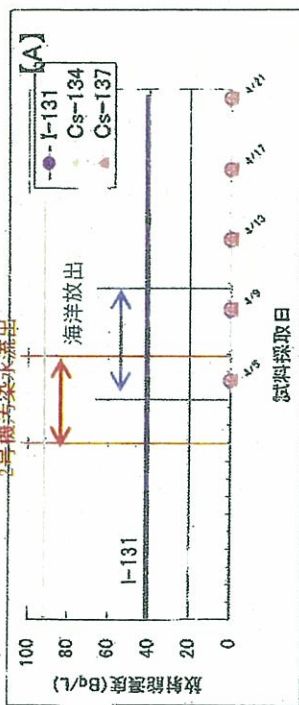
福島第一原子力発電所周辺の海域モニタリング(30km沖合) 海水中(表層)の放射能濃度の測定結果(4月21日採水 文部科学省)



周辺監視区域外の水
中の濃度限度: Bq/L
I-131: 40
Cs-137: 90

※ 測定結果が不検出であった場合を0Bq/Lとして表示した。

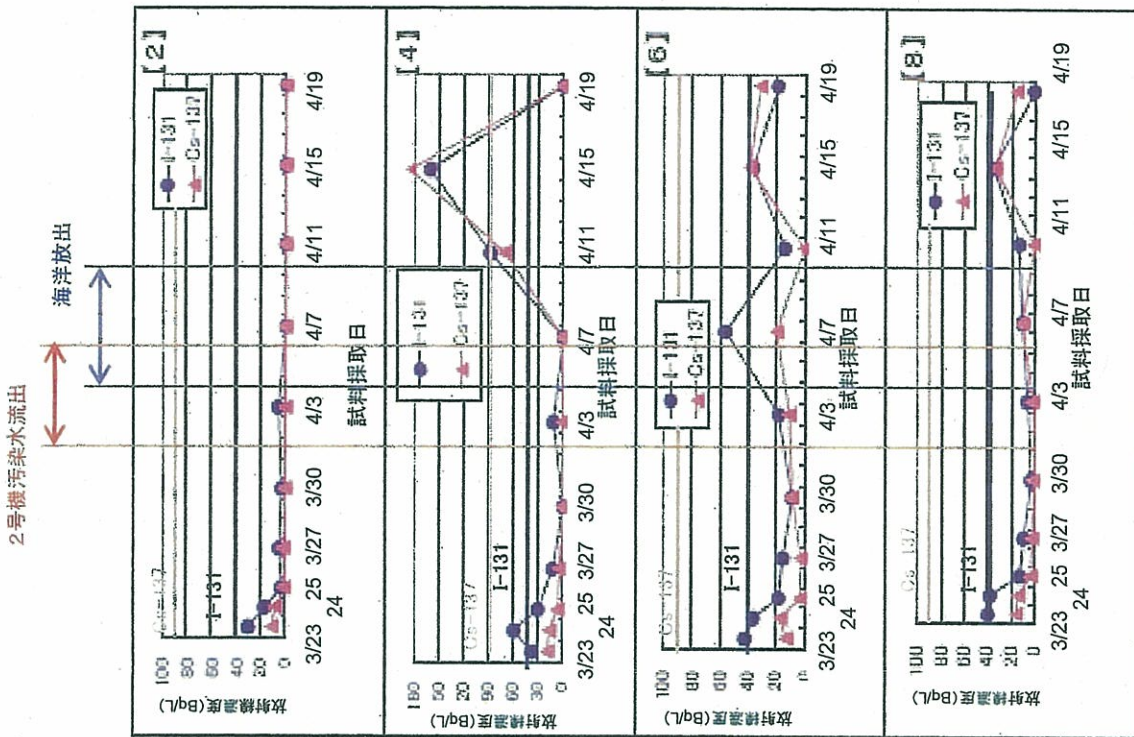
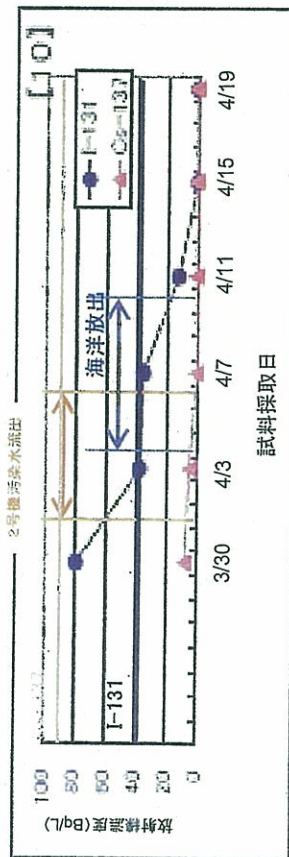
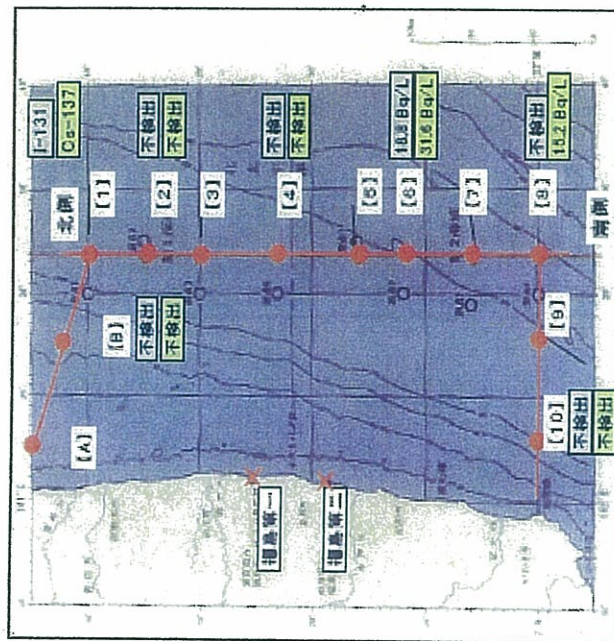
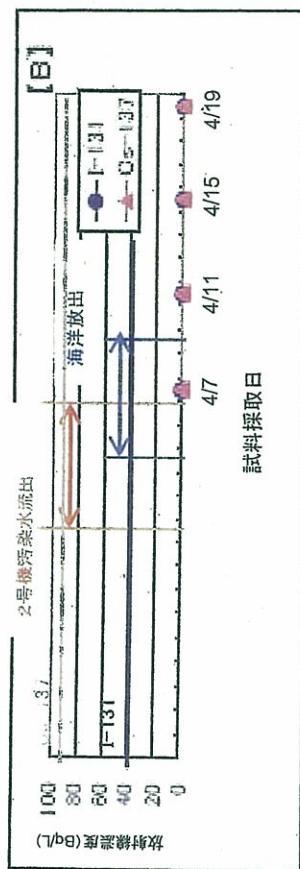
福島第一原子力発電所周辺の海域モニタリング(30km沖合) 海水中(下層)の放射能濃度の測定結果(4月21日採水 文部科学省)



周辺監視区域外の水
中の濃度限度: Bq/L
I-131: 40
Cs-137: 90

※ 測定結果が不検出であった場合を0Bq/Lとして表示した。

福島第一原子力発電所周辺の海域モニタリング(30km沖合) 海水中(表層)の放射能濃度の測定結果(4月19日採水 文部科学省)

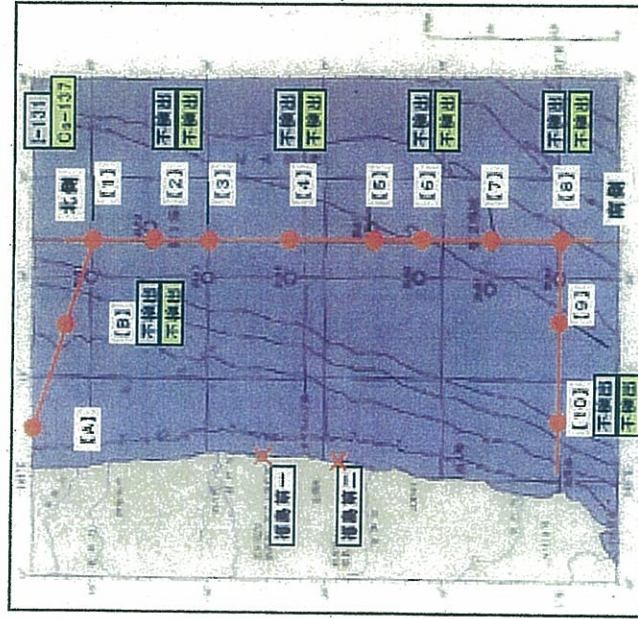


周辺監視区域外の水
中の濃度限度:Bq/L
I-131:40
Cs-137:90

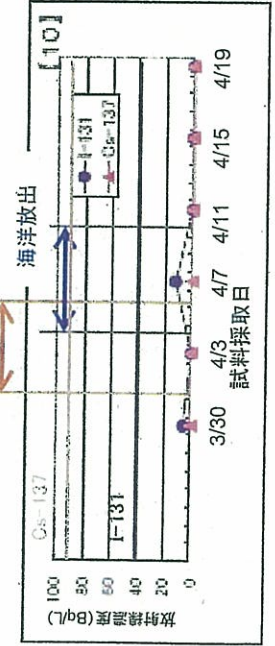
※ 測定結果が不検出であった場合を0Bq/Lとして表示した。

福島第一原子力発電所周辺の海域モニタリング(30km沖合) 海水中(下層)の放射能濃度の測定結果(4月19日採水 文部科学省)

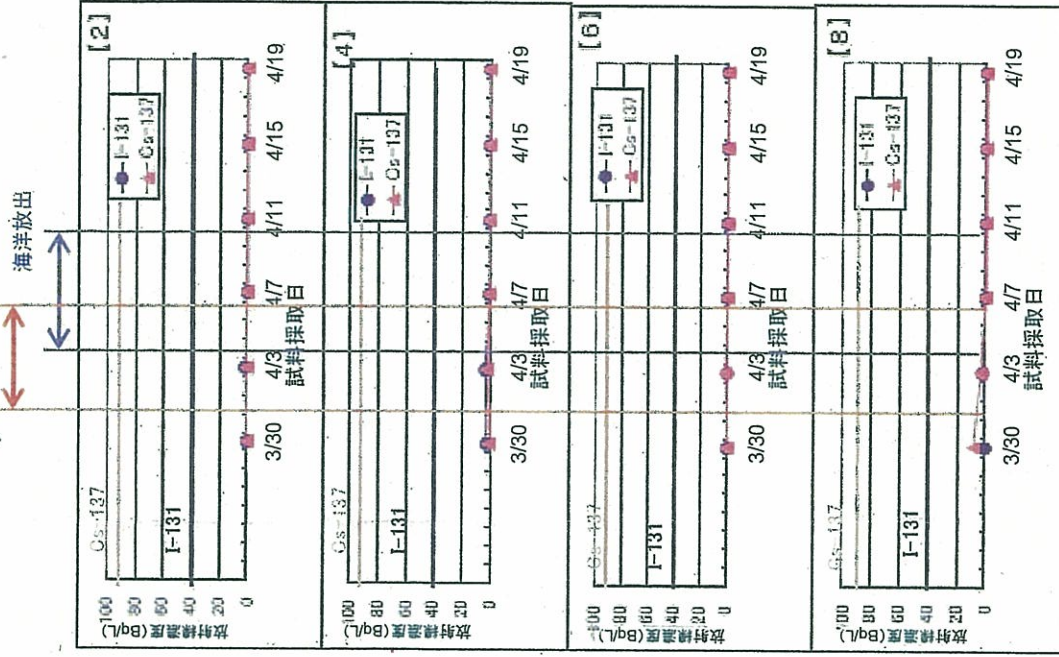
2号機汚染水流出



2号機汚染水流出



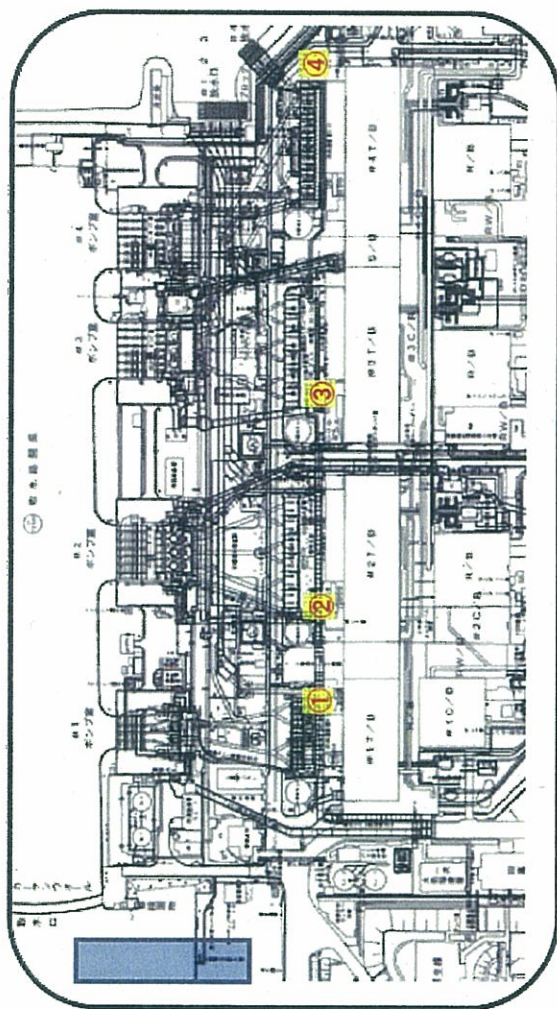
2号機汚染水流出



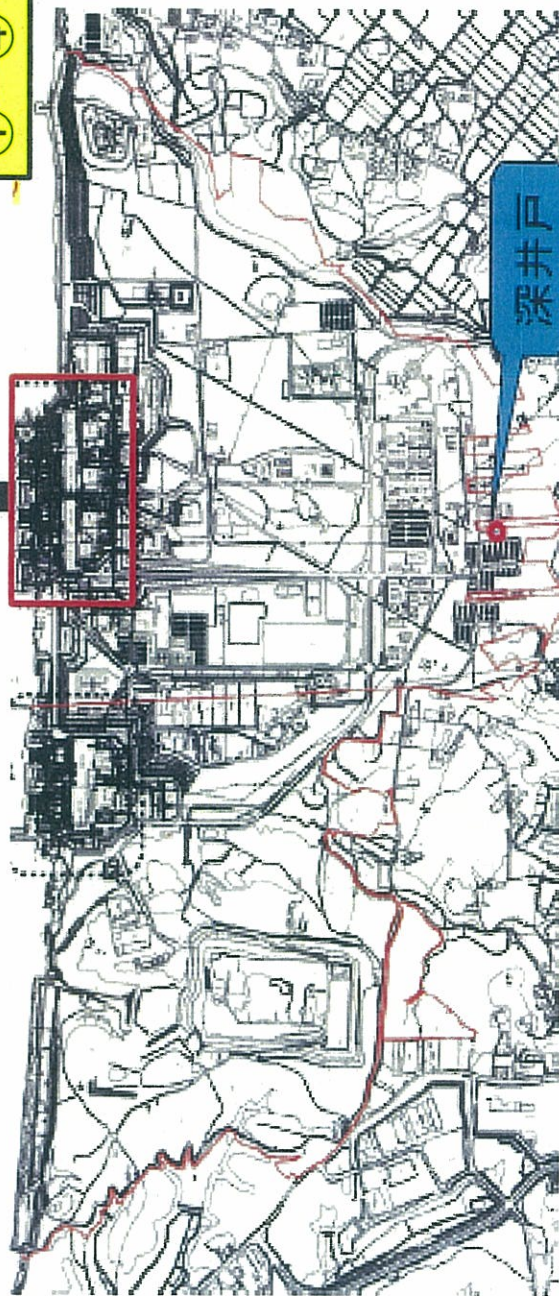
周辺監視区域外の水
中の濃度限度: Bq/L
I-131: 40
Cs-137: 90

※ 測定結果が不検出であった場合を0Bq/Lとして表示した。

福島第一原子力発電所1-4号機サブドレン及び深井戸の位置について

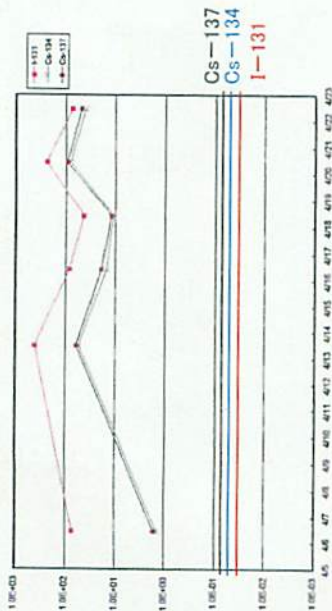


①-④サブドレン

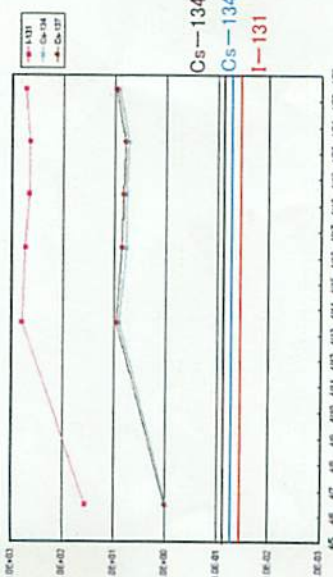


福島第一原子力発電所1-4号機サブドレン及び深井戸の放射能濃度測定結果

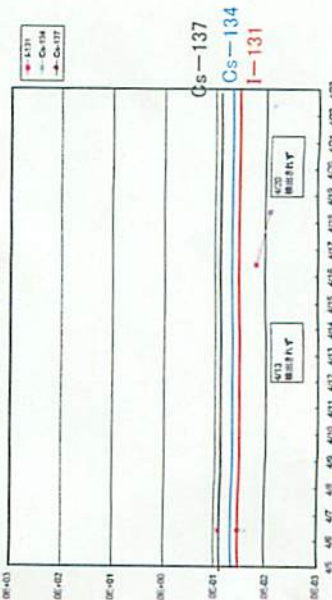
1号機サブドレン放射能濃度 (Bq/cm³)



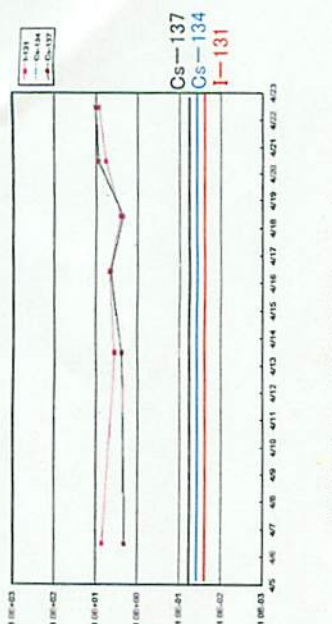
2号機サブドレン放射能濃度 (Bq/cm³)



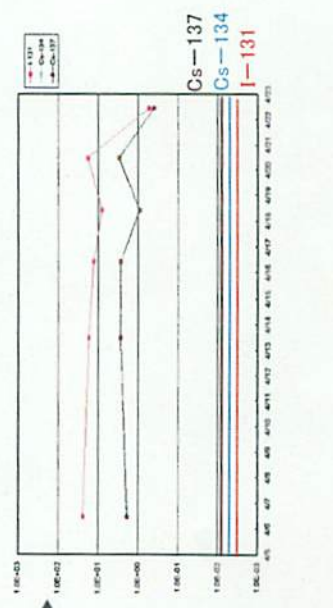
構内深井戸 放射能濃度 (Bq/cm³)



3号機サブドレン放射能濃度 (Bq/cm³)



4号機サブドレン放射能濃度 (Bq/cm³)



①-④サブドレン

周辺監視区域外の水中
の濃度限度 (Bq/cm³)
I-131: 4.0×10^{-2}
Cs-134: 6.0×10^{-2}
Cs-137: 9.0×10^{-2}

深井戸