

福島第一原子力発電所における蒸発濃縮装置からの
放射性物質を含む水の漏えいを踏まえた対応について

平成 24 年 1 月 31 日
東京電力株式会社

本報告書は、「福島第一原子力発電所における蒸発濃縮装置からの放射性物質を含む水の漏えいを踏まえた対応について（指示）」（平成 23・12・05 原院第 1 号 平成 23 年 12 月 5 日）^{*1}及び「福島第一原子力発電所における蒸発濃縮装置からの放射性物質を含む水の漏えいに係る報告に対する対応について（指示）」（平成 23・12・12 原院第 1 号 平成 23 年 12 月 12 日）^{*2}にて、指示があった内容について現在までの状況を報告するものである。

尚、平成 23 年 12 月 8 日までの状況については、同日に報告済みである。

* 1 「福島第一原子力発電所における蒸発濃縮装置からの放射性物質を含む水の漏えいを踏まえた対応について（指示）」（平成 23・12・05 原院第 1 号 平成 23 年 12 月 5 日）の指示内容

今回、放射性物質を含む水が屋外に漏えいしたことに鑑み、下記の措置を講じるとともに、その結果については対応を行ったものから速やかに当院に報告すること。

1. 今回の漏えいが発生した原因を究明し、再発防止対策を講ずること。
2. 今回の漏えいでは、蒸発濃縮装置からの漏えいの拡大を防止するための堰からも漏えいが確認されたことから、他の堰について直ちにその健全性を確認し、必要に応じ補修等を行うとともに、巡視点検の強化、漏えい検出器の設置等の堰からの漏えい防止について、今後の対策計画を策定し、実施すること。
3. 今回の漏えいについて、海への放出の有無も含め、漏えい範囲及び漏えい量を確認し、放射性物質による周辺環境に対する影響を評価すること。

* 2 「福島第一原子力発電所における蒸発濃縮装置からの放射性物質を含む水の漏えいに係る報告に対する対応について（指示）」（平成 23・12・12 原院第 1 号 平成 23 年 12 月 12 日）の指示内容

下記の措置を講じるとともに、その結果について、平成 24 年 1 月 31 日までに報告すること。

1. 堰からの漏えい対策については、より信頼性の高い漏えい防止のための措置を講じるよう、作業計画を作成し、当該計画に基づき実施すること。
2. 漏えい監視については、機器の運転開始時や停止時等の際には、被ばく管理に注意しつつ、漏えい検出器の設置に加え、巡視や監視カメラの設置等の監視強化を実施すること。
3. 今回のようなトラブル発生時に迅速かつ万全に対応できるよう、手順及び体制を確立すること。
4. 堰から漏えいした放射性物質の評価については、ストロンチウム濃度の測定を行った上で、再度、評価を行うこと。
5. 海洋への放射性物質の流出による周辺環境への影響評価については、海洋モニタリングにおいてストロンチウム濃度の測定頻度を増やし、影響評価を行うこと。

1. 今回の漏えいが発生した原因と再発防止対策

(1) 事象の概要

12月4日11時33分頃、協力企業作業員が蒸発濃縮装置3A～3C用ハウスの堰内に水が溜まっていることを確認した。

11時52分頃、運転中の蒸発濃縮装置3Aを停止し、12時14分頃、協力企業作業員が目視にて漏えいが停止したことを確認した。

その後、調査を行ったところ、14時30分頃、同ハウスのコンクリート製床の継ぎ目の一部に間隙の広い箇所があり、そこから一部がハウス外に漏えいし、その一部が側溝に漏れ出ていることを確認した。また、堰とコンクリート製床の隙間よりハウス内の漏えい水が滲んでいることを確認した。

15時頃から、同ハウスからの漏えい箇所周りに土のうを設置し、15時10分頃に完了した。また、15時10分頃から側溝内にも土のうを設置し、15時30分頃に完了した。この時点で、土のう設置箇所からの漏えい水の流出の停止を確認した。

18時10分から22時20分にかけて、水中ポンプ等により同ハウスの堰内に溜まっている漏えい水を廃液RO供給タンクに移送した。

12月5日に、同ハウス内を確認し、漏えい水の滴下跡等の状況から、今回の漏えいが原液予熱器（熱交換器）出口フランジ部であると推定した。

12月8日に、蒸発濃縮装置3Aにろ過水による水張りを行い、漏えい箇所の確認を行ったところ、漏えい箇所は原液予熱器出口フランジ部であると同定した。

同日、原液予熱器出口フランジ部の分解点検を実施したところ、当該フランジパッキンがずれていること、および、その締め付けナット4本中の2本に緩みがあることが確認された。

12月20日に、ろ過水による水張り範囲を広げ、他の部位についても漏えい確認を行ったところ、異常は確認できなかったため、漏えい箇所が前述の原液予熱器出口フランジ部のみであることを確認した。

その後、原因調査を行ったところ、蒸発濃縮装置の運転手順誤りにより原液予熱器出口フランジ部にボイド発生、消滅によるウォーターハンマーが発生し、当該フランジ部のパッキンが装置外部に押し出されたことにより、漏えいに至ったと推定された。

12月21日に蒸発濃縮装置3B,3C原液予熱器出口フランジ部の状況確認を行ったところ、同様の箇所ですットの緩みが確認されたことから、運転中のパッキン応力緩和等により、緩んでいたものと推定された。

なお、漏えい水については、側溝が発電所構内の一般排水路へ繋がっているため、12月4日に、当該排水路の出口である南放水口付近の海水を採取し、核種分析を行った。その結果、セシウム濃度に関しては、日々公表している当該箇所の最近の分析結果と同程度もしくは若干高い程度の値であることを確認した。

12月5日、引き続き、南放水口付近の海水を採取し、ストロンチウムを含めた核種分析を行った結果、セシウム濃度に関しては日々公表している当該箇所の最近の分析結果と同程度の値であったが、ストロンチウム濃度については毎月公表している当該箇所の最近の分析結果に比べて、千倍以上の高濃度であり、漏えいによる影響が認められた。

その後、12月10日に、蒸発濃縮装置からの漏えい水による海洋への影響を確認するため、海洋モニタリングにおいてストロンチウム濃度の測定を行ったが、調査した全地点で低濃度ながらストロンチウム90が検出されたことから、追加で12月19日に採取した海水の分析を実施中である。

(添付資料－1 時系列)

(2) 漏えい箇所

① 蒸発濃縮装置3Aの漏えい箇所

12月5日、ハウス内の溜まり水の排水を実施し、現場確認を行ったところ、蒸発濃縮装置3AのVVCC蒸発器（低濃縮装置ユニット）上流に設置されている原液予熱器出口側のRO濃縮水（蒸発濃縮装置の処理原水）配管との接続フランジ部から漏えい跡が確認されたため、当該箇所からの漏えいの可能性が高いと推定した。

12月8日に蒸発濃縮装置3Aにろ過水による水張りを行い、漏えい箇所の確認を行ったところ、漏えい箇所は原液予熱器出口フランジ部であると特定された。

12月20日にろ過水による漏えい確認範囲を広げ、他の部位についても漏えい確認を行ったところ、他の部位からの漏えいは確認されなかったことから、漏えい箇所は、原液予熱器出口フランジ部であることを確認した。

(添付資料－2 淡水化装置概略系統図、添付資料－3 蒸発濃縮装置概略系統図、添付資料－4 漏えい箇所概略図、添付資料－5 漏えい状況図、添付資料－6 漏えい箇所点検結果)

②蒸発濃縮装置3A～3C用ハウスの漏えい箇所

12月5日、ハウス内の溜まり水を排水し、現場確認を行ったところ、分割施工したコンクリート製床の継ぎ目の一部について、シール材の変形により間隙が広がっている箇所が確認された。ハウス外への流出部から想定すると、ハウス外流出のほとんどがこの箇所からと推定された。

また、コンクリート製床と堰の接合部分の隙間を塞ぐシール材の一部に、シール材の劣化によると思われる損傷が確認され、漏えい水の一部はここからも流出したと推定された。

(添付資料－6 漏えい箇所点検結果)

(3) 漏えいの原因

① 蒸発濃縮装置3Aの漏えい原因

a. メカニズム

濃縮水供給ポンプを起動させずに、蒸発濃縮装置を運転したため、原液予熱器にR0濃縮水(当時約10℃)が流れず、原液予熱器内配管の水温が約70℃(温水)まで上昇したことにより、水の飽和蒸気圧が上昇し、気相に変化しやすく(ボイドが発生しやすい状態)になっていた。

この状態で濃縮水供給ポンプを急に起動したことから、原液予熱器内配管で圧力変動を起こし、気化しやすい状態であった内部流体に作用することによりボイドが発生した。そして、ボイド消滅時の衝撃(ウォーターハンマー)が発生したことで当該フランジ部のパッキンが装置外部に押し出され、漏えいに至ったと推定された。

(添付資料－7 蒸発濃縮装置3A漏えいメカニズム)

b. 原因

12月3日14時34分に、蒸発濃縮装置を起動した時に、濃縮水供給ポンプ(上流のポンプ)の運転確認が必要であったが、運転手順書に記載がなかったことから、本ポンプの運転を確認せずに蒸発濃縮装置を起動させてしまった。

同日15時41分に、本ポンプが停止中であったことで、RO濃縮水が供給されず、蒸発濃縮装置内の「種発生タンク液面低によるVVCC蒸発器待機」が発生したが、この時も、警報対応手順書に記載がなかったことから、VVCC蒸発器を停止することなく、濃縮水供給ポンプを起動させてしまった。

これら運転手順書等の不備に伴う運転誤りから、今回の漏えいに至った原因と推定した。

(添付資料－8 運転手順書、警報対応手順書)

②蒸発濃縮装置3A～3C用ハウスの漏えい原因

12月5日、ハウス内の漏えい水の排水を実施し、現場確認を行ったところ、2分割で施工したコンクリート製床の継ぎ目（1箇所）の一部について、コンクリートの収縮により間隙が広がっている箇所が確認された。ハウス外への流出部から想定すると、ハウス外流出のほとんどがこの箇所であったため、コンクリート床の継ぎ目の間隙が広がった箇所がハウス外漏えいの主原因だと推定された。

また、コンクリート製床と堰の接合部分の隙間を塞ぐシール材の一部に、シール材の劣化によると思われる損傷が確認されたため、漏えい水の一部はここからも流出したと推定された。

③類似ハウスの状況調査

蒸発濃縮装置3A～3C用ハウスと類似する、淡水化装置（逆浸透膜）RO－1A, B用, RO2用, RO3用及び淡水化装置（蒸発濃縮）1A～1C用, 2A, B用ハウス内部の状況を確認したところ、蒸発濃縮装置3A～3C用ハウス同様にコンクリート製床と堰の接合部分の隙間を塞ぐシール材の一部に、劣化によると思われる損傷が確認されたほか、漏えいに至ったコンクリート製床の継ぎ目以外のコンクリート製床の表面に微細なひびが確認された。

このひびは、直ちに、ハウス外への流出に繋がるようなものとは考えられないが、念のため補修を行った。

この結果からも、蒸発濃縮装置3A～3C用ハウスからの漏えいの原因は、コンクリート床の継ぎ目の間隙が広がった箇所及びコンクリート製床と堰の接合部分のシール材の劣化が主であると推定できた。

なお、定期的なハウスの状態点検を行っていなかったことが、今回のシール部不良による漏えいの一因になっていることも考えられる。

(4) 再発防止対策

① 蒸発濃縮装置3Aの漏えい防止対策

蒸発濃縮装置3Aの漏えい原因が、蒸発濃縮装置の運転手順書等の不備に伴う運転手順誤りにより、漏えいに至ったと推定されたため、運転手順書等を改訂するとともに、蒸発濃縮装置の再起動前までに運転員へ運転手順についての再教育を行う。更に、運転操作画面上に濃縮水供給ポンプの運転確認画面を設け、確認ボタンを押さないで蒸発濃縮装置が起動できないようにソフト改造を行う。

また、蒸発濃縮装置のナットの緩み対策として、パッキンの応力緩和等の負荷特性に優れたグラファイトに材質を変更した。

(添付資料－9 再発防止対策書)

なお、再発防止対策が完了するまでの期間は、蒸発濃縮装置 3A～3C は使用しないこととし、更に装置内の水抜きを行った。

②蒸発濃縮装置 3A～3C 用ハウスの漏えい防止対策

- a. 鋼製の堰とコンクリート製床の隙間に施工しているシール材の劣化状況について総点検し、12月15日までに不良箇所の補修を行った。
- b. コンクリート製床の継ぎ目に発生した間隙は、エポキシ系塗料により、12月14日に補修を行い、外部流出に対するバウンダリ機能を回復させた。さらに、1月27日に高流動性の発泡性樹脂注入による補修を行った。
- c. 定期的なハウスの状態点検を行っていなかったことが、今回のシール部不良による漏えいの一因になっていることも考えられるため、今後は、毎月1回程度の建屋パトロールを実施し、シール材の劣化状況及びコンクリート表面の確認を行い、必要に応じ補修を行うこととする。
- d. 漏水防止性能を持たせるための処置を、コンクリート製床の全面に平成24年3月目途に行う。

(添付資料－10 堰・床の健全性確認結果、添付資料－15 床の漏水防止対策及び監視カメラ設置スケジュール)

2. 堰の健全性確認及び漏えい防止対策計画

(1) 堰の健全性確認

a. 屋外設置装置用ハウスの堰の健全性確認

今回漏えいのあった蒸発濃縮装置 3A～3C 用ハウスと類似する、淡水化装置（逆浸透膜）R0-1A,B 用, R02 用, R03 用及び淡水化装置（蒸発濃縮）1A

～1C 用, 2A,B 用ハウスのコンクリート製床と堰の接合部分の隙間を塞ぐシール材の一部について劣化・損傷箇所等が 12 月 5 日に確認されたため、同日、補修が必要な箇所及び念のため全てのシール部についてシール材の上塗り補修を実施した。

(添付資料—10 堰・床の健全性確認結果)

また、漏えいに至ったコンクリート製床の継ぎ目以外のコンクリート製床の表面に微細なひびが確認された。これは、直ちにハウス外への流出に繋がるようなものとは考えられないが、念のため補修を行うことにし、ひびにエポキシ製塗料を注入することによる漏えい防止対策を 12 月 6 日までに実施した。

更に、コンクリート製床の全面に漏水防止性能を持たせるための処置を、平成 24 年 9 月目途に実施する。

今後は、毎月1回程度の建屋パトロールを実施し、鋼材とコンクリートの熱膨張差による劣化の恐れのある、堰に施したシール材の状況及びコンクリート製床塗装状況の確認を行い、必要に応じ補修を行うこととする。

(添付資料—15 床の漏水防止対策及び監視カメラ設置スケジュール)

b. 既設建屋の堰の健全性確認

滞留水処理装置（油分分離装置、除染装置、セシウム吸着装置、第二セシウム吸着装置）は既設建屋（プロセス主建屋、焼却工作建屋、高温焼却炉建屋）の堰内に設置されており、既設建屋の堰は、隙間のないコンクリート製に塗装を施すよう設計・施工されているため、短期間で設置したハウスの堰のような漏えいのリスクはない。

また、タンク等は漏えい防止用パン及び漏えい検知器を設置している他、高線量である滞留水処理装置設置エリアには I T V を設置しており漏えい確認が可能であり、更に、万が一、漏えいが発生した場合も、滞留水処理装置設置箇所の床ドレンファンネルを通じ、建屋地下の滞留水貯水箇所に流出するため、建屋外への漏えいはない。

しかし、念のため、セシウム吸着装置、第二セシウム吸着装置については12月9日に異常のないことを再確認した。

(添付資料—10 堰・床の健全性確認結果)

油分分離装置、除染装置については、設置エリアの放射線量が非常に

高いため、被ばく線量低減の観点から、設備点検等で同エリアに立入る必要が生じたときに合わせ確認を行うこととする。

(2) 漏えい拡大防止対策

a. 屋外設置装置用ハウスの漏えい拡大防止対策

(a) 堰の信頼性向上

堰からの漏えい対策については、より信頼性の高い漏えい防止のための措置を以下の通り実施する。

i. 堰の隙間対策

ハウスのコンクリート製床と堰の接合部分及び堰である鋼材間の隙間を塞ぐシール材の補修を12月15日までに実施した。

今後は、毎月1回程度の建屋パトロールを実施し、シール材の劣化状況及びコンクリート表面の確認を行い、必要に応じ補修を行う。

なお、堰内側に吸水材入り土のう袋を配置し、堰からの漏えいを防止する機能向上を図る。

ii. 床の漏水防止対策

コンクリート製床に、漏水防止性能を持たせるための処置を平成24年12月目途に実施する。

(添付資料—15 床の漏水防止対策及び監視カメラ設置スケジュール)

(b) 漏えい監視強化

漏えい監視については、被ばく低減の観点から、漏えい検知器の設置に加え、監視カメラを平成24年9月目途に設置し、監視強化を実施する。

(添付資料—15 床の漏水防止対策及び監視カメラ設置スケジュール)

i. 漏えい検知器の設置

淡水化装置(逆浸透膜)R0-1A,B用,R02用,R03用及び淡水化装置(蒸発濃縮)1A~1C用,2A,B用,3A~3C用ハウスの今後の漏えい防止対策としては、堰内に漏えい拡大防止用の漏えい検知器を設置し、漏えいが発生した際に制御室に警報を発報する機能を追加することとした。

淡水化装置(逆浸透膜)R0-1A,B用,R02用,R03用及び淡水化装置(蒸発濃縮)1A~1C用,2A,B用ハウスは12月15日までに設置を終了した。

また、淡水化装置(蒸発濃縮)3A~3C用ハウスの漏えい検知器は、ハウス内除染実施後の12月16日に設置を終了した。

(添付資料—11 漏えい検知器設置状況図)

なお、漏えい検知器を設置するまでの間、従来の1回/日の頻度から、6回/日（ただし、高線量エリアは1回/日）に頻度を上げ、巡視点検による監視を強化していた。

ii. 監視カメラの設置

堰内への漏えい検知器を補完する目的で、被ばく低減の観点から、制御室からの遠隔監視が可能となるよう監視カメラの設置を平成24年度中に実施し、堰内の漏水の早期検知を行える仕組みを強化する。

b. 既設建屋の漏えい拡大防止対策

滞留水処理装置（油分分離装置、除染装置、セシウム吸着装置、第二セシウム吸着装置）は既設建屋（プロセス主建屋、焼却工作建屋、高温焼却炉建屋）の堰内に設置されており、既設建屋の堰は、隙間のないコンクリート製に塗装を施すよう設計・施工されているため、短期間で設置したハウスの堰のような漏えいのリスクはない。

しかし、念のため、毎月1回程度の建屋パトロールを実施し、堰の塗装表面の確認を行い、必要に応じ補修を行うこととする。

併せて、漏えい検知器の作動状況についても確認を行うことを検討する。

なお、油分分離装置、除染装置については、設置エリアの放射線量が非常に高いため、被ばく線量低減の観点から、設備点検等で同エリアに立入る必要が生じたときに合わせ確認を行うこととする。

(3) 漏えい発生時の対応方針

今回のようなトラブル発生時に迅速かつ万全に対応できるよう、漏えい発生時の漏えい拡大防止手順及び体制を確立した。

（添付資料—12 漏えい発生時の対応方針）

3. 堰から漏えいした放射性物質の評価

(1) 流出の時間

12月4日11時33分に協力企業作業員により、蒸発濃縮装置ハウス内の滞留水の確認時には、ハウス外の道路の部分に漏えい水が確認されていないことから、ハウス外への漏えいは、11時33分以降に発生したものと判断した。

14時30分頃には、ハウスのコンクリート堰のひび割れ部分から道路に漏

えいが確認されたが、15時30分には、漏えい箇所を外側から土のうを積みむことにより、ハウスからの漏えい拡大を停止させており、ハウスからの漏えい時間は、最大でも11時33分から15時30分の約4時間と評価された。

(2) 漏えい率

漏えい水の漏えい率は、14時30分頃、堰のコンクリートひび割れ部からの流況を目視で確認した結果、約1リットル/分と評価した。

(参考；約0.6～0.8リットル/分；ベルヌーイ式からの評価)

(3) ハウスからの漏えい量

上記、(1)(2)項から、ハウスから外部への漏えい水量は、240リットルと評価した。(1リットル/分×240分=240リットル)

(4) 一般排水路への漏えい量

(添付資料-13 一般排水路への漏えい量評価)

a. ひび部から側溝までの時間

ハウスからの漏えい水は、コンクリート製床のひびの部分から道路に広がり、ハウスの東側の側溝に向かって流れた状況が確認されたが、道路の濡れ面の残された広がりから、ほぼ底辺15m、高さ10mの直角三角形(面積75m²)、深さ1mm程度とみなされた。漏えい量としては75リットルに相当することから、(2)項において評価した漏えい水の漏えい率は約1リットル/分であることから、側溝に流れ込むまでの時間は75分程度(11:30～12:45)であると評価される。

b. 側溝(U字溝)への漏えい時間

15時00分頃よりひび部に土のうを設置し、15時10分に土のう設置が完了している。従って、側溝へ漏えいしていた時間は、側溝へ漏えい水が到達(12:45)してから、土のう設置完了(15:10)迄の145分程度(12:45～15:10)と評価される。

c. 土のう設置後の漏えい時間

15時10分に、コンクリート製床のひびの部分からの漏えいが土のう外に流出していないことを確認し、15時30分に全ての土のう設置が完了している。この20分間(15:10～15:30)は、ひびの部分の漏えいが続いている。

たものの、一般排水路への流出はなかったと評価される。

d. 一般排水路への流出量

上述 a～c（総漏えい量 240 リットルー道路面のたまり水 75 リットルー土のう内の溜まり水 20 リットル）から、一般排水路へ流出した水量は 145 リットルと評価される。流出量は、安全側に考え、全量の約 150 リットルで評価した。

なお、ハウスからの漏えい拡大停止後にも、ハウス内には漏えい水が残っており、仮設タンクに移送した結果、その総量は約 14m³であった。

(5) 一般排水路に流出した放射性物質の漏えい量の評価

漏えい水に含まれる放射性物質のうち線量評価上寄与の大きいセシウムと処理済水中の濃度が高いストロンチウムについて、一般排水路に流出した放射性物質の漏えい量の評価を行った。

暫定評価では、分析に時間がかかるストロンチウムについては、過去の分析結果を基に蒸発濃縮装置入口水の全β放射能濃度に対するストロンチウムの濃度の比を求め、これに漏えい水の全β放射能濃度を掛け合わせ、ストロンチウム 89、90 の濃度を算出した。

その後、新たに採取した漏えい水について、セシウム、ストロンチウムの分析を行い、濃度を求めた。表-1 に示すとおり、漏えい量は暫定評価と大きな違いは無かった。

表-1 一般排水路に流出した放射性物質の濃度、漏えい量の暫定評価との比較

	暫定評価 (12/4 に漏えい水を採取し分析)		見直し (回収した漏えい水を 12/5 に採取し分析)	
	濃度 (Bq/cm ³)	漏えい量 (Bq)	濃度 (Bq/cm ³)	漏えい量 (Bq)
セシウム 134	1.6 × 10 ¹	2.4 × 10 ⁶	1.2 × 10 ¹	1.8 × 10 ⁶
セシウム 137	2.9 × 10 ¹	4.4 × 10 ⁶	1.5 × 10 ¹	2.3 × 10 ⁶
ストロンチウム 89	7.4 × 10 ⁴	1.1 × 10 ¹⁰	4.9 × 10 ⁴	7.4 × 10 ⁹
ストロンチウム 90	1.0 × 10 ⁵	1.5 × 10 ¹⁰	1.1 × 10 ⁵	1.7 × 10 ¹⁰
合計		2.6 × 10¹⁰		2.4 × 10¹⁰

<暫定評価に用いたデータ>

	蒸発濃縮装置入口水(9/20)	蒸発濃縮装置漏えい水(12/4)
全β放射能	: 3.9 × 10 ⁵ ベクレル/cm ³	5.4 × 10 ⁵ ベクレル/cm ³
ストロンチウム89	: 5.4 × 10 ⁴ ベクレル/cm ³	—
ストロンチウム90	: 7.6 × 10 ⁴ ベクレル/cm ³	—

<参考>過去の放出量

(a) 2号機汚染水漏洩

放出量 520m³ (4月1日から4月6日まで)

I-131 2.8 × 10¹⁵ベクレル

Cs-134 9.4 × 10¹⁴ベクレル

Cs-137 9.4 × 10¹⁴ベクレル

合計 4.7 × 10¹⁵ベクレル

(b) 集中廃棄物処理施設内部汚染水及び5、6号機サブドレン水放出

放出量 10,393m³ (4月4日から4月10日まで)

I-131 6.6 × 10¹⁰ベクレル

Cs-134 4.2 × 10¹⁰ベクレル

Cs-137 4.2 × 10¹⁰ベクレル

合計 1.5 × 10¹¹ベクレル

(c) 3号機汚染水漏洩

放出量 250m³ (5月10日から5月11日まで)

I-131 8.5 × 10¹¹ベクレル

Cs-134 9.3 × 10¹²ベクレル

Cs-137 9.8 × 10¹²ベクレル

合計 2.0 × 10¹³ベクレル

4. 漏えい水による周辺環境への影響評価

(1) 追加の環境モニタリング調査の結果

蒸発濃縮装置からの漏えいに伴い、海域に流出した放射性物質による影響を確認するため、以下の通り追加モニタリングを実施した。

(添付資料-14 海洋モニタリング(ストロンチウム濃度)結果)

a. 南放水口付近のモニタリング(表14-1)

海域への流出経路である一般排水口に近い南放水口付近では、毎日海水サンプリングを実施しており、毎回実施しているγ線核種分析に加えて、12月5日、10日、17日、24日に全β放射能測定を実施し、影響を確認した。

また、12月5日、10日にはストロンチウム濃度の測定も実施した。

調査の結果、12月5日に採取した海水のセシウム濃度に大きな変化は認められなかったが、ストロンチウム 89、ストロンチウム 90 の濃度はそれぞれ 140Bq/L、400Bq/L と漏えい発生前の11月14日に同地点で採取した海水の濃度 0.086Bq/L 及び 0.17Bq/L のそれぞれ約 1600 倍、約 2400 倍となっており、漏えいの影響が認められた。その後、12月10日には、それぞれ 2.5Bq/L、9.6Bq/L と前月に比べればまだ高濃度であったが、大幅に低下していた。

また、全β放射能の濃度は12月5日に採取した海水では 780Bq/L と高く、漏えいによる影響が認められた。その後、6日後の12月10日には 32Bq/L、13日後の12月17日には、28Bq/L と濃度は急速に低下した。20日後の12月24日には、35Bq/L とほぼ横這いであった。

b. 周辺海域におけるモニタリング

12月10日に周辺海域 10km の範囲内で4地点の海水を採取し、γ線核種分析、全β放射能、ストロンチウムの濃度を測定した。また、毎月実施している、南北放水口及び福島第一沖合 15km 及び福島第二沖合 15km 地点の4定点での海水採取も併せて実施した。

結果は、添付資料-14 に示すとおり、南北放水口付近を除きセシウムは全て不検出であったが、ストロンチウムは調査した全地点で検出された(表 14-2)。検出されたストロンチウム濃度について、毎月実施している4定点(南北放水口及び沖合 15km の2地点)で、過去の結果と比較すると、南放水口付近は12月10日時点でもまだ高濃度であったが、北放水口付近では大きな違いは見られなかった(表 14-3-1)。また、沖合 15km の2定点は、11月は不検出であったが、10月には今回と同程度の濃度で検出されている(表 14-3-2)。なお、12月19日に今回追加した周辺海域 10km の範囲内の4地点で再度海水を採取しており、現在ストロンチウムの分析中である。

c. モニタリング結果について

12月4日に蒸発濃縮装置から漏えいし、海域に流出した放射性物質は、排水路及び海域で希釈拡散が進んだものの、翌朝南放水口付近で実施したモニタリングにおいて全β放射能及びストロンチウムの海水中放射能濃度を上昇させた。その後、南放水口の全β放射能濃度は、12月5日朝の 780Bq/L から、12月10日には 32Bq/L、12月17日には 28Bq/L と、漏えい後数日のうちに急速に濃度が低下し、12月24日には 35Bq/L とほぼ横這いであった。ストロンチウムも、12月10日には同様に濃度が低下した。

また、周辺海域においても、漏えいから6日後の12月10日にモニタリングを実施し、調査した全地点でストロンチウムが検出された。これらは、南放水口付近を除けば、検出されたストロンチウムは低濃度であり、沖合15kmにおいては過去のモニタリング結果と大きな違いは無かった。

影響評価としては、漏えいした放射性物質の拡散の状況を把握し、それを踏まえて影響範囲及び放射性物質濃度を設定して被ばく評価を行う。ただし、10km圏内で追加した4地点については今回は初めての測定であり、漏えいによる影響を把握するため、念のため追加で12月19日に採取した海水のストロンチウム濃度を分析中である。

また、12月10日には既に海域のストロンチウム濃度は低濃度となっているが、12月4日の漏えい直後の拡散の状況を把握するため、発電所南北の沿岸域で採取した海水の再分析を実施することとした(表14-4, 図14-2)。

これらの結果を踏まえて、暫定評価を見直す計画である。なお、ストロンチウムは分析に時間がかかることから、報告を3月末とした。

(2) 今後の影響評価計画

本報告書にて報告した追加モニタリングの結果に加えて、以下のモニタリング結果を踏まえて、海域における拡散状況の把握及び被ばく評価の見直しを行う。3月末までに最終的な影響評価を実施・報告する計画である。

a. 12月19日に追加採取した海水の分析(1月末まで)

12月19日に追加採取した周辺海域10kmの範囲内の4地点の海水のストロンチウム分析を実施中。

b. 1月16日に採取した海水の分析(2月中旬目途)

1月16日に定例の海水サンプリングで採取した福島第一南北放水口の海水の、全β放射能、ストロンチウム分析を実施中。

c. 1月18日に採取した海水の分析(2月中旬目途)

1月16日に定例の海水サンプリングで採取した福島第一沖合15km及び福島第二沖合15kmの海水の、全β放射能、ストロンチウム分析を実施中。

d. 漏えい直後に採取した海水の再分析(3月中旬目途)

漏えい直後の拡散の状況を把握するため、過去に採取した海水の、全β放射能、ストロンチウムの再分析を実施する。(表14-4, 図14-2)

以上

4. 添付資料

- 添付資料－1 時系列
- 添付資料－2 淡水化装置概略系統図
- 添付資料－3 蒸発濃縮装置概略系統図
- 添付資料－4 蒸発濃縮装置漏えい箇所概略図
- 添付資料－5 蒸発濃縮装置3A～3C用ハウスの漏えい状況図
- 添付資料－6 蒸発濃縮装置3Aの漏えい箇所点検結果
- 添付資料－7 蒸発濃縮装置3A漏えいメカニズム
- 添付資料－8 運転手順書、警報対応手順書
- 添付資料－9 再発防止対策書
- 添付資料－10 堰・床の健全性確認結果（点検一覧表、補修前後の写真）
- 添付資料－11 漏えい検知器設置状況図
- 添付資料－12 漏えい発生時の対応方針
- 添付資料－13 一般排水路へ漏えい量評価
- 添付資料－14 海洋モニタリング（ストロンチウム濃度）結果
- 添付資料－15 床の漏水防止対策及び監視カメラ設置スケジュール

時 系 列

【12月3日】

- ・ 14時34分、 蒸発濃縮装置3Aを起動
- ・ 15時41分 種発生タンク液面低VVCC待機（濃縮運転停止）
- ・ 15時50分頃 濃縮水供給ポンプ起動
- ・ 16時14分 VVCC濃縮工程開始（3A再起動）

【12月4日】

- ・ 11時33分頃、協力企業作業員がパトロールで蒸発濃縮装置3A～3C用ハウスの堰内に水が溜まっていること及び原液予熱器付近の水漏れを発見
- ・ 11時52分頃、蒸発濃縮装置3Aを停止
- ・ 12時14分頃、水の漏えいが停止していることを確認
- ・ 14時30分頃、ハウス内のコンクリート製床の継ぎ目の一部の間隙の広い箇所から一部が屋外に漏えいし、その一部が側溝に流れ込んでいることを確認
- ・ 15時00分頃、ハウスからの漏えい箇所周りへの土のう設置開始。
- ・ 15時10分頃、ハウスからの漏えい箇所周りへの土のう設置完了。
- ・ 15時10分頃、側溝内への土のう設置開始。
- ・ 15時30分頃、側溝内への土のう設置完了。土のう設置箇所からの漏えい水の流出停止を確認。
- ・ 18時10分～22時20分、水中ポンプ等によりハウスの堰内に溜まっている漏えい水を廃液RO供給タンクに移送。

【12月4日、5日】

- ・ 南側放水口付近の海水採取・分析

【12月5日】

- ・ ハウス内の溜まり水の排水を実施し、その後、蒸発濃縮装置停止状態での漏えい箇所確認。
→ 漏えい箇所を、原液予熱器出口フランジ部と推定。
- ・ 類似の屋外設置装置用ハウスの堰の健全性確認及び不良箇所修理。

【12月6日】

- ・ 類似の屋外設置装置用ハウスのコンクリート製床のひび割れ修理終了。

【12月8日】

- ・ 11:41～12:00、蒸発濃縮装置3A水張りによる漏えい箇所確認により、漏え

い箇所を原液予熱器出口フランジ部と同定し、分解点検を実施。

【12月10日】

- ・海洋モニタリングによるストロンチウム濃度の測定を開始（現在も継続中）

【12月14日】

- ・蒸発濃縮装置 3A～3C ハウス内のコンクリート製床の継ぎ目に発生した間隙のエポキシ系塗料によるハウス内側の修理終了。

【12月15日】

- ・屋外設置装置用ハウスの堰内への漏えい検知器設置完了
(蒸発濃縮装置 3A～3C 用ハウスを除く)

【12月16日】

- ・蒸発濃縮装置 3A～3C 用ハウスの漏えい検知器設置完了

【12月20日】

- ・蒸発濃縮装置 3 A のろ過水による水張り範囲を広げ、他の部位についても漏えい確認実施し、漏えい箇所を原液予熱器出口フランジ部と確定。

【12月17日～26日】

- ・蒸発濃縮装置 3A～3C に残留している放射性物質を含む水の水抜き

【12月21日】

- ・蒸発濃縮装置 3B, 3C の原液予熱器出口フランジの状況調査を実施し、同様の箇所のナットの緩みを確認した。

【1月27日】

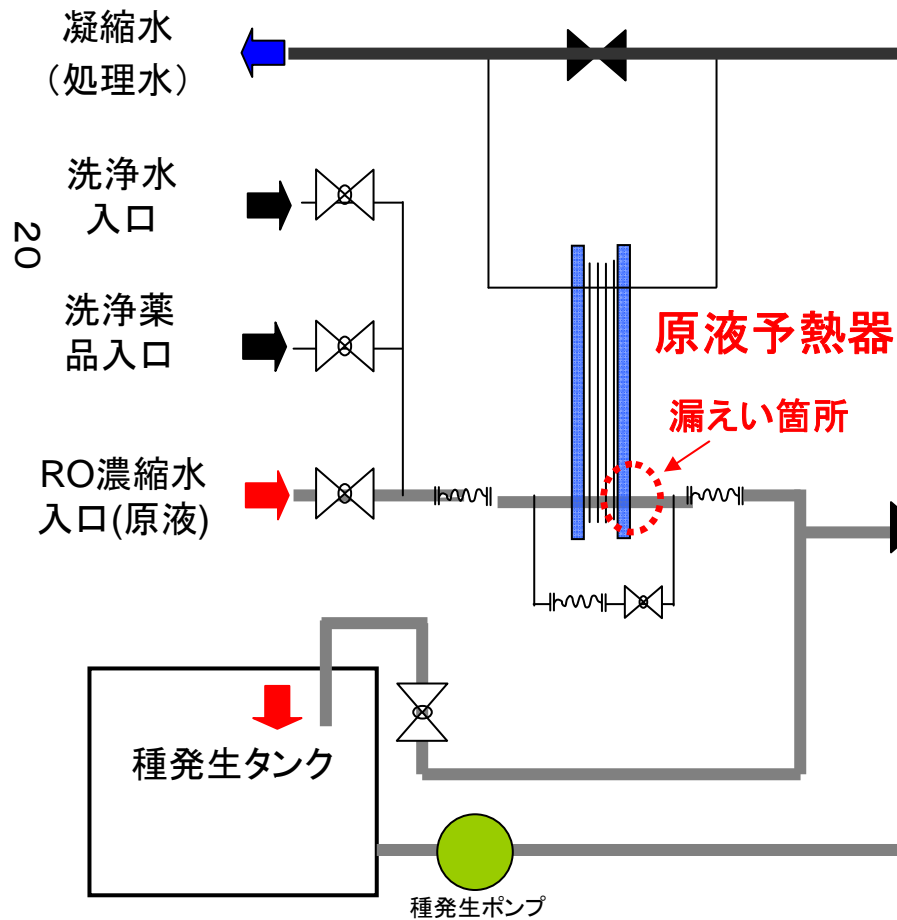
- ・コンクリート製床の継ぎ目に発生した間隙の高流動性の発泡性樹脂注入による修理終了。

【今後の予定】

- ・屋外設置装置用ハウスコンクリート製床の全面への漏水防止性能を持たせるための処置の実施（平成24年9月目途）。
- ・屋外設置装置用ハウスへの漏えい監視用カメラの設置（平成24年9月目途）。

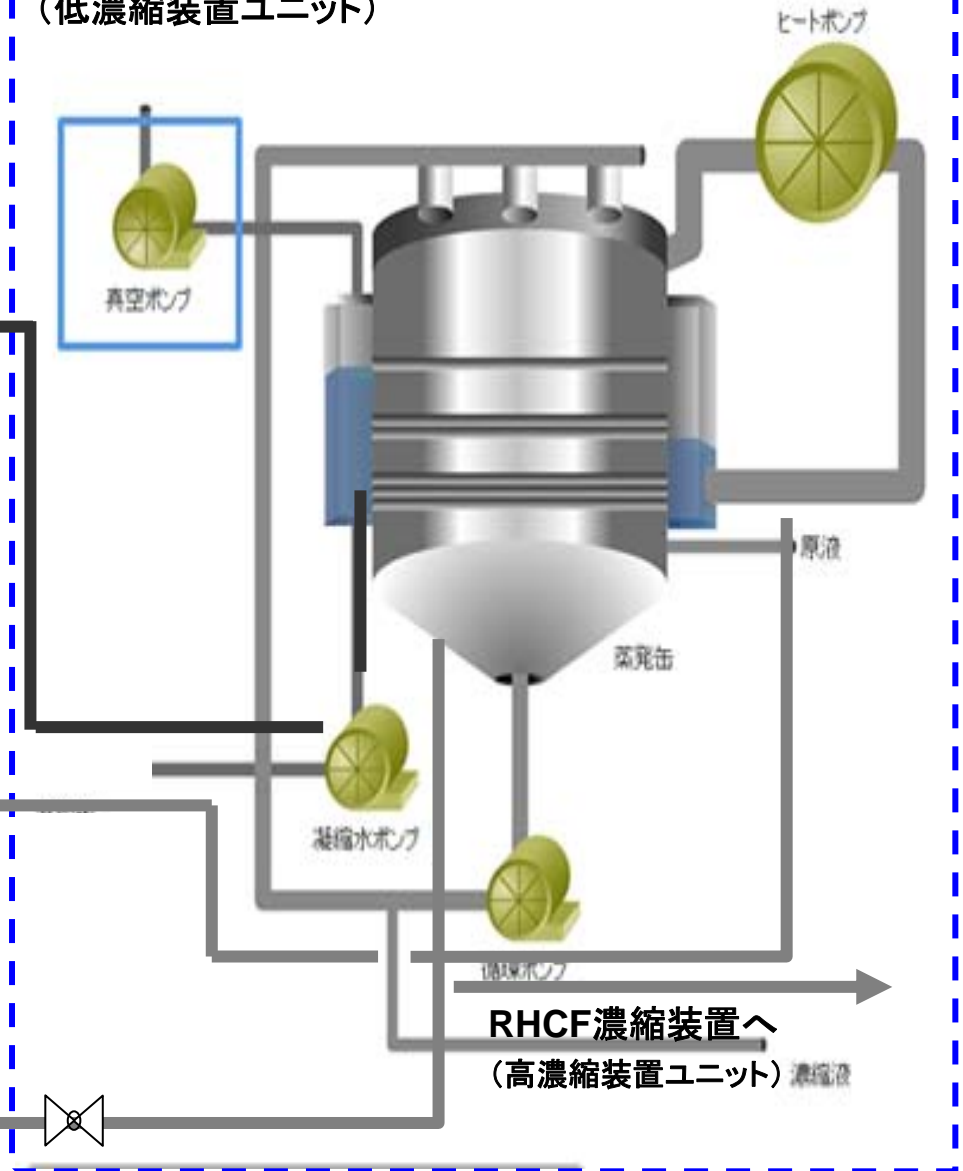
以 上

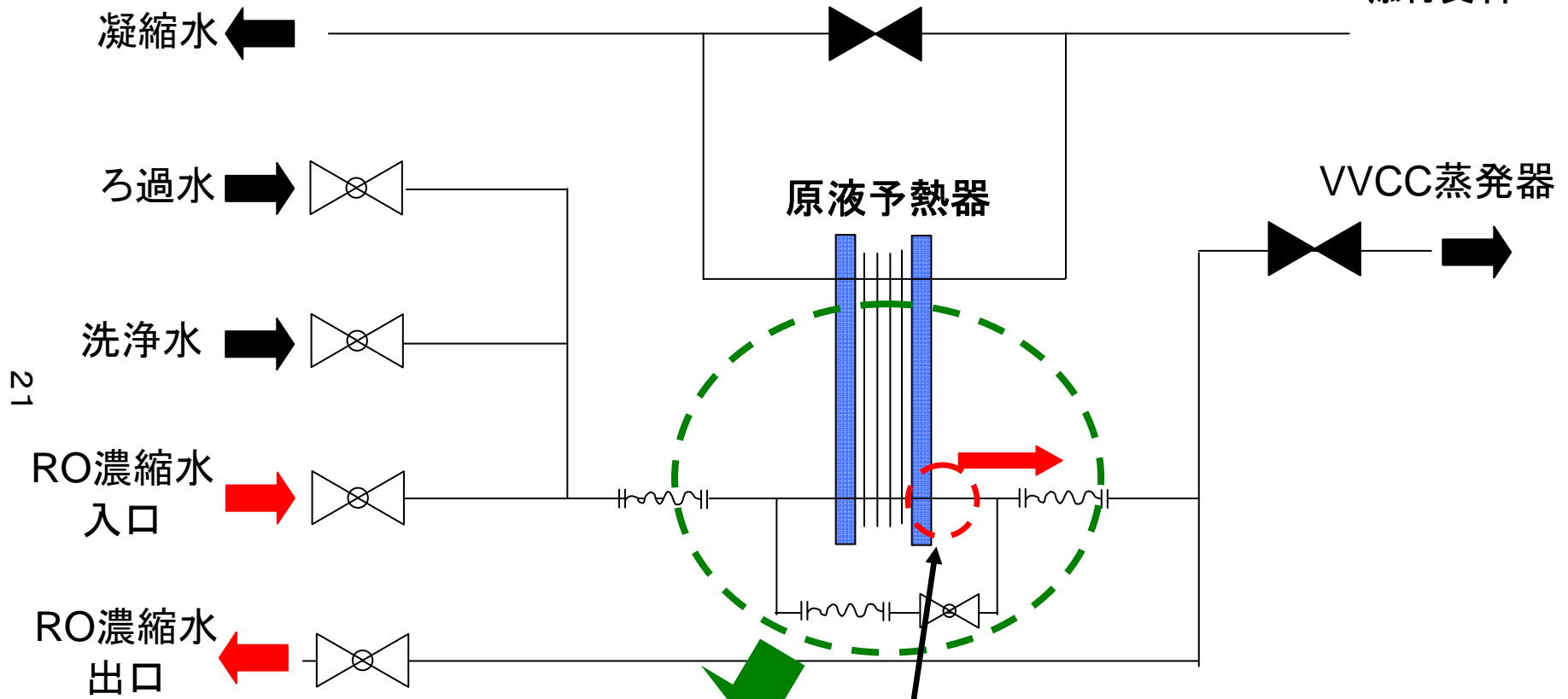
蒸発濃縮装置概略系統図
(低濃縮装置ユニット)



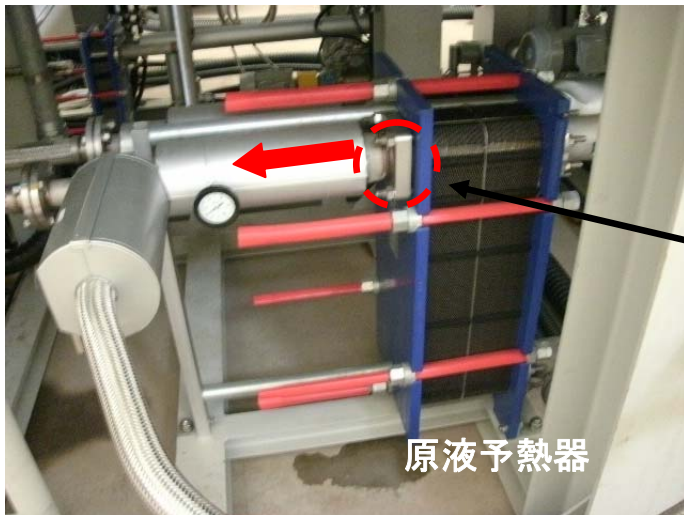
●VWCC濃縮装置

(低濃縮装置ユニット)





21



漏えい箇所

漏えい箇所概略図

漏えい状況図

添付資料-5

南側放水口へ

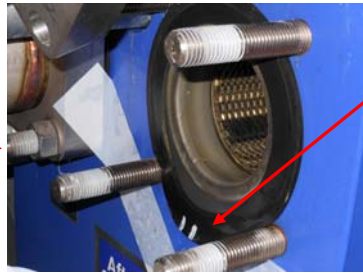
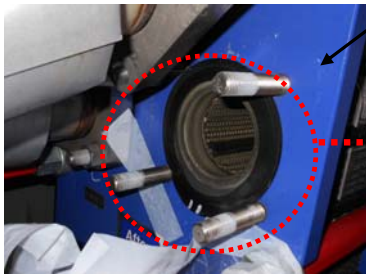


蒸発濃縮装置3Aの漏えい箇所点検結果

1. 原液予熱器出口フランジ分解時状況

パッキン状態 (機器分解時)

原液予熱器



パッキン

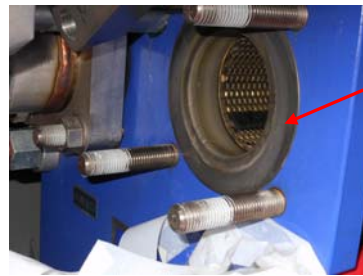
パッキンがずれて、
外側にはみ出ている。

パッキン状態 (単体)



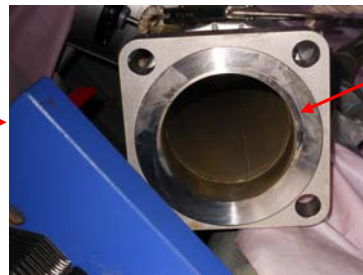
パッキンの変形がある

原液予熱器側フランジ面



フランジ面に異常無し

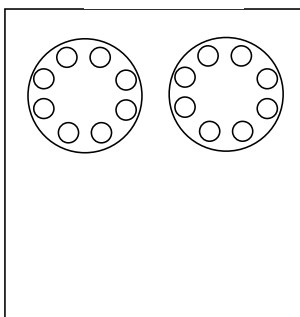
接続配管側フランジ面



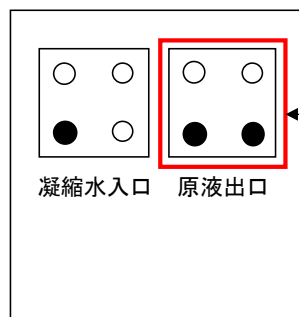
フランジ面に異常無し

2. 原液予熱器フランジボルト緩み確認結果

予熱器入口側

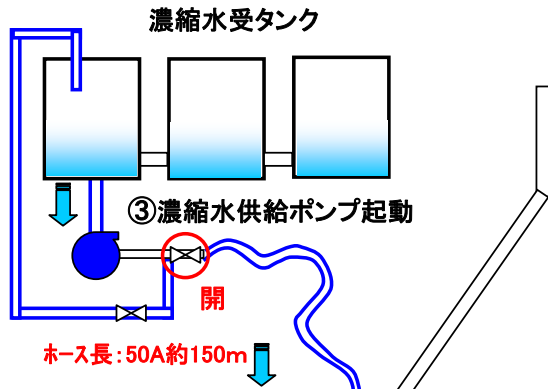


予熱器出口側



漏洩箇所

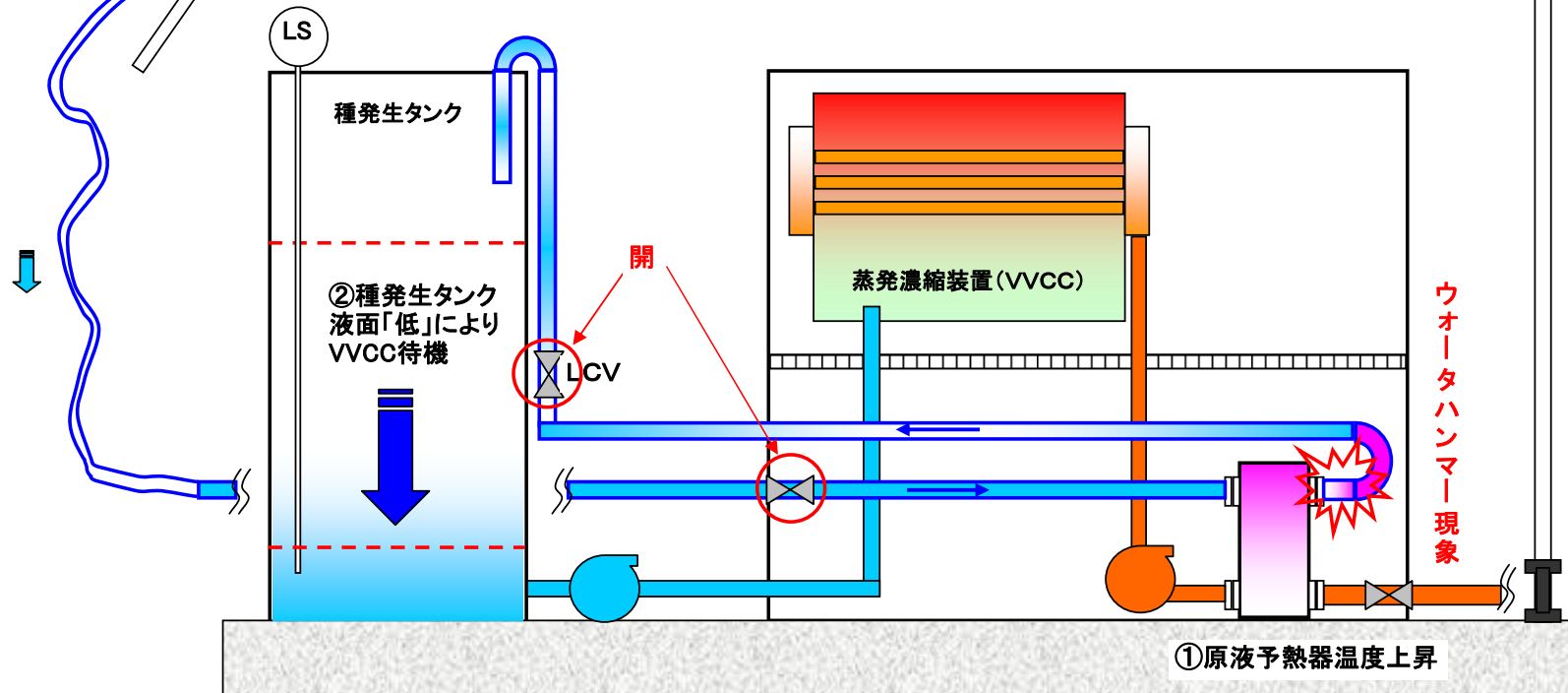
○: 緩み無し
●: 緩み有り(手で回転)



【蒸発濃縮装置3A水漏れメカニズム】

- ①濃縮供給ポンプを起動せず、蒸発濃縮装置を運転したため原液予熱器部の廃液温度上昇(約70℃)。
- ②廃液が供給されないため種発生タンクの液面が低下し液面「低」となり、蒸発濃縮装置が待機状態となる。
- ③濃縮水供給ポンプが停止していることに気づき、蒸発濃縮装置を停止することなくポンプを急に起動したことから、原液予熱器部にて、圧力変動によるボイドが発生しボイド消滅時の衝撃(ウォーターハンマー)で原液予熱器出口フランジ部のガスケットが変形し漏洩に至った。

24



運転手順書

警報対応手順書

3. 濃縮運転操作
 3.1 濃縮運転前確認事項及び準備事項

警報対応手順書

種発生タンク液面 低 無し

番号	準備・確認事項	確認者	備考
1.	蒸発濃縮装置の据付が完了しており、各ユーティリティとの接続が完了していること。		
2.	受電が完了しており、電源が使用可能であること。		
3.	「6. パルプチェックリスト」に従って弁のラインナップが完了していること		
4.	「7. 電源チェックリスト」に従って電源状態の確認が完了していること。		
5.	初期設定画面にてトリップ選択が「する」となっていること。 「メインメニュー」→「初期設定画面」→トリップ選択		
6.	シーケンスタイマ、警報時間設定、作動機器設定、計器設定および調節弁のPIDパラメータ設定が系統試験終了時と同様の値となっていること。		
7.	VVCCおよびRHCF濃縮工程表示画面にて下記設定となっていること。 ・濃縮液排出選択 「排出有り」 ・濃縮液排出後水洗浄選択 「洗浄有り」		
8.	ボイラユニットが1台以上運転しており、蒸気が使用可能であること。		
9.	補給水移送ポンプが1台以上運転しており、補給水が使用可能であること。		
10.	コンプレッサおよびドライヤが一台以上運転しており、計装用圧縮空気が使用可能であること。		
11.	濃縮水タンク及び蒸留水タンクが受入可能であること。		
12.	中間濃縮液タンクおよび種発生タンクが使用可能であること。		

警報対応手順書に
 「種発生タンク液面 低」時の対応手順書が無かった。

濃縮運転前確認事項及び準備事項に
 「濃縮水供給ポンプが運転していること。」の確認事項の記載が無かった。

変更前				変更後			
3. 濃縮運転操作				3. 濃縮運転操作			
3.1 濃縮運転前確認事項及び準備事項				3.1 濃縮運転前確認事項及び準備事項			
番号	準備・確認事項	確認者	備考	番号	準備・確認事項	確認者	備考
1.	蒸発濃縮装置の据付が完了しており、各ユーティリティとの接続が完了していること。			1.	蒸発濃縮装置の据付が完了しており、各ユーティリティとの接続が完了していること。		
2.	受電が完了しており、電源が使用可能であること。			2.	受電が完了しており、電源が使用可能であること。		
3.	「6. パルプチェックリスト」に従って弁のラインナップが完了していること			3.	「6. パルプチェックリスト」に従って弁のラインナップが完了していること		
4.	「7. 電源チェックリスト」に従って電源状態の確認が完了していること。			4.	「7. 電源チェックリスト」に従って電源状態の確認が完了していること。		
5.	初期設定画面にてトリップ選択が「する」となっていること。 「メインメニュー」→「初期設定画面」→トリップ選択			5.	初期設定画面にてトリップ選択が「する」となっていること。 「メインメニュー」→「初期設定画面」→トリップ選択		
6.	シーケンスタイム、警報時間設定、作動機器設定、計器設定および調節弁のPIDパラメータ設定が系統試験終了時と同様の値となっていること。			6.	シーケンスタイム、警報時間設定、作動機器設定、計器設定および調節弁のPIDパラメータ設定が系統試験終了時と同様の値となっていること。		
7.	VVCCおよびRHCF濃縮工程表示画面にて下記設定となっていること。 ・ 濃縮液排出選択 「排出有り」 ・ 濃縮液排出後水洗浄選択 「洗浄有り」			7.	VVCCおよびRHCF濃縮工程表示画面にて下記設定となっていること。 ・ 濃縮液排出選択 「排出有り」 ・ 濃縮液排出後水洗浄選択 「洗浄有り」		
8.	ボイラユニットが1台以上運転しており、蒸気が使用可能であること。			8.	ボイラユニットが1台以上運転しており、蒸気が使用可能であること。		
9.	補給水移送ポンプが1台以上運転しており、補給水が使用可能であること。			9.	補給水移送ポンプが1台以上運転しており、補給水が使用可能であること。		
10.	コンプレッサおよびドライヤが一台以上運転しており、計装用圧縮空気が使用可能であること。			10.	コンプレッサおよびドライヤが一台以上運転しており、計装用圧縮空気が使用可能であること。		
11.	濃縮水タンク及び蒸留水タンクが受入可能であること。			11.	濃縮水タンク及び蒸留水タンクが受入可能であること。		
12.	中間濃縮液タンクおよび種発生タンクが使用可能であること。			12.	中間濃縮液タンクおよび種発生タンクが使用可能であること。		
				13.	濃縮水供給ポンプが運転していること。		

再発防止対策書(警報対応手順書)

変更前	変更後																					
<p>警報対応手順書</p> <p>種発生タンク液面 低 無し</p>	<p>警報対応手順書</p> <table border="1" data-bbox="1151 300 2042 464"> <thead> <tr> <th>警報名</th> <th>警報設定値</th> <th>検出器</th> <th>インターロック</th> <th>ECWD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">VVCC警報表示: 液位異常</td> <td>LIC-711で20%相当</td> <td rowspan="3">LS-712 L</td> <td rowspan="3">インターロックなし</td> <td rowspan="3">-</td> </tr> <tr> <td>通常値</td> </tr> <tr> <td>制限値</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">イベント内容: 種発生タンク液面 低 (軽故障)</td> <td>-</td> <td></td> <td></td> <td>P&ID</td> </tr> <tr> <td>-</td> <td></td> <td></td> <td>VVCC</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> ・ 目的 装置停止を含む全ての運転工程で種発生タンクの液位を監視する。 ・ 設定根拠 - <p style="text-align: center;">処 置</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 「警報一覧・イベント記録」画面にて警報表示及びイベント内容を確認する。 2. VVCC蒸発器の運転状態を確認するとともに、濃縮水供給ポンプの運転状態を確認する。 3. 種発生タンクレベル(LIC-711)を確認するとともに種発生タンク液面調節計(LIC-711)の制御状態及び種発生タンク液面調節弁(LCV-712)が自動選択されており全開していることを確認する。 4. 制御器、弁の作動状態に異常が見られない場合は、系統のラインアップを確認するとともに、必要により、VVCC蒸発器を停止し原因の調査を実施する。 5. 濃縮水供給ポンプが停止していた場合、VVCC蒸発器を停止し、原液予熱器の温度計(TI-711、TI-712)を確認し温度が20℃以下(目安)に下がった後に、濃縮水供給ポンプを起動し、VVCC蒸発器を再起動すること。 	警報名	警報設定値	検出器	インターロック	ECWD	VVCC警報表示: 液位異常	LIC-711で20%相当	LS-712 L	インターロックなし	-	通常値	制限値	イベント内容: 種発生タンク液面 低 (軽故障)	-			P&ID	-			VVCC
警報名	警報設定値	検出器	インターロック	ECWD																		
VVCC警報表示: 液位異常	LIC-711で20%相当	LS-712 L	インターロックなし	-																		
	通常値																					
	制限値																					
イベント内容: 種発生タンク液面 低 (軽故障)	-			P&ID																		
	-			VVCC																		

VVCC濃縮工程表示

停止中

- ポンプ自動
- バルブ自動
- 制御弁自動

濃縮装置停止中に「保有液排出」SWで蒸発器内の保有液を全量排出します

保有液
排出

濃縮停止中のみ有効

非常停止

重故障

待機中

- 準備完了
- 濃縮運転可能
- 種発生タンク
- 中間濃縮液タンク
- シール水タンク
- 消泡剤タンク
- 計装空気圧力
- 運転マスター

濃縮水供給ポンプの運転を確認しましたか。
「はい」/「いいえ」

VVCC
濃縮起動

VVCC
自動停止

警報リセット

プガ-停止

非常停止

起動中

- シール水P 起動
- 真空P 起動
- 循環P 起動
- 再起動可残時間分
- ヒートP 起動
- 昇温開始

濃縮 運転中

- 警報状態
- 異常無し
- 軽故障
- 排出状態
- 排出制御待ち
- 排出制御中

VVCC 濃縮液密度	
現在値	g/cm ³
設定値	g/cm ³

停止 処理中

- ヒートP 停止
- 濃縮液排出選択
- 排出有り
- 排出無し
- 濃縮液排出
- 濃縮液排出後
水洗浄選択
- 洗浄有り
- 洗浄無し
- 洗浄水供給
- 洗浄水循環
- 洗浄水排出
- 工程完了

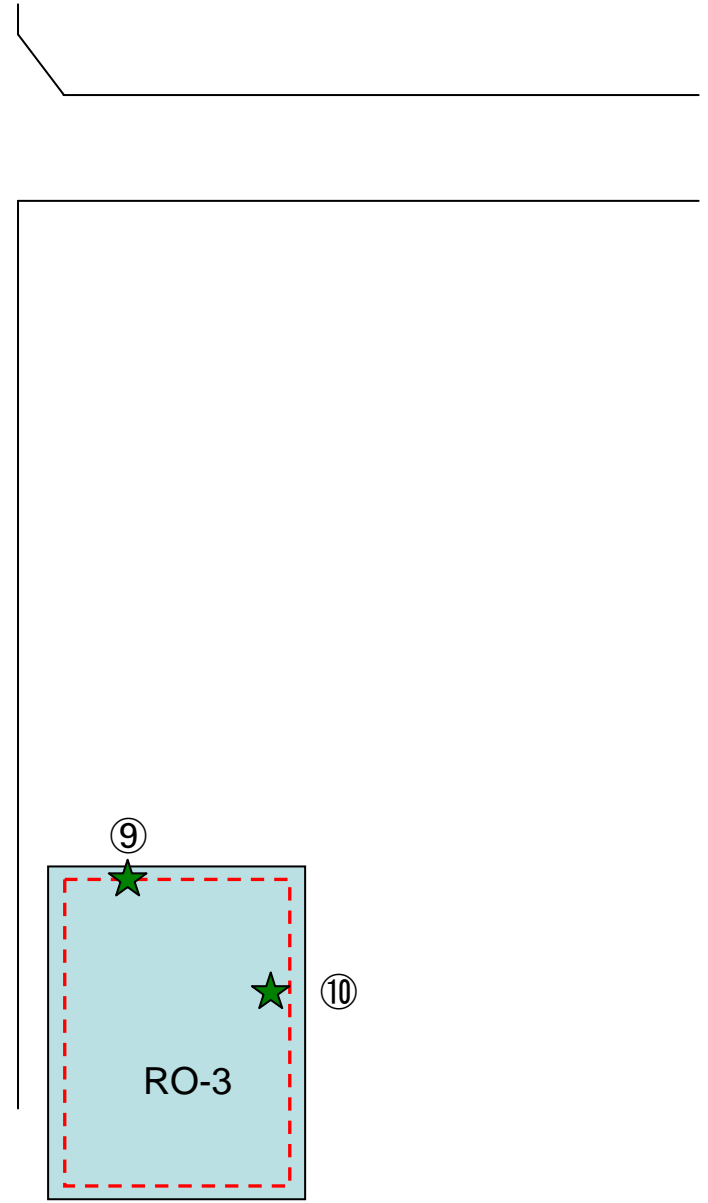
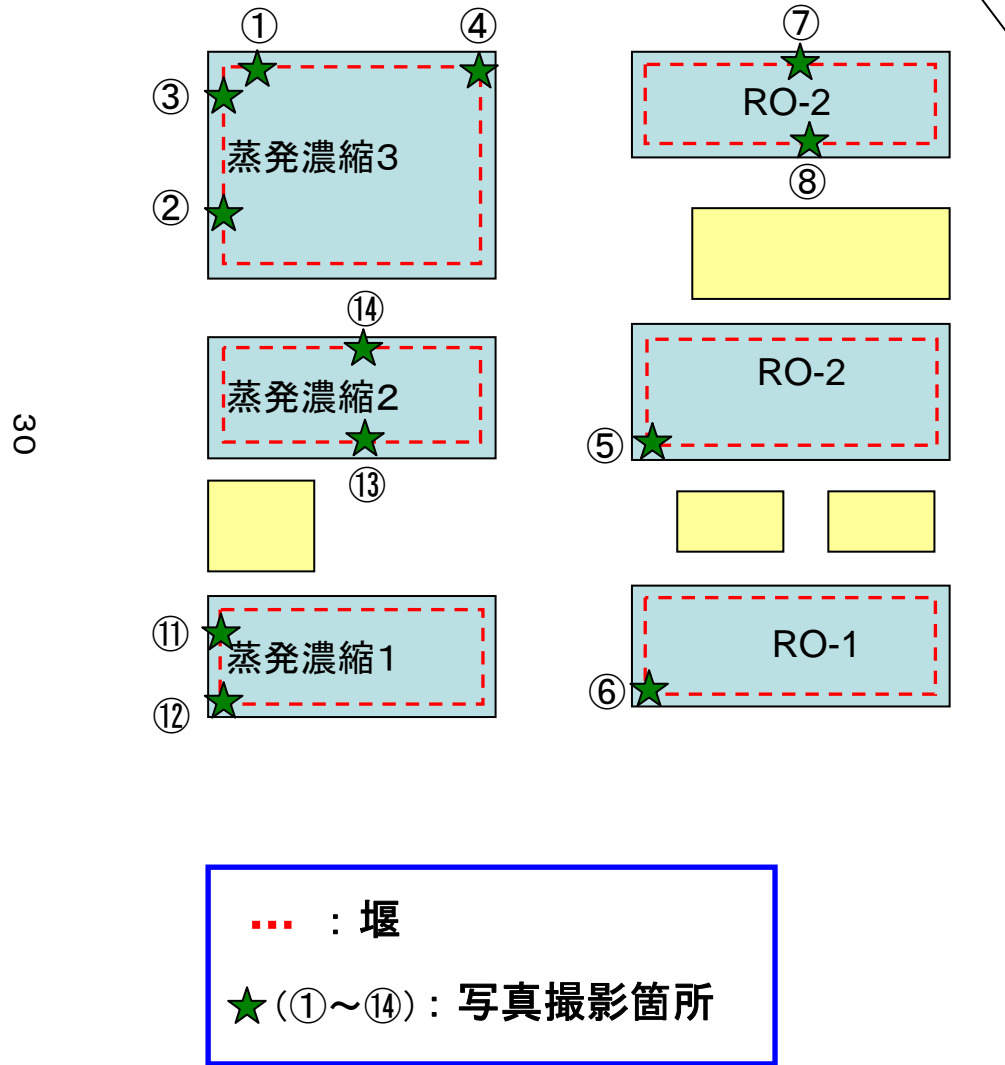
- メインメニュー
- フロー図
選択
- VVCC
濃縮工程
- VVCC
洗浄工程
- RHCF
濃縮工程
- RHCF
洗浄工程
- 警報表示
- ポンプ1
手動操作
- 自動弁1
手動操作
- 制御機器
メニュー

濃縮水供給ポンプの運転確認画面を設け、確認ボタンを押さないと蒸発濃縮装置が起動できないようにソフトを改造する。

堰・床の健全性確認結果

建物	設備名	堰・床	堰の点検結果
蒸発濃縮装置 3A～3C 用ハウス	蒸発濃縮装置 -3A～3C	H型鋼材 コンクリート	シール部 2 8 箇所についてコーキングにて補修を実施した。 床（コンクリート部）の継ぎ目の補修を実施した。
淡水化装置（逆浸透膜） RO-1A, B 用ハウス	RO-1A, B	L型鋼材 コンクリート	シール部 2 4 箇所についてコーキングにて補修を実施した。 床（コンクリート部）のひび割れなし。
淡水化装置（逆浸透膜） RO-2 用ハウス	RO-2	L型鋼材 コンクリート	シール部 5 4 箇所についてコーキングにて補修を実施した。 床（コンクリート部）のひび割れなし。
淡水化装置（逆浸透膜） RO-3 用ハウス	RO-3	L型鋼材 コンクリート	シール部 3 1 箇所についてコーキングにて補修を実施した。 床（コンクリート部）のひび割れ 8 箇所あり、エポキシ補修を実施した。
蒸発濃縮装置 1A～1C 用ハウス	蒸発濃縮装置 -1A～1C	L型鋼材 コンクリート	シール部 2 7 箇所についてコーキングにて補修を実施した。 床（コンクリート部）のひび割れなし。
蒸発濃縮装置 2A, B 用ハウス	蒸発濃縮装置 -2A, 2B	L型鋼材 コンクリート	シール部 2 8 箇所についてコーキングにて補修を実施した。 床（コンクリート部）のひび割れなし。
プロセス主建屋	油分分離装置 除染装置	建屋堰 建屋塗装	高線量区域のため点検困難。工認上の堰として設計・施工されているため、堰としての機能は有していると考える。
焼却工作建屋	セシウム吸着装置	建屋堰 建屋塗装	建屋堰・建屋塗装として設計・施工されているため、堰としての機能は有している。
高温焼却建屋	第二セシウム吸着装置	建屋堰 建屋塗装	建屋堰・建屋塗装として設計・施工されているため、堰としての機能は有している。

堰補修後状況図



①



蒸発濃縮装置3A水漏れ時状況

②



蒸発濃縮装置3Aシール部修理前

⑤



淡水化装置RO-2シール部修理後

⑧



淡水化装置RO-2シール部修理後

③



蒸発濃縮装置3Aシール部修理後

④



蒸発濃縮装置3Aシール部修理後

⑥



淡水化装置RO-1シール部修理後

⑨



淡水化装置RO-3シール部修理後

31

⑦



淡水化装置RO-2シール部修理後

⑩



淡水化装置RO-3床ひび割れ修理後

⑪



蒸発濃縮装置1A-1Cシール部修理後

⑫



蒸発濃縮装置1A-1Cシール部修理後

⑬



蒸発濃縮装置2A, Bシール部修理後

⑭



蒸発濃縮装置2A, Bシール部修理後

蒸発濃縮装置 3A～3C 用ハウスの漏えい箇所修理状況



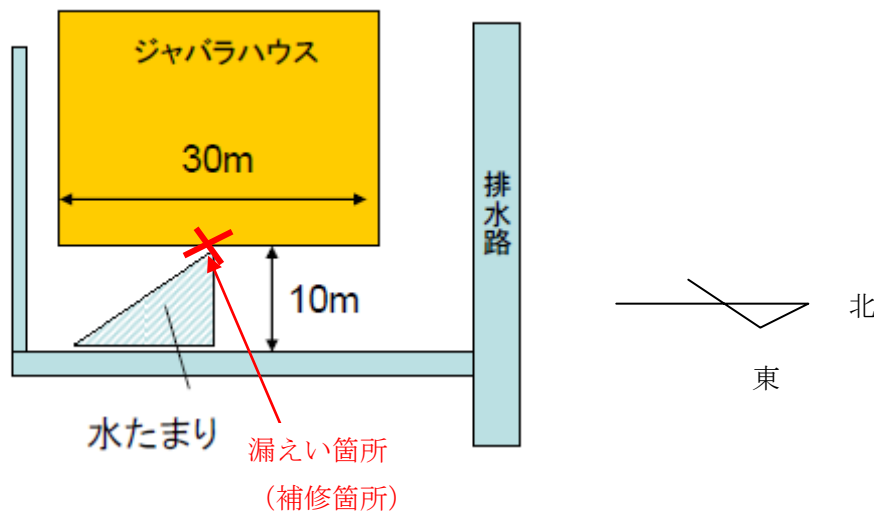
2011/12/14 補修後

蒸発濃縮装置建屋（道路側）
漏えい箇所補修状況



2011/12/14 補修後

蒸発濃縮装置建屋（道路側）
漏えい箇所補修状況の詳細



蒸発濃縮装置 3A～3C 用ハウスの目地修理状況



2012/1/27 補修

蒸発濃縮装置建屋（山側）
発泡性樹脂注入状況



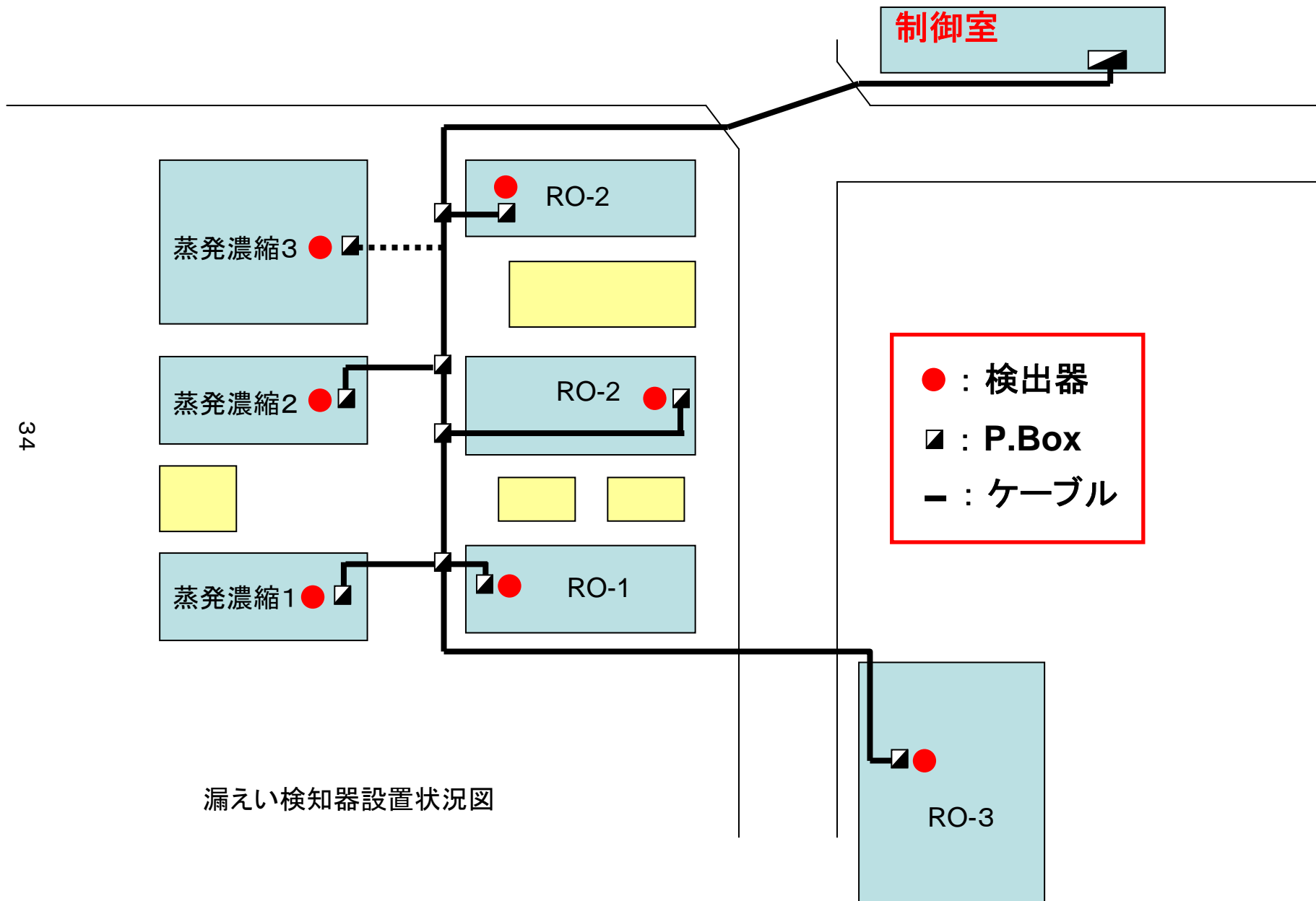
2012/1/27 補修

蒸発濃縮装置建屋（山側）
注入後のハウス内状況



2012/1/26 補修

蒸発濃縮装置建屋（海側）
注入後のハウス内状況



漏えい検知器設置状況図

【警報装置(制御室)】

35



漏洩検出 試験状況



全体図

【RO-1A, B用ハウス】



【RO-2用ハウス】

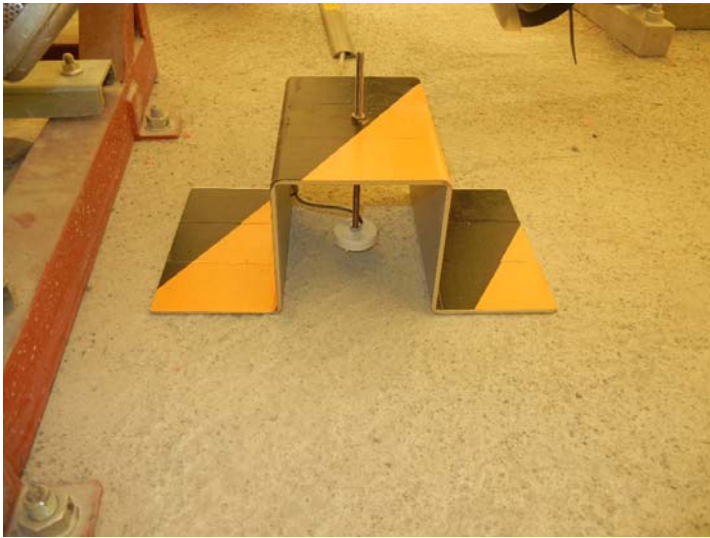


36

【RO-3用ハウス】



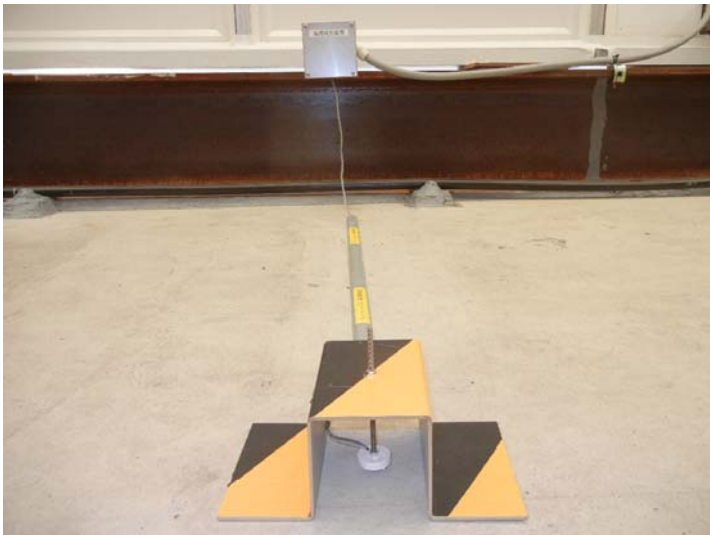
【蒸発濃縮装置1A～C用ハウス】



【蒸発濃縮装置2A, B用ハウス】



【蒸発濃縮装置3A～C用ハウス】



漏えい発生時の対応方針

屋外設置の水処理装置用ハウスからの漏えい発生時の漏えい拡大防止手順及び体制、並びにモニタリングの手順を以下の通りとする。

1.漏えい監視項目及び頻度

(1) 水処理制御室

- a.委託運転員による漏えい検知器の動作状況確認・・・随時（常時監視）
- b.委託運転員によるモニタ確認（監視カメラによるハウス内状況確認）
・・・随時（常時監視）

(2) 屋外設置水処理装置用ハウス

- a.当社社員又は委託運転員による巡視点検・・・1回／日

2.水処理装置用ハウスからの漏えい発生時の連絡及びサンプリング体制

- (1) 漏えいを確認した者は、直ちに、水処理装置管理責任者又は代務者（以下、設備所管GM）に連絡する。

この際、設備所管GMは、ハウス外への漏えいの有無及び付近の側溝等への流出の有無を確認すること。

- (2) 設備所管GMは、漏えいが発生したことを、原子力復旧本部（復旧班長）へ報告するとともに、保安班長に漏えい水の分析を要請する。

また、設備所管GMは、現場から連絡を受けた漏えい状況及び現場に派遣した当社社員からの漏えい状況の報告を受け次第、その都度、原子力復旧本部に状況を報告する。

- (3) 要請を受けた保安班長は設備所管GMより漏えい水に関する情報（漏えい量、漏えい経路等）を入手し、漏えい水をサンプリングし、分析を行う。分析の対象核種については、必要に応じ本店保安班長及び環境影響評価GMと協議する。

- (4) 一般排水路等への流出が確認された場合、保安班長は設備所管GMと協力して、一般排水路等必要な箇所の水及び一般排水路の放水口等流出箇所付近の水をサンプリングし分析を行う。対象となる水が高濃度、高線量の場合を除き、サンプリング量は原則5L以上とし、頻度、期間については漏えい水の放射能濃度、漏えい量を踏まえて判断する。なお、分析対象核種については、必要に応じ本店保安班長及び環境影響評価GMと協議する。

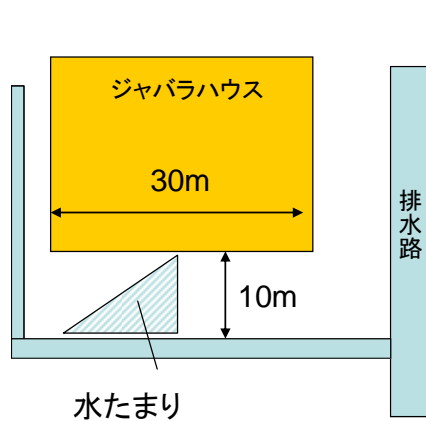
- (5) 港湾，あるいは海域への流出が確認された場合，保安班長は，本店保安班長を通じて環境影響評価 GM に連絡し，外部への影響評価を要請する。
- (6) 環境影響評価 GM は，本店保安班長並びに設備所管 GM より漏えい水の放射能濃度，漏えい量，流出経路等の情報を入手し，可能な限り早く最初のサンプリングを実施する。最初のサンプリング時は，拡散状況が不明であるので，流出開始からの時間を考慮して保守的に拡散範囲を想定し，流出地点から機械的（同心円メッシュ状など）に調査点を配置し，5L 以上の水を採取する。流出が止まるまでは，原則として毎日サンプリングを実施する。採取後，速やかに分析を実施し，その結果を踏まえてその後のサンプリング計画及び環境影響評価の検討を行う。

3.漏えいの拡大防止手順

- (1) 設備所管 GM は、現場に、漏えい拡大防止用の土のう、吸水ポリマー、水中ポンプ、ホース等を常時配備しておく。
- (2) 設備所管 GM は、速やかに、当社社員を漏えい現場に派遣し、漏えい状況（ハウス外への漏えいの有無及び付近の側溝等への流出の有無及び漏えい量、線量等）を報告させるとともに、設備の停止・隔離、漏えい拡大防止措置（漏えい箇所を土のう、吸水ポリマーにより堰止める等）を当社員に指示し、実施させる。
- (3) 側溝への流出が確認された場合は、側溝内への土のう等投入による止水を行う。
- (4) 設備所管 GM は、漏えい水を水中ポンプ等で汲み上げ、適切な箇所（タンク等）に移送を行う。
- (5) 設備所管 GM は、必要に応じて復旧班長に漏えい拡大防止措置のため応援要請を行う。

以 上

一般排水路への漏えい量評価



■流出速度

- ①現場観察: 約1L/min (10秒で約180mL)
- ②計算(ヘルヌーイ式): 約0.8L/min (幅1×高さ40mmスリット)
- ③試験: 約0.125L/min (水深5cm、幅2×20mmスリット)

■水たまり量

計算: $15 \times 10 \times 1/2 \times 1\text{mm} = 75\text{L}$

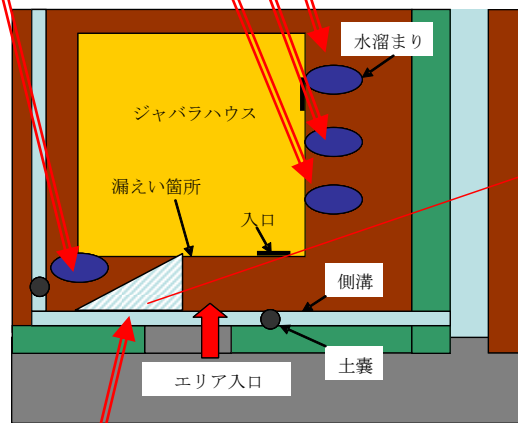
■放出量

- ①漏えい確認11:30～土のう設置15:30=約240min
- ②水たまりは系外へ出ず、水たまり形成までの時間=約75min
- ③U字溝への土のう設置=約10min
- ④き裂周り土のう完成=約10min
- ・U字溝流入～土のう設置まで(漏えい時間)= $240 - (75 + 10 + 10) = 145\text{min}$
- ・排水路への総漏えい量は、流出速度を保守的に1L/minとし、
 $V = 1\text{L/min} \times 145\text{min} = 145\text{L} \rightarrow$ 【約150L】

	漏えい量1L/min 水たまり1mm		備考
	時刻	経過時間	
き裂からU字溝到達	11:30～12:45	75	②アスファルトに三角形(15×5m)
U字溝への漏えい継続	12:45～15:00	135	
き裂周り土のう設置	15:00～15:10	10	最終的にほぼ漏えいの広がり停止
U字溝への土のう設置	15:10～15:20	10	
き裂周り土のう完成	15:20～15:30	10	
		10	

240 ①

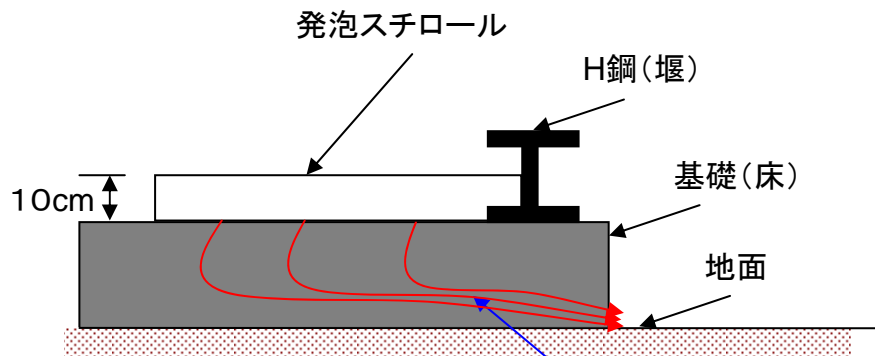
コンクリート製床と堰の接合部分からの漏えいと想定される箇所



コンクリート製床の継ぎ目(ひび割れ)からの漏えいと想定される箇所



床面のひびからの漏えい量測定試験の実施結果について



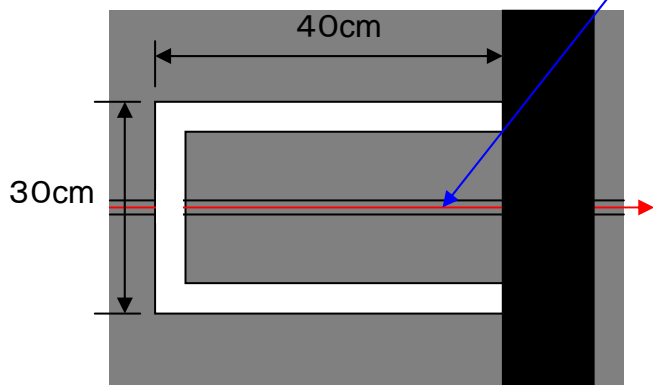
【試験内容】

蛇腹ハウス内基礎(床)面のひび(コンクリート床の継ぎ目)の周りを、発泡スチロールで、幅30cm×長さ40cm×高さ10cmの囲いを作り、5cmの水張りを行い、ハウス外への流出水量を測定した。

【試験結果】

- ・試験日時:平成23年12月5日14:30~15:30
- ・ハウス外への流出水はにじみ程度であり、測定不能であった。

ひび(コンクリート床の継ぎ目
=漏えいルート)



※ 参考

試験が不調であったため、プラスチック容器の側面下部にスリットを設け、容器内に5cmの水張りを行い、容器外への流出水量を測定した。

- ・幅2mm×高さ20mmの場合、120cc/分
- ・幅3mm×高さ30mmの場合、270cc/分

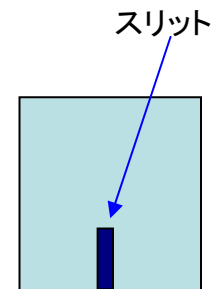


表 14-1 南放水口付近におけるモニタリング結果

採取場所	福島第一 南放水口付近 (1~4号機放水口から南側に約330m地点)										②炉規則告示濃度限度 Bq/L (別表第2第六欄 周辺監視区域外の 水中の濃度限度)	
	平成23年10月10日 9時55分	平成23年10月10日 10時	平成23年11月14日 8時45分	平成23年12月5日 10時35分	平成23年12月10日 8時20分	平成23年12月17日 8時20分	平成23年12月24日 8時10分	①試料濃度 (Bq/L)	倍率 (①/②)	①試料濃度 (Bq/L)		倍率 (①/②)
試料採取日 時刻												
検出核種 (半減期)												
I-131 (約8日)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	ND	-	40
Cs-134 (約2年)	ND	1.6	0.03	4.8	1.7	0.03	0.08	1.3	0.02	1.2	0.02	60
Cs-137 (約30年)	ND	3.2	0.04	6.2	2.3	0.03	0.07	1.8	0.02	2.5	0.03	90
Sr-89 (約51日)	0.94	0.086	0.00	140	2.5	0.01	0.47	-	-	-	-	300
Sr-90 (約29年)	1.5	0.17	0.01	400	9.6	0.32	13	-	-	-	-	30
全β	ND	ND	-	780	32	-	-	28	-	35	-	-

※ 炉規則告示濃度は、「Bq/cm³」の表記を「Bq/L」に換算した値

※ 二種類以上の核種がある場合は、それぞれの濃度限度に対する倍率の総和を1と比較する。

表 14-2 追加調査位置におけるモニタリングの結果

採取場所	請戸川沖合3km 上層		福島第一 敷地沖合3km 上層		福島第二 敷地沖合3km 上層		福島第一 敷地沖合8km 上層		②炉規則告示濃度限度 Bq/L (別表第2第六欄 周辺監視区域外の 水中の濃度限度)
	①試料濃度 (Bq/L)	倍率 (①/②)	①試料濃度 (Bq/L)	倍率 (①/②)	①試料濃度 (Bq/L)	倍率 (①/②)	①試料濃度 (Bq/L)	倍率 (①/②)	
試料採取日 時刻	平成23年12月10日 10時40分		平成23年12月10日 11時00分		平成23年12月10日 11時45分		平成23年12月10日 11時15分		
検出核種 (半減期)	①試料濃度 (Bq/L)	倍率 (①/②)	①試料濃度 (Bq/L)	倍率 (①/②)	①試料濃度 (Bq/L)	倍率 (①/②)	①試料濃度 (Bq/L)	倍率 (①/②)	
I-131 (約8日)	ND	-	ND	-	ND	-	ND	-	40
Cs-134 (約2年)	ND	-	ND	-	ND	-	ND	-	60
Cs-137 (約30年)	ND	-	ND	-	ND	-	ND	-	90
Sr-89 (約51日)	ND	-	0.050	0.00	ND	-	ND	-	300
Sr-90 (約29年)	0.077	0.00	0.13	0.00	0.13	0.00	0.038	0.00	30
全β	ND	-	ND	-	ND	-	ND	-	-

表 14-3-1 定点調査位置におけるモニタリングの結果及び漏えい前の結果との比較 (1 / 2)

採取場所	福島第一 5.6号機放水口北側 (5.6号機放水口から北側に約30m地点)			福島第一 南放水口付近 (1~4号機放水口から南側に約330m地点)		
	平成23年10月10日 10時25分	平成23年11月14日 9時10分	平成23年12月10日 8時45分	平成23年10月10日 9時55分	平成23年11月14日 9時45分	平成23年12月10日 8時20分
I-131 (約8日)	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cs-134 (約2年)	ND	4.1	3.5	ND	1.6	1.7
Cs-137 (約30年)	ND	5.9	4.1	ND	3.2	2.3
Sr-89 (約51日)	1.3	1.3	1.2	0.94	0.086	2.5
Sr-90 (約29年)	2.1	2.6	3.9	1.5	0.17	9.6
全β	ND	ND	25	ND	ND	32

表 14-3-2 定点調査位置におけるモニタリングの結果及び漏えい前の結果との比較 (2 / 2)

採取場所	福島第一 敷地沖合15km 上層			福島第二 敷地沖合15km 上層		
	平成23年10月10日 8時30分	平成23年11月15日 9時05分	平成23年12月10日 9時00分	平成23年10月10日 8時05分	平成23年11月15日 8時35分	平成23年12月10日 8時10分
I-131 (約8日)	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cs-134 (約2年)	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cs-137 (約30年)	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Sr-89 (約51日)	0.029	ND	ND	ND	ND	ND
Sr-90 (約29年)	0.03	ND	0.063	0.023	ND	0.016
全β	ND	ND	ND	ND	ND	ND

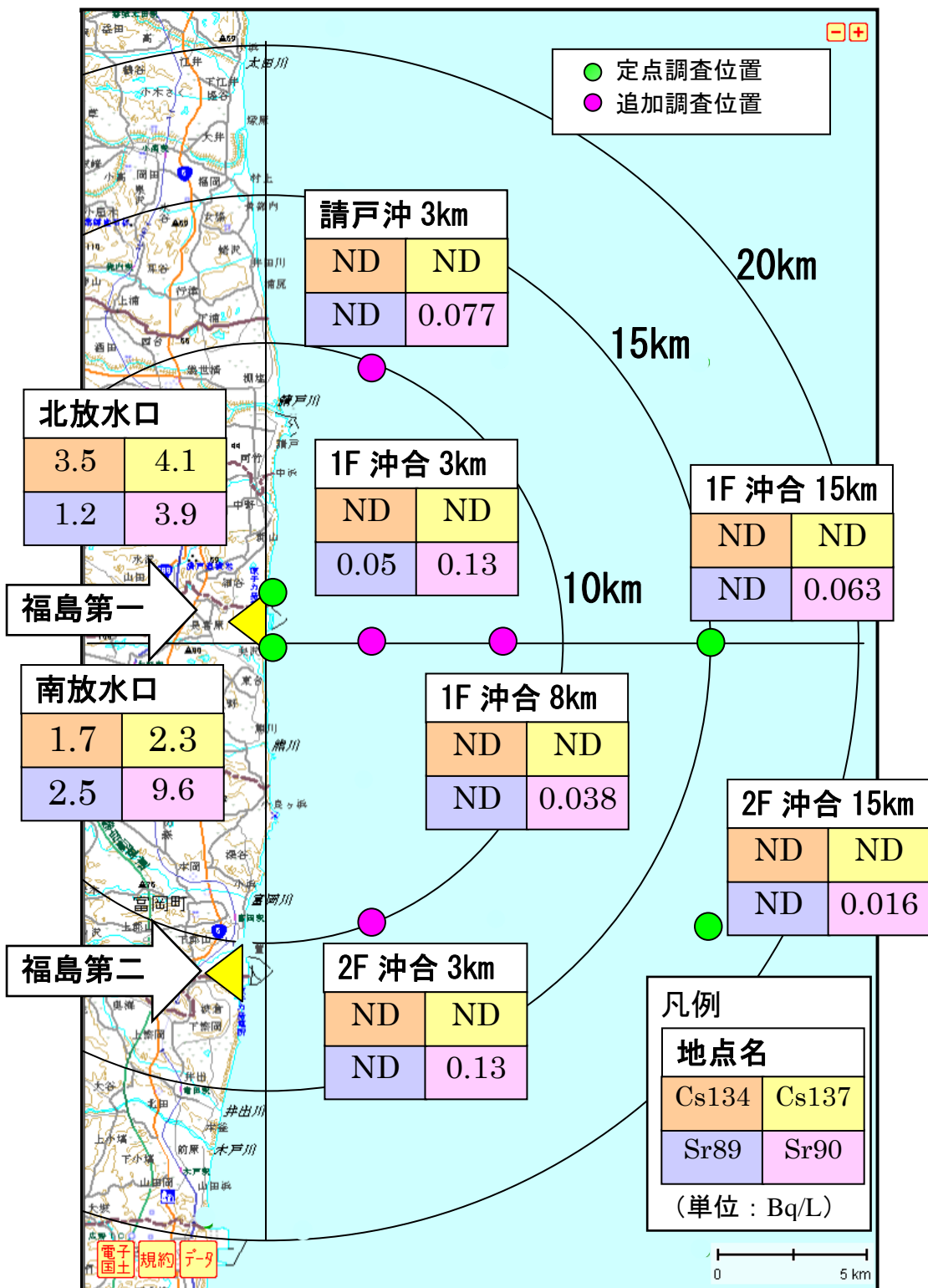


図 14-1 海域モニタリングの結果 (実施日: 12月10日)

表 14-4 追加分析計画

採取日	分析済み試料	分析追加	分析項目※	測定の目的
11/28	無し	⑫小高沖 3km	全β	漏えい前の状況の確認
12/3	無し	③福二北放水口	全β	漏えい前の状況の確認
12/5	②福一南放水口	①福一北放水口 ③福二北放水口	全β 全β	漏えいによる影響範囲の確認
12/6	無し	①福一北放水口 ②福一南放水口 ③福二北放水口 ⑫小高沖 3km	全β 全β 全β 全β	漏えいによる影響範囲の確認
12/10	定例4地点 追加4地点	③福二北放水口	全β	漏えいによる影響範囲の確認
12/11	無し	⑫小高沖 3km	全β	漏えいによる影響範囲の確認
12/31	無し	②福一南放水口	全β	影響収束の確認

※ 漏えい以降に採取した試料で全β放射能が検出された場合にストロンチウムの測定を行う方針であるが、12月5日、6日の試料の全β測定により、拡散の状況を確認した上で、ストロンチウムの分析地点を決定する。

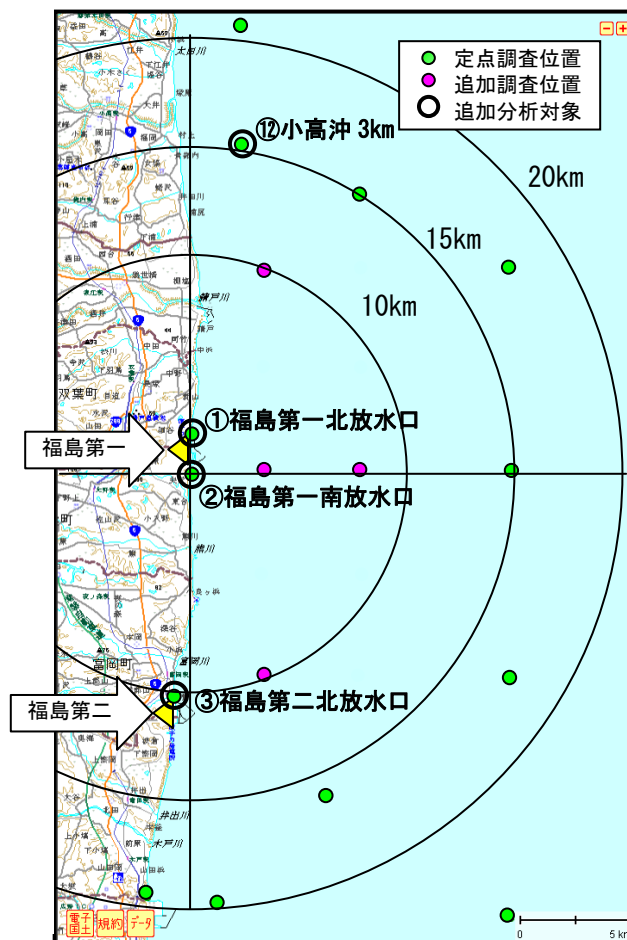


図 14-2 追加分析対象位置図

床の漏水防止対策及び監視カメラ設置スケジュール

添付資料-15

	H24.1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
堰からの漏えい対策	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽				
	屋外設置装置用ハウスの1回/月堰・床健全性確認パトロール(必要に応じ補修)												
		蒸発濃縮装置3A~3Cハウス床面(防水塗装)											
			蒸発濃縮装置3A~3C以外のハウス床面(防水塗装)										
		RO用ハウス床面(防水塗装)											
監視カメラ設置		設計・調達・設置・調整											
											運用開始 ▽		