

第2段階におけるナトリウムの
抽出・搬出作業の検討状況

令和 ●年 ●月 ●日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

1. 拔出・搬出作業の検討状況

1.1 非放射性ナトリウム

本項では搬出対象とする非放射性ナトリウムである2次系ナトリウムについて記載する。非放射性ナトリウムのうち、炉外燃料貯蔵槽2次補助ナトリウム系は、タンク底部の残留ナトリウム拔出治具の技術開発に使用するなど、解体技術基盤の整備に資することとするため、大洗ナトリウム施設等で実績のある方法（ドラム缶等）で拔出し・保管する。

1.1.1 抜取り段階

2次系ナトリウムは、すでに第1段階で既設タンク（ダンプタンク、オーバフロータンク）及び2次冷却材ナトリウム一時保管用タンクに抜取り、固化済みである。

1.1.2 拔出し段階

第1段階終了時点において各タンク内で固化保管されている2次系ナトリウムをISOタンクに拔出するには、ナトリウムを溶融し、既設のナトリウム移送ルートに新設ルートを追加する必要がある。2次冷却系は、ナトリウム酸化防止機能に関わる設備以外は休止状態にあり、拔出ルートとして使用する範囲については必要な機能を復旧する。2次系ナトリウムの拔出し方針を以下に示す。

(1) 拔出し配管のルート設定、追設、拔出方法

a. 要求事項

ISOタンクへのナトリウム拔出しに当たり、安全を確保しつつ、拔出しに係る追設量を考慮し、配管ルート及び設備復旧範囲を最小限とする拔出方法の選定が必要である。

b. 作業方針

- ・設備改造範囲を小さくする。
- ・残留ナトリウム量を低減する。
- ・他の廃止措置作業と整合の取れた（エリア調整、抜き出し期間の短縮等）拔出し方法を検討する。

c. 現在の検討状況

「設備改造範囲を小さくする」こと及び「抽出し期間を短くする」とは、トレードオフの関係があることから、総合的な評価の上で検討を進める必要がある。現状は、ガス圧を利用して抽出する方法が優位とされている。また、抽出し期間を短くするには、2次系一時保管用タンクを介せずに行う方法が優位とされている。図1に2次系ナトリウム抽出し案の各イメージを、図2に各案に対応した2次系ナトリウム通液範囲イメージを示す。

(2) ISOタンク、抽出配管の耐震設計

a. 要求事項

地震発生時のナトリウム漏えいを防止するため、ナトリウムを内包する機器は、機器の重要度に応じた耐震性が必要である。

b. 作業方針

- ・ナトリウム抽出しに追設する配管は、日本機械学会「設計・建設規格」に基づき、耐震クラス B(S*)にて設計を行う。
- ・もんじゅサイト内に設置するISOタンクは国際規格品であり、その耐震性については、Sクラス地震時にも容器が破損しないこと及び他機器への波及的影響がないことを確認する。

*：耐震BCで用いた基準地震動 S_s-D 及び近隣の軽水炉の基準地震動を参考に策定した地震動により設計を行う。

c. 現在の検討状況

ISOタンク及び搬入用設備等の付属設備を含め、耐震評価を進めている。図3に2次系ナトリウム用のISOタンク設置時における耐震上の固定方式等のイメージを示す。

(3) ナトリウム漏えい対策

a. 要求事項

ナトリウム取扱い作業では、作業者の安全を確保するとともに、ナトリウム漏えいに対しては、漏えいを防止し、漏えいを早期に検出し漏えいの影響を緩和する方策が必要である。

b. 作業方針

- ・ISO タンクとナトリウム抽出し配管との接続は、フランジ面の接続が確実となるステンレス鋼製のフレキシブルホースを使用し、接続部からのナトリウム漏えいを防止する。
- ・ナトリウム漏えい時の対策は一時保管用タンクの設置時の対策の考え方を踏襲する。
(キャッチパン、ナトリウム漏えい検出器の設置、火災検知器・窒素ガス注入設備等の既設備の活用)

c. 現在の検討状況

地震時の接続配管部間の相対変位を制限して漏えいを防止し、また、フランジ面からの漏えいを検知する方式について、対策設備の仕様検討を進めている。

(4) 復旧範囲、復旧計画の決定

a. 要求事項

設備の再点検範囲及び交換部品点数を考慮し、確実かつ速やかに設備を復旧することが必要である。また、長納期品、生産中止品による復旧工程への影響も考慮することが必要である。

b. 作業方針

- ・ナトリウム通液範囲（復旧範囲）を最小限にする。
- ・設備の復旧に当たっては、必要な点検（耐圧漏えい試験、機能確認等）を行った上で、定期事業者検査にて性能を満足していることを確認する。

c. 現在の検討状況

ナトリウム通液範囲（復旧範囲）は、優位とされている抽出方法を考慮した場合、現状 EL.29m 以下となる見込みである。設備の復旧に当たっては、長納期品、生産中止品の代替品等の調査を実施している。

(5) タンク底部ナトリウムの抜取り治具の整備

a. 要求事項

既設タンク底部ナトリウムに関して、解体時の作業安全を考慮し、可能な限り抜取ることが必要である。

b. 作業方針

- ・タンク底部の残留ナトリウムを低減する。
- ・タンク内受皿のナトリウムを低減する。
- ・放射性ナトリウム搬出時に搬出する。

c. 現在の検討状況

既設タンク底部ナトリウムの専用抜出治具の仕様案の検討を進めている。既設タンク底部ナトリウム抜出し方法のイメージを図4に示す。

1.1.3 搬出段階

ナトリウムの搬出に用いる ISO タンクは、幾何容積 23m^3 の円筒形輸送容器であり、搬出にあたっては道路交通法及び消防法に適合する必要があるため、取扱最大重量 24 トンとなる。したがって、ISO タンクの自重を考慮すると、充てん容量は約 18.5 トンとなる。

(1) ISO タンクの施設搬出入方法

a. 要求事項

ISO タンクの搬出入に関して、安全に ISO タンクを搬入・搬出することが必要である。なお、放射性ナトリウムの ISO タンク搬出入についても、要求事項は同様である。

b. 作業方針

- ・ISO タンクの搬出は、ナトリウム抜出し後、冷却固化、移動を 10 日以内に完了させる（消防法上の仮設届の要件より）。
- ・ISO タンクは、建屋内に 1 基ずつ搬入し、抜出し、冷却固化後、移動する。

c. 現在の検討状況

ISO タンクの搬出入用設備（CT レールを活用した台車、シャーシー等）、ISO タンク冷却方式（油冷却、空気冷却）に関し仕様検討を進めている。2次系ナトリウム用の ISO タンク搬出入のイメージを図5に示す。

(2) ISO タンクの施設搬出入時の揚重設備の整備

a. 要求事項

安全かつ円滑に ISO タンク搬出入を行うため、ISO タンクの搬出入時の揚重設備の整備が必要である。なお、放射性ナトリウムの ISO タンク搬出入時の揚重設備についても、要求は同様である。

b. 作業方針

- ・建物内で ISO タンクを吊り上げる場合と建物外で吊り上げる場合の作業性を比較し、作業性のよい方式を選択する。
- ・建物内で ISO タンクを吊り上げる場合は、タンク重量に見合ったホイストを追加設置、建物外で吊り上げる場合はタンク重量に見合った重機（ラフタークレーン等）を配備する。

c. 現在の検討状況

ISO タンク搬入用台車について検討中。台車仕様が確定した後、上記作業方針に沿って検討を進める。

(3) ISO タンクの所外搬出

a. 要求事項

ISO タンクに収納された非放射性ナトリウムの危険物輸送を計画した搬出期間に安全、確実に行う。

b. 作業方針

ISO タンク 1 基ずつを個別トレーラーに積載し、2 基又は 4 基を纏めて所外に陸上搬出する。

c. 現在の検討状況

もんじゅから積出し港に陸上輸送した後、受け入れ先に海上輸送する方針で実現性を調査している。なお、ナトリウムの搬出先については、もんじゅからの搬出可能時期に受け入れ、ナトリウムを有効利用することを前提に選定する。

1.2 放射性ナトリウム

1.2.1 ナトリウム設備による廃止措置作業実施（しゃへい体等取出し）

原子炉容器・1次冷却系及び炉外燃料貯蔵槽1次補助ナトリウム系の放射性ナトリウムを既設タンクに抜取るため、原子炉容器、炉外燃料貯蔵槽等のナトリウム中で行うしゃへい体等取出し作業を完了する。

a. 要求事項

第3段階で行う原子炉容器本体の解体着手に必要な炉心内にある炉心構成要素等のうち、しゃへい体等の放射化し、近接作業での取出しができないものを燃料交換設備により取り出す。

b. 作業方針

- ・燃料交換設備による燃料体取出しの経験、実績を反映して、安全、確実な作業を計画する。
- ・本作業が放射性ナトリウムの搬出の律速工程となることから、安全、確実かつ速やかな作業実施ができるよう、他の廃止措置作業と整合のとれた最適化を図る。

c. 現在の検討状況

しゃへい体等取出し時の原子炉容器のナトリウム液位を S s L（システムレベル）として、1次主冷却系及び付属系統のナトリウムを既設タ

ンクに抜取り、これら系統の運用を停止することにより、本作業と競合関係にある設備点検・検査を軽減し、しゃへい体等取出し作業の迅速化を図ることとした。

S s Lでのしゃへい体等取出し作業が安全、確実にできることを事前評価で確認するとともに、事前確認試験を計画している。

1.2.2 抜取り段階

放射性ナトリウムは、第1段階で既設設備・通常操作にて既設タンク（ダンプタンク、オーバフロータンク）に抜取り・固化保管し、既設タンクで抜取りできない分については、原子炉容器内に約216トン、炉外燃料貯蔵槽内に約88トン、液体状態で保管する。

1.2.3 拔出し段階

放射性ナトリウムの拔出しでは、1.1.2項（非放射性ナトリウムの拔出し段階における主作業及び作業方針）に加え、下記の方針にて検討を進めて行く必要がある。

a. 要求事項

放射性ナトリウム拔出しにあたり、非放射性ナトリウム拔出しに加え、放射性物質を扱う安全対策を追加し、検討が必要となる。

b. 作業方針

- ・放射性物質の漏えいを防止する。
- ・放射性廃棄物の発生量を低減する。
- ・ナトリウム漏えい時の放射性物質による汚染リスクを低減する。

c. 現在の検討状況

放射性ナトリウムの拔出し検討については、昨年度はISOタンクを格納容器オペレーションフロアへの設置を想定し、1次冷却系ナトリウム拔出し方法の検討を実施した。今年度は炉外燃料貯蔵槽ナトリウムの拔出し方法を含め、原子炉補助建物へのISOタンク設置による拔出し方法を検討し、比較評価を行う予定である。図6に格納容器オペレーションフロアへの設置による拔出し方法イメージを示す。

1.2.4 搬出段階

(1) ISO タンクの施設搬出入

放射性ナトリウムの搬出では、1.1.3 項（非放射性ナトリウムの搬出段階における主作業及び作業方針）に加え、下記の要求事項を考慮して検討を進めて行く必要がある。

a. 要求事項

放射性物質濃度は低いとはいえ、ナトリウム中に放射性物質を含む。ナトリウム搬出にあたり、放射性物質の取扱い及び管理に関する追加検討が必要となる。

b. 作業方針

- ・格納容器オペレーションフロア設置とした場合のエリア調整見通しを把握する（廃止措置全体工程へ与える影響の把握）。
- ・原子炉補助建物への設置とした場合、既設搬入口及び扉で ISO タンクが搬入、搬出の可否に係る検討する（躯体物側の改造工事する場合の工事規模を検討し判断）。

c. 現在の検討状況

格納容器オペレーションフロア及び原子炉補助建物への ISO タンク設置による抜出し方法の比較評価を実施後、改めて課題を整理し、放射性ナトリウム搬出に係る方針設定を行う。

(2) ISO タンクの所外搬出

a. 要求事項

ISO タンクに収納された放射性ナトリウムの危険物輸送を計画した搬出期間に安全、確実に行う。

b. 作業方針

ISO タンク複数基を纏めて、もんじゅ港から所外に海上搬出する。

c. 現在の検討状況

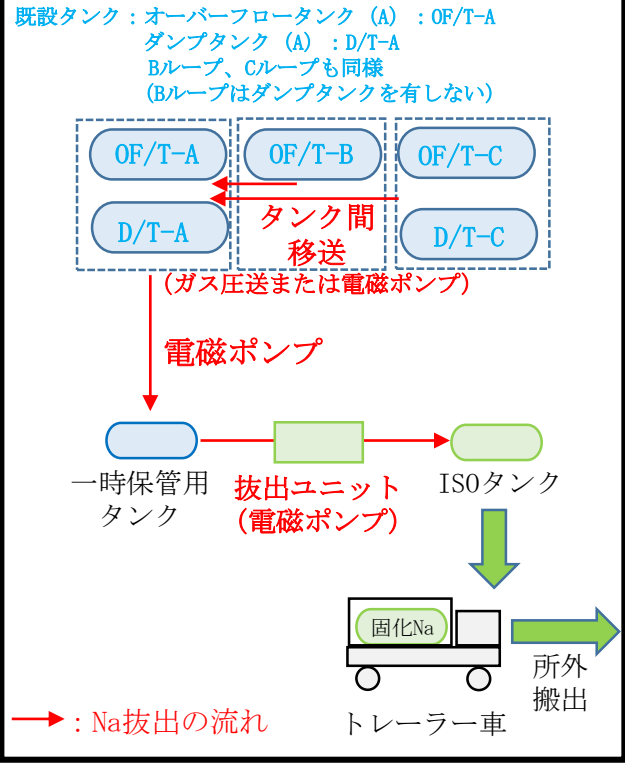
もんじゅ港から受け入れ先に海上輸送する方針で実現性を調査して

いる。なお、ナトリウムの搬出先については、もんじゅからの搬出可能時期に受け入れ、ナトリウムを有効利用することを前提に選定する。

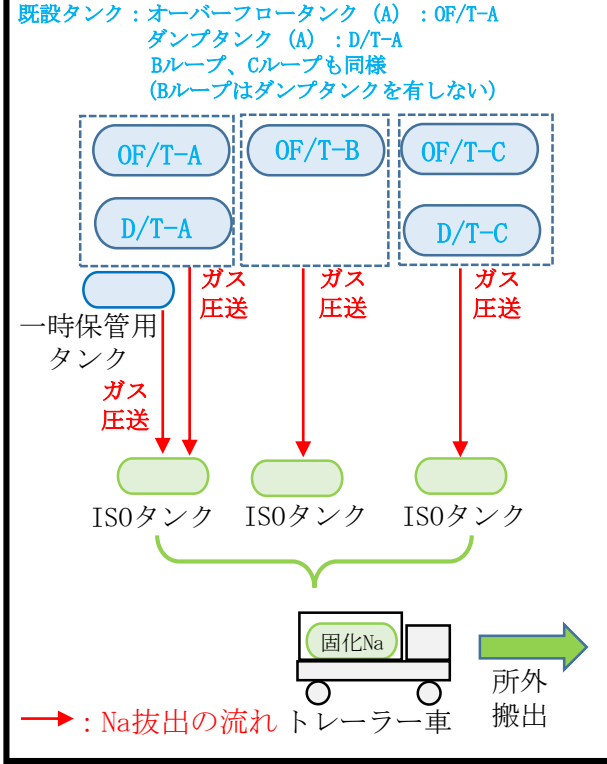
以上

本文中で引用している図について (第2段階におけるナトリウムの 抽出・搬出作業の検討状況)

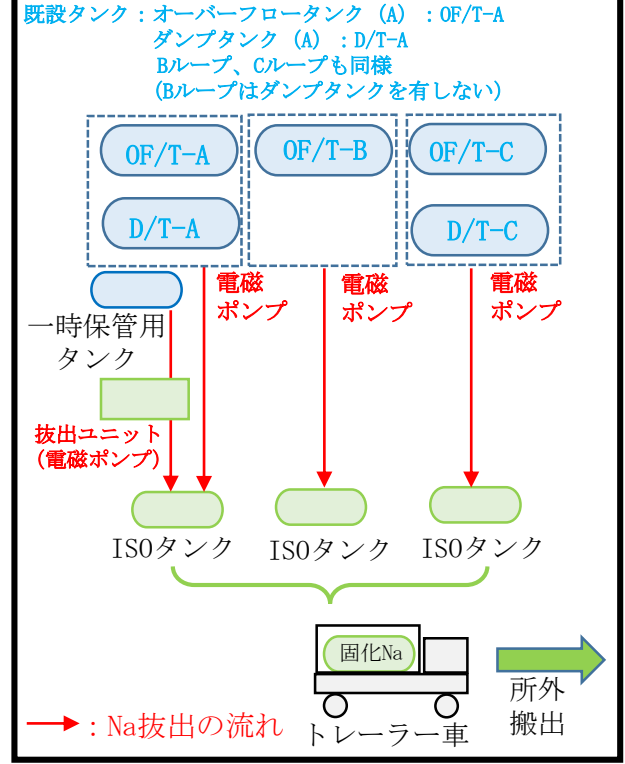
図1	2次系ナトリウム各抽出し案
図2	抽出し案毎の2次系ナトリウム通液範囲
図3	2次系ナトリウム用のISOタンク設置時の固定例
図4	既設タンク底部ナトリウム抽出方法
図5	2次系ナトリウム用のISOタンク搬出入ルート (案2想定、AループナトリウムはBループにタンク間移送)
図6	格納容器オペレーションフロアへの設置を想定した抽出し 方法



案 1

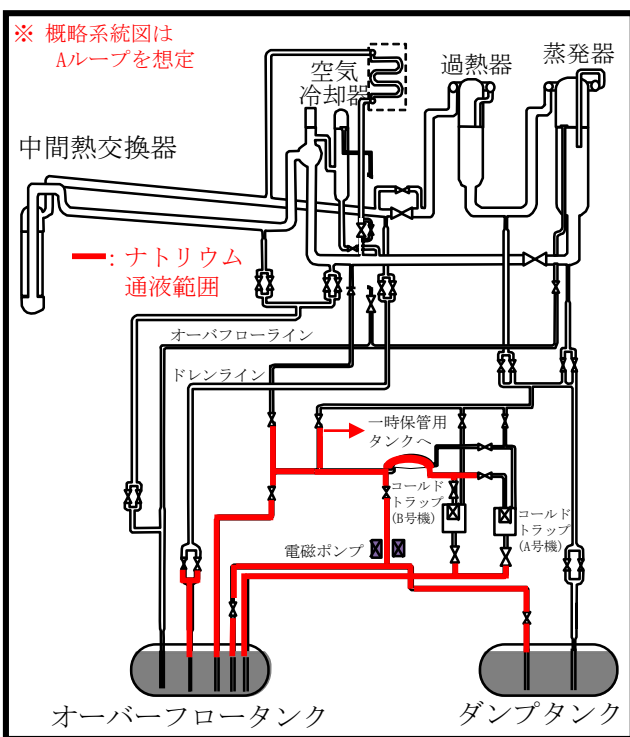


案 2

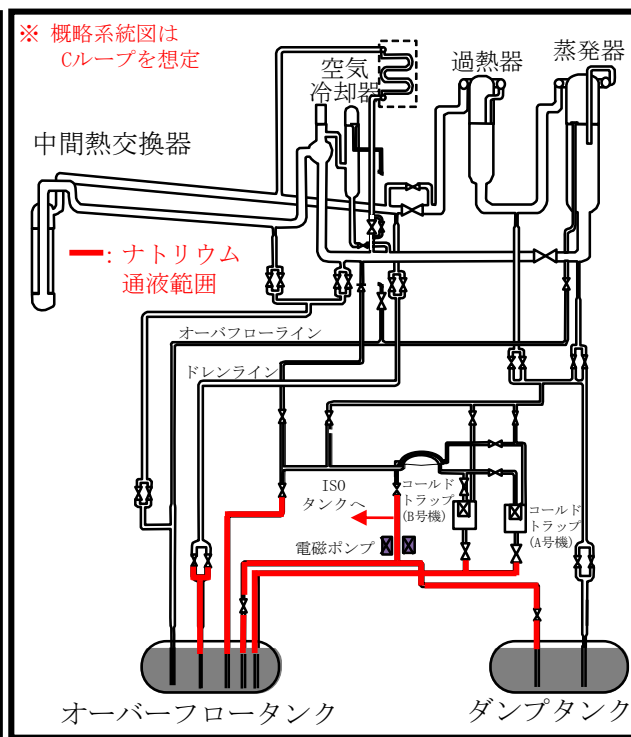


案 3

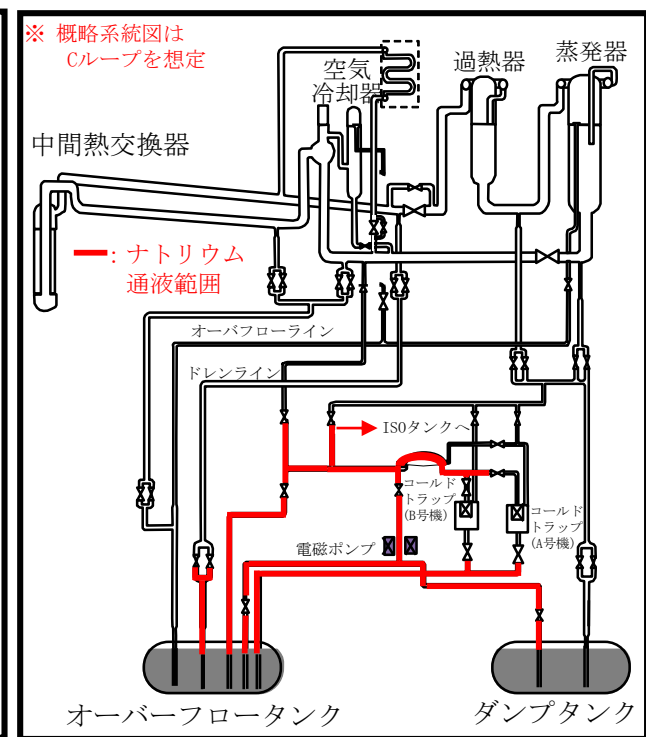
図 1 2次系ナトリウム各抽出し案



案1



案2



案3

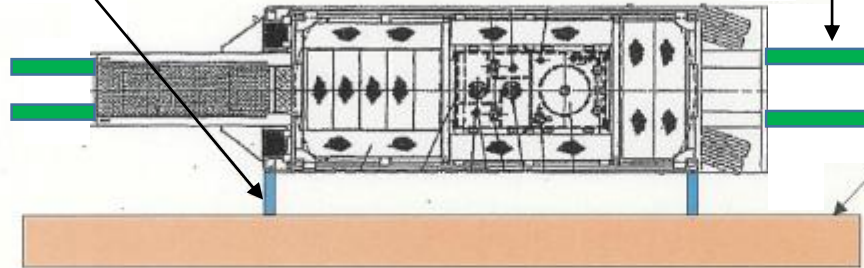
図2 抜き出し案毎の2次系ナトリウム通液範囲

平面図（上から見た図）

ISOタンク転倒防止装置

ISOタンクシャーシ固定装置

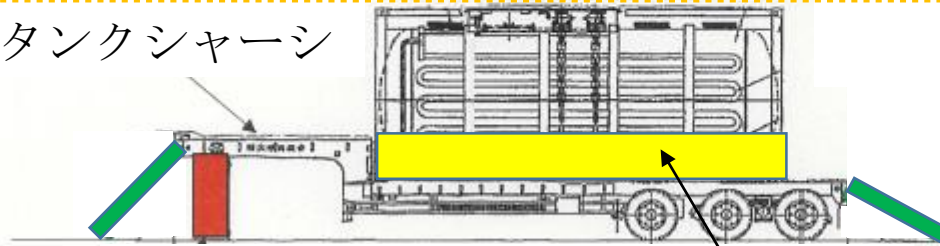
補助建物壁



ISOタンクシャーシ

ISOタンクシャーシ高さ調整台

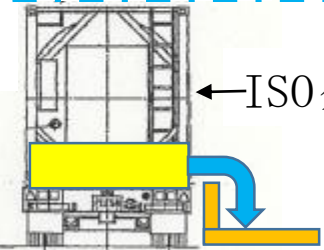
ナトリウム受けパン



ISOタンク

C/T室ライニング設備
(連通堰)

側面図
(背後から見た図)



側面図（固定する補助建屋壁から見た図）

図3 2次系ナトリウム用のISOタンク設置時の固定例

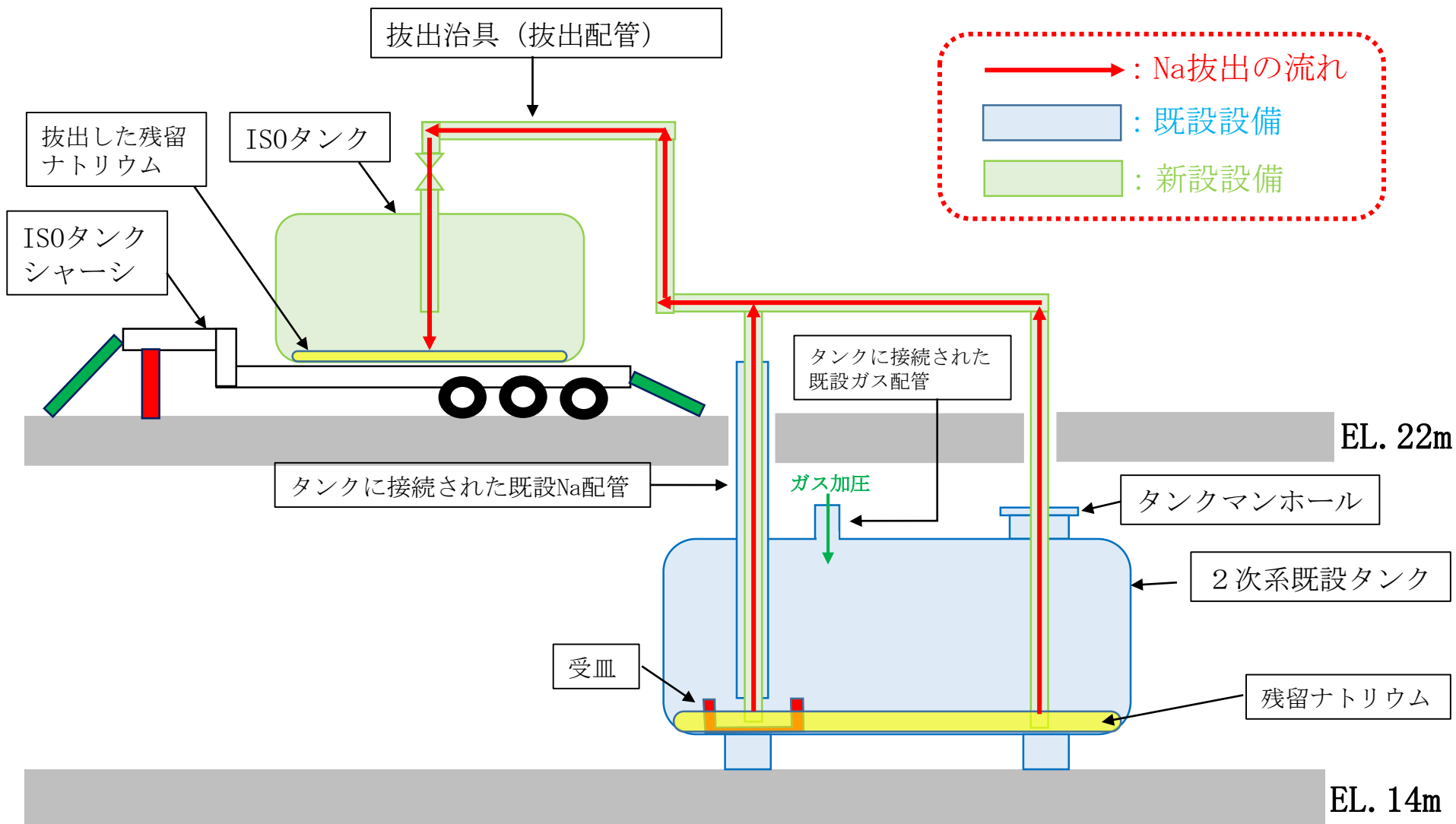


図4 既設タンク底部ナトリウム抽出方法

EL. 22mでの
平面図 (抜粋)

— : 管理区域境界

CT : コールドトラップ

↔ : 搬出入方向

→ : Na抜出の流れ

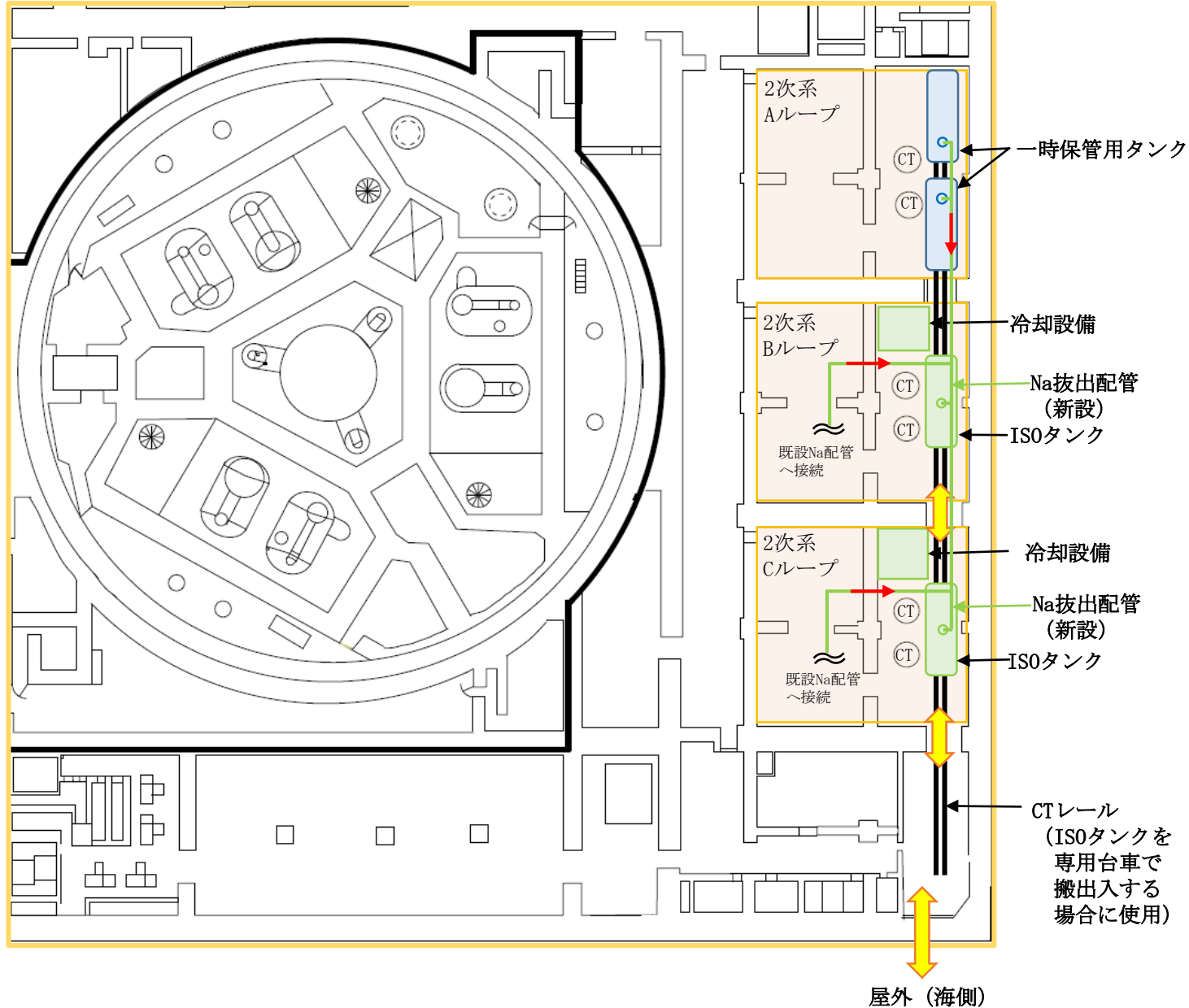
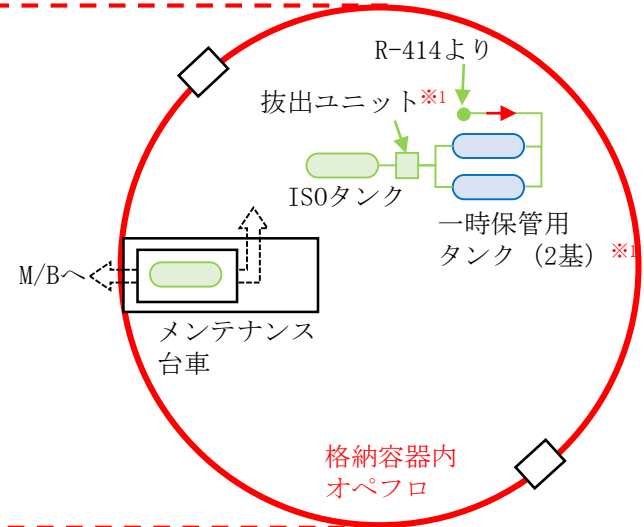
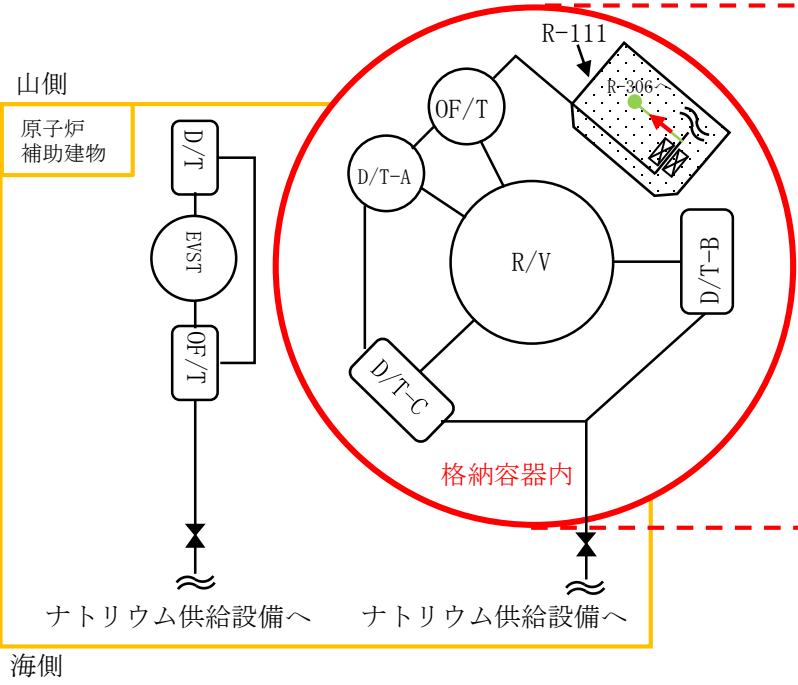


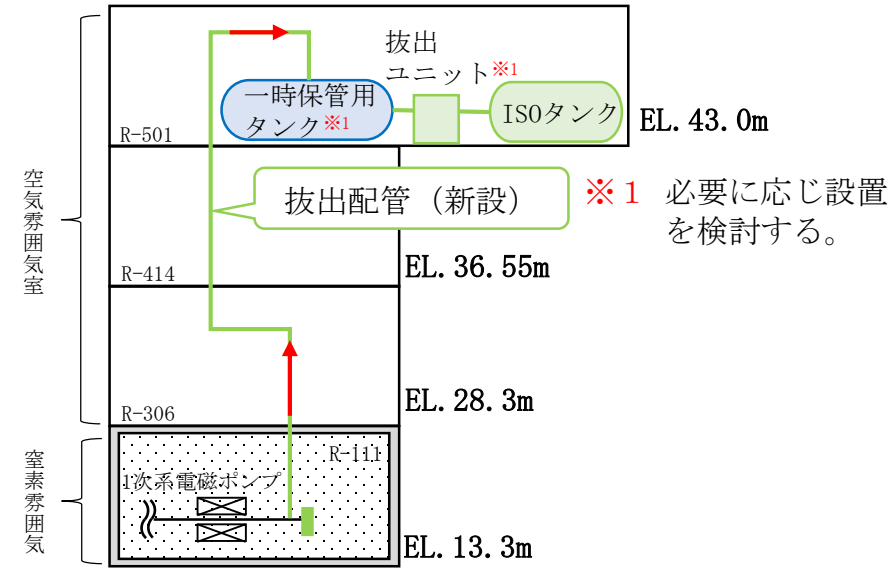
図5 2次系ナトリウム用のISOタンク搬出入ルート
(案2想定、AループナトリウムはBループにタンク間移送)

1次系、EVST1次補助系Na保有機器の平面配置イメージ
(EL. は各機器により異なる)

格納容器内オペフロ (R-501、EL. 43.0m) の平面配置イメージ



抽出配管 (新設) の設置フロア断面イメージ



→ : Na抜出の流れ

図6 格納容器オペレーションフロアへの設置を想定した抜出し方法