

東海再処理施設の安全対策に係る廃止措置計画変更認可申請対応等について

令和3年10月13日  
再処理廃止措置技術開発センター

○令和3年10月13日 面談の論点

- 資料1 工程洗浄の方法について
- 資料2 クリプトン回収技術開発施設 液体窒素貯槽の津波漂流物対策について
- その他

以上

## 工程洗浄の方法について

令和3年10月13日

## 1. はじめに

東海再処理施設では、工程内に残存する核燃料物質を再処理せずに、再処理施設本体から取り出す工程洗浄を実施する。工程洗浄の方法に係る廃止措置計画の変更認可申請書には、「国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 核燃料サイクル工学研究所（再処理施設）の廃止措置計画の認可の審査に関する考え方」（以下「審査の考え方」という。）に基づき、工程内に残存する核燃料物質を再処理設備本体から取り出す方法及び時期等について示す。

## 2. 工程洗浄の基本的考え方

東海再処理施設は廃止措置段階であり、工程洗浄は再処理（ウラン及びプルトニウムの分離）を行わない方法により実施し早期にリスク低減を図る。工程洗浄では、一部の核燃料物質を含む溶液の加熱操作及び送液操作を行うことから、それら操作に伴いリスクが一時的に生じるものの、以下に示す基本的考え方に基づいて、安全を確保し、速やかにかつ確実に実施可能な具体的な作業手順を定める。

- 使用する設備は必要最小限とする。
- 既存の設備・機器を使用し、設備の新規設置や改造は行わない。
- 回収したせん断粉末の処理として、溶液として集約するために溶解操作を行う。
- リスク低減の観点から加熱機器の使用は最小限とする。
- 送液経路として閉塞の可能性がある経路はできるだけ避ける。

## 3. 工程洗浄の具体的な方法について（詳細については別紙1参照）

工程洗浄は基本的考え方を踏まえ、原則として、機器が保有する溶液が低放射性廃液として送液可能な濃度を目標に実施することとし、せん断粉末、低濃度のプルトニウム溶液、ウラン溶液等の集約方法について以下に定めた。

これにより、安全性を確保しつつ、かつ工程洗浄作業を中断することなく確実に作業を進めることが可能となり、再処理施設全体のリスク低減が速やかに達成される。なお、工程洗浄に伴う遵守事項については保安規定に定める。

## ○ せん断粉末の集約

分離精製工場（MP）の除染保守セルに保管するせん断粉末は、濃縮ウラン溶解槽装荷セルへ移動し、濃縮ウラン溶解槽で溶解する。事故時の影響低減の観点からせん断粉末の溶解操作は少量ごとに行う。せん断粉末の溶解液は、使用する機器を限定して移送を行い高放射性廃液貯槽に集約する。せん断粉末の溶解液の移送は、速やかにかつ確実に実施するため、閉塞の可能性のある機器を避けて行う。また、高放射性廃液蒸発缶による加熱操作は行わない。高放射性廃液貯槽に集約したせん断粉末の溶解液は既存の高放射性廃液と混合してガラス固化体として安定化する。

## ○ 低濃度のプルトニウム溶液の集約

プルトニウム製品貯槽等に保有する低濃度のプルトニウム溶液は、安全を確保した上で使用する機器を限定して送液を行い、せん断粉末の集約と同様に高放射性廃液貯槽に集約する。

低濃度のプルトニウム溶液の移送は、速やかにかつ確実に実施するため、閉塞の可能性のある機器を避けて行う。また、高放射性廃液蒸発缶による加熱操作は行わない。高放射性廃液貯槽に集約した低濃度のプルトニウム溶液は既存の高放射性廃液と混合してガラス固化体として安定化する。

○ ウラン溶液（ウラン粉末を含む。）の集約

試薬調整工程，ウラン濃縮工程等に保有するウラン溶液（ウラン粉末を含む。）は，ウラン脱硝施設（DN）へ送液し，ウラン粉末として安定化した上でウラン貯蔵施設に貯蔵する。

ウラン溶液（ウラン粉末を含む。）の安定化は，従来の運転方法と同じ手順であり，安全性を確保しつつ，かつ確実に作業を進めることが可能である。

4. 工程洗浄の目標（詳細については別紙1参照）

工程洗浄の終了は原則として，機器が保有する溶液が低放射性廃液として扱えるまでの濃度を目標とする。なお，せん断粉末の溶解液が通過する機器は使用済燃料の不溶解性の残渣（スラッジ）の堆積が考えられ，目標までの洗浄は困難であることから，過度な廃液を発生させないように回数を定めた洗浄を行う。ただし，洗浄はその効果を確認しながら行い，効果がなければ目標濃度を達成しない場合でも終了し，過度の廃液を発生させないようにする。

5. 工程洗浄に伴い発生する放射性廃棄物の放出量

（9月30日説明済）

6. 工程洗浄の安全性

（次回10/27日説明予定）

7. 工程洗浄の時期及び期間

（次回10/27日説明予定）

8. 工程洗浄の体制

（次回10/27日説明予定）

9. 不具合等への対処方法

（次回10/27日説明予定）

以上

## 工程洗浄の方針及び具体的な方法について

## 1. 工程洗淨の概要

核燃料サイクル工学研究所 再処理施設は廃止措置段階に入り、系統除染及び機器解体に先行して各施設に分散する核燃料物質を集約し、安定化を図る必要がある。

現在、分離精製工場 (MP)、プルトニウム転換技術開発施設 (PCDF)、ウラン脱硝施設 (DN) 及び分析所 (CB) には工程に残る核燃料物質が残存しており、これら施設に残存する核燃料物質は、再処理運転を伴わない集約方法 (以下「工程洗淨」という。) により、粉末化又は放射性液体廃棄物として早期に集約して安定化を図る。

なお、上記の核燃料物質の集約後に各工程の機器の押出し洗淨を実施し、発生した廃液についても、放射性液体廃棄物として集約する。

## 2. 工程内に残存している核燃料物質の場所、量及び形態について

工程内に残存する核燃料物質については、「十二. 回収可能核燃料物質を再処理設備本体から取り出す方法及び時期」の「表 12-1 回収可能核燃料物質の存在場所ごとの保有量」に示す。

### (1) 使用済燃料のせん断粉末 (以下「せん断粉末」という。)

これまでの再処理運転に伴い分離精製工場 (MP) のせん断機、分配器内部及び機械処理セルの床面に滞留していたせん断粉末を、平成 28 年 4 月から平成 29 年 7 月にかけて実施したせん断工程クリーンアップ作業にて収集した (平成 29 年 6 月末に重量確定: ████████)。せん断粉末は現在専用のトレイに収納し、セル内にて保管している。

### (2) プルトニウム溶液

再処理施設のリスク低減へ向けた取り組みとして、分離精製工場 (MP) に保有していたプルトニウム溶液 (██████) は、平成 26 年 4 月から平成 28 年 7 月にかけてプルトニウム転換技術開発施設 (PCDF) において MOX 粉末化 (固化安定化) を実施した。

現在保有するプルトニウム溶液 (██████) は、分離精製工場 (MP) のプルトニウム製品貯槽の送液残液 (██████) 及び分離精製工場 (MP) の希釈槽の溶液 (██████) である。希釈槽の溶液は、プルトニウム製品にならなかった溶液 (██████) に、ウラン・プルトニウム共回収プロセス開発<sup>※</sup>の試験済溶液 (██████) を含み、ウランとプルトニウムを混合した状態で保管している。

※ 使用済燃料溶解液からプルトニウムを単離回収せずにウラン及びプルトニウムを製品として共回収することを目的とした試験 (経済産業省の受託研究)。試験試薬としてヒドラジン、硝酸ヒドロキシルアミン (HAN) 及び溶媒 (TBP) を使用した。ヒドラジンや HAN は、既に NO<sub>2</sub> ガスによる分解処理を実施しており、TBP については、通常運転時の濃度 110~350 ppm に対して 40 ppm と低いことを分析により確認している。

(3) ウラン溶液及びウラン粉末

分離精製工場 (MP) 及びウラン脱硝施設 (DN) には、抽出工程 (分離第 1 サイクル工程, 分離第 2 サイクル工程等) の運転用に確保していたウラン溶液及び脱硝前 (ウラン製品化前) のウラン溶液 ( ) を保有している。プルトリウム転換技術開発施設 (PCDF) には、プルトリウム溶液の固化安定化で残ったウラン溶液 ( ) を保有している。

また、分離精製工場 (MP) には、脱硝時の脱硝塔内の流動層形成のためのシード用のウラン粉末 ( ) を三酸化ウラン循環容器にて保有している。

(4) その他の核燃料物質 (洗浄液)

分離精製工場 (MP) の溶解, 清澄, 調整工程及び抽出 (酸回収, リワーク等を含む。) 工程の洗浄液, 分析所 (CB) の分析試料等として, 未満及び未満の核燃料物質を保有している。

3. 工程洗浄の方針

工程洗浄では、再処理 (ウラン及びプルトリウムの分離) をせずに核燃料物質を集約する。工程洗浄の集約は以下に基づき実施する。

(1) せん断粉末

- ・せん断粉末は計量管理上の観点から溶解し、核物質量を確定する。
- ・せん断粉末は、溶解後に使用する機器を極力少なくするため、再処理 (ウラン及びプルトリウムの分離) 及び高放射性廃液蒸発缶 (271E20) で加熱濃縮を行わず、高放射性廃液貯蔵場 (HAW) の高放射性廃液貯槽に集約する。
- ・せん断粉末の全量を 10 回に分けて溶解処理する。
- ・せん断粉末の溶解は、濃縮ウラン溶解槽 (242R12) において溶解時に溶解槽内の液温度を徐々に上昇させることで、溶解時に発生するガスによる内圧上昇の発生を防止する方法により行う。

(2) プルトリウム溶液

- ・分離精製工場 (MP) のプルトリウム製品貯槽のプルトリウム溶液は、リスク低減として固化安定化した際の送液残液を硝酸溶液で希釈したものであり、プルトリウム濃度が低い状態である (約 4 gPu/L)。通常、プルトリウム転換技術開発施設 (PCDF) の脱硝加熱器でマイクロ波加熱脱硝を行うプルトリウム濃度は 200 gPu/L 程度であり、分離精製工場 (MP) のプルトリウム溶液蒸発缶による濃縮を行わない状態では容易に MOX 粉末化できないことから、低濃度のプルトリウム溶液は、高放射性廃液蒸発缶 (271E20) で加熱濃縮を行わず、高放射性廃液貯蔵場 (HAW) の高放射性廃液貯槽へ送液する。
- ・低濃度のプルトリウム溶液を高放射性廃液貯槽へ集約するためには、プルトリウム溶液系の臨界管理機器のプルトリウム溶液受槽 (276V20) からウラン

均質系の臨界管理機器の中間貯槽（276V12-V15）へ送液する必要があるが、ウラン濃度、プルトニウム濃度及び同位体組成から無限増倍率 0.75 未満と推定されることから臨界安全上の問題はない。

- ・ プルトニウム溶液を高放射性廃液貯蔵場（HAW）の高放射性廃液貯槽へ集約するためには、ウラン均質系の臨界管理機器を経由し、蒸気を用いた送液装置（以下「スチームジェット」という。）による送液を行う必要がある。スチームジェットを用いてプルトニウム溶液を送液する場合は、溶液温度上昇及び酸濃度の低下により、プルトニウムポリマーの生成が懸念されることから、中間貯槽（276V12-V15）においてウラン溶液と混合（ウラン/プルトニウム比を使用済燃料溶解液と同等の 70 以上とする。）し、プルトニウムポリマーが生成しないようにする\*。

\* ウラン共存下ではプルトニウムポリマーの生成が抑制される。再処理施設の使用済燃料溶解液の送液にはスチームジェットを用いている。

### (3) ウラン溶液及びウラン粉末

- ・ ウラン溶液は保有量が多く、高放射性廃液貯蔵場（HAW）の高放射性廃液貯槽へ送液した場合には、ガラス固化体製造本数が増加すること、既に精製され容易に製品にできることから、ウラン脱硝施設（DN）のウラン溶液蒸発缶による濃縮及び脱硝塔による脱硝を行い、ウラン製品として集約しウラン貯蔵施設に貯蔵する。
- ・ プルトニウム転換技術開発施設（PCDF）の少量のウラン溶液は、分離精製工場（MP）の一時貯槽（263V51～V58）へ手持ち運搬により払出し、他のウラン溶液と同様に、ウラン製品として集約しウラン貯蔵施設に貯蔵する。
- ・ ウラン粉末は、ウラン脱硝施設（DN）の脱硝塔内の流動層形成のためのシードとして供給し、ウラン溶液のウランと合せて、ウラン製品として集約してウラン貯蔵施設にて貯蔵する。
- ・ 一部のウラン溶液は、プルトニウム溶液と混合させるため、分離精製工場の中間貯槽（276V12-V15）へ送液し、高放射性廃液蒸発缶（271E20）で加熱濃縮を行わず、高放射性廃液貯蔵場（HAW）の高放射性廃液貯槽へ送液する。

### (4) その他の核燃料物質（洗浄液）

- ・ 分離精製工場（MP）の溶解、清澄、調整、抽出（酸回収、リワーク等を含む。）工程の洗浄液及び分析所（CB）の分析試料は、高放射性廃液蒸発缶（271E20）で加熱濃縮を行わず、高放射性廃液貯蔵場（HAW）の高放射性廃液貯槽へ送液する。
- ・ 核燃料物質の集約後に各機器の押し出し洗浄で発生する廃液（押し出し廃液）は、ウラン濃度、プルトニウム濃度及びγ放射能濃度を確認した上で、低放射性廃液として取扱えないものを高放射性廃液蒸発缶（271E20）で加熱濃縮を行わず、高放射性廃液貯蔵場（HAW）の高放射性廃液貯槽へ送液する（必要に応

じて分離精製工場（MP）の高放射性廃液貯槽へ送液する。低放射性廃液として送液できるものは廃棄物処理場（AAF）に送液する。

#### 4. 工程洗浄の方法

##### 4.1 工程洗浄の手順

せん断粉末、プルトニウム溶液、ウラン溶液（ウラン粉末を含む。）及びその他の核燃料物質（洗浄液）は、以下の方法により再処理設備本体から取り出して集約する。工程洗浄の方法の概要図を「図 4-1-1 工程洗浄によるせん断粉末の溶解液、プルトニウム溶液、ウラン溶液の集約の流れ」に示す。

##### (1) せん断粉末（参考図-1 参照）

せん断粉末は、分離精製工場（MP）の濃縮ウラン溶解槽装荷セル（R131）において、遠隔操作により濃縮ウラン溶解槽（242R12）のバレル部上部から燃料装荷バスケットに直接装荷し、蒸気により加熱しながら硝酸により溶解する。せん断粉末の溶解液（以下「溶解液」という。）は、溶解槽溶液受槽（243V10）へ送り、パルスフィルタ（243F16）を通し、固体粒子類を分離したのち、調整槽（251V10）で計量し、給液槽（251V11）へ送液する。

次に溶解液は、分離第1抽出器（252R11）、希釈剤洗浄器（252R10）、高放射性廃液中間貯槽（252V14）を経て高放射性廃液蒸発缶（271E20）へ送液する。高放射性廃液蒸発缶（271E20）で溶解液を計量し、高放射性廃液貯蔵場（HAW）の中間貯槽（272V37 又は V38）を經由して高放射性廃液貯槽（272V31～V35）へ送液し、貯蔵する。なお、分離第1抽出器（252R11）においては、ウラン及びプルトニウムと核分裂生成物との分離は行わず、また高放射性廃液蒸発缶（271E20）では、蒸発濃縮を行わない。

なお、せん断粉末の処理後、濃縮ウラン溶解槽（242R12）を加熱洗浄する。濃縮ウラン溶解槽（242R12）の洗浄液は、溶解液と同じ経路で高放射性廃液貯槽（272V31～V35）へ送液し、貯蔵する。

せん断粉末の溶解後に残る被覆管片等は、濃縮ウラン溶解槽（242R12）の洗浄後に燃料装荷バスケットごと取り出す。被覆管片等は、その他のセル内の固体廃棄物とともに標準ドラムに移し、第二高放射性固体廃棄物貯蔵施設（2HASWS）へ送る。

パルスフィルタ（243F16）で分離された固体粒子類を含む溶液は、高放射性廃液中間貯槽（252V13）を経て高放射性廃液蒸発缶（271E20）へ送液する。高放射性廃液蒸発缶（271E20）の固体粒子類を含む溶液は、蒸発濃縮を行わずに計量し、中間貯槽（272V37 又は V38）を經由して高放射性廃液貯槽（272V31～V35）へ送液し、貯蔵する。

##### (2) プルトニウム溶液（参考図-2 参照）

プルトニウム製品貯槽（267V10～V16）及び希釈槽（266V13）のプルトニウム溶液は、プルトニウム溶液受槽（276V20）へ送液し、計量する。プルトニ



ウム溶液と混合するウラン溶液は、貯槽（201V77）から調整槽（251V10）及び給液槽（251V11）を經由して中間貯槽（276V12-V15）へ送液する。中間貯槽（276V12-V15）では、ウラン溶液を保持した状態で、プルトニウム溶液受槽（276V20）のプルトニウム溶液を受入れ、プルトニウム溶液とウラン溶液を混合する。プルトニウム溶液及びウラン溶液の混合液は、ウラン/プルトニウム比を使用済燃料溶解液と同等の 70 以上となるようにする。

プルトニウム溶液及びウラン溶液の混合液は、中間貯槽（276V12-V15）から受槽（276V10）へ送液し、希釈剤洗浄器（252R10）、高放射性廃液中間貯槽（252V14）を経て高放射性廃液蒸発缶（271E20）へ送液する。高放射性廃液蒸発缶（271E20）のプルトニウム溶液及びウラン溶液の混合液は、計量し、中間貯槽（272V37 又は V38）を經由して高放射性廃液貯槽（272V31～V35）へ送液し、貯蔵する。

なお、高放射性廃液蒸発缶（271E20）では蒸発濃縮を行わない。

### (3) ウラン溶液及びウラン粉末（参考図-3 参照）

分離精製工場（MP）の一時貯槽（263V51～V58）のウラン溶液のうち、一部は、希釈槽（263V18）、貯槽（201V77）、調整槽（251V10）及び給液槽（251V11）を經由して中間貯槽（276V12-V15）へ送液し、中間貯槽（276V12-V15）においてプルトニウム溶液と混合に用いる。

上記以外のウラン溶液は、一時貯槽（263 V51～V58）から希釈槽（263V18）に送り、ウラン濃度を確認したのち、ウラン脱硝施設（DN）の UNH 受槽（263V30 又は V31）へ送液する。送液後、一時貯槽（263V51～V58）等は、硝酸又は水で洗浄する。それら洗浄液は希釈槽（263V18）にてウラン濃度を確認し、UNH 受槽（263V30 又は V31）へ送液する。

UNH 受槽（263V30 又は V31）のウラン溶液は、ウラン濃度及びウラン濃縮度を確認したのち、UNH 貯槽（263V32 又は V33）、UNH 供給槽（263V34）を經由し、蒸発缶（263E35）へ供給して蒸発濃縮する。蒸発缶（263E35）の濃縮液は、濃縮液受槽（263V40）へ抜き出し、加熱した圧縮空気により噴霧状にして脱硝塔（264R43）に供給し、塔内の流動層において熱分解し、三酸化ウラン粉末にする。

三酸化ウラン粉末は、脱硝塔から溢流により取り出し、シール槽（264V437）及び UO<sub>3</sub> 受槽（264V438）を経て計量台で計量しながら三酸化ウラン容器に詰め、ウラン製品として第三ウラン貯蔵所（3U03）へ送り、貯蔵する。

プルトニウム転換技術開発施設（PCDF）の硝酸ウラニル貯槽（P11V14）のウラン溶液は、専用の容器により、分離精製工場（MP）の一時貯槽（263V51～V58）又は希釈槽（263V18）へ払い出し、分離精製工場（MP）のウラン溶液と混合して処理する。

分離精製工場（MP）で三酸化ウラン循環容器に保管しているウラン粉末は、ウラン脱硝施設（DN）にて三酸化ウラン容器に詰め替えた後に、脱硝塔

(264R43) 内の流動層形成のためのシードとして供給し、ウラン溶液のウランとともに三酸化ウラン粉末として集約し、ウラン製品として第三ウラン貯蔵所 (3U03) へ送り、貯蔵する。

#### (4) その他の核燃料物質 (洗浄液)

分離精製工場 (MP) の溶解工程、清澄、調整工程及び抽出工程 (酸回収、リワーク等を含む。) の洗浄液、分析所 (CB) の分析試料等は、既設配管を用いて高放射性廃液蒸発缶 (271E20) に送り、蒸発濃縮を行わずに計量し、高放射性廃液貯蔵場 (HAW) の中間貯槽 (272V37 又は V38) を経由して高放射性廃液貯槽 (272V31~V35) へ送液し、貯蔵する。

溶解液、プルトニウム溶液、ウラン溶液 (ウラン粉末を含む。)、溶解、清澄、調整及び抽出工程 (酸回収、リワーク工程等を含む。) の洗浄液、分析所 (CB) の分析試料等の集約後には、各機器及び配管に付着する核燃料物質の押出し洗浄を行う。

押出し廃液のうち、低放射性廃液として処理できるものは分離精製工場 (MP) の低放射性廃液貯槽 (275V10, V20 又は V30) から廃棄物処理場 (AAF) へ送液する。

低放射性廃液として処理できないものは、分離精製工場 (MP) の高放射性廃液蒸発缶 (271E20) へ送り、蒸発濃縮を行わずに計量し、高放射性廃液貯蔵場 (HAW) の中間貯槽 (272V37 又は V38) を経由して高放射性廃液貯槽 (272V31~V35) へ送液して貯蔵する。なお、低放射性廃液として処理できない廃液は、必要に応じて分離精製工場 (MP) の高放射性廃液貯槽 (272V14 又は V16) へ送り、貯蔵する。

#### 4.2 工程洗浄の目標

工程洗浄の終了は原則として、機器が保有する溶液が低放射性廃液として扱えるまでの濃度を目標とする。なお、せん断粉末の溶解液が通過する機器のうち使用済燃料の不溶解性の残渣の堆積が考えられる工程 (溶解、清澄、分離、酸回収、リワーク、高放射性廃液濃縮及び貯蔵工程) の機器については、工程洗浄で用いる試薬 (水及び硝酸) では、洗浄効果が見込めず、容易に低放射性廃液として集約できる濃度まで洗浄できるとは考えておらず、核燃料物質の集約後に実施する押出し洗浄については回数を定めて実施する。

ただし、洗浄はその効果を確認しながら行い、効果がなければ目標を達成しない場合でも終了し、過度の廃液を発生させないようにする。

以上

工程洗浄は抽出操作や発生する廃液の蒸発濃縮操作を行わず  
使用する機器を限定して実施

<凡例>

- : せん断粉末の溶解液の流れ
- : ウラン溶液の流れ
- : プルトニウム溶液の流れ
- : 高放射性廃液の流れ

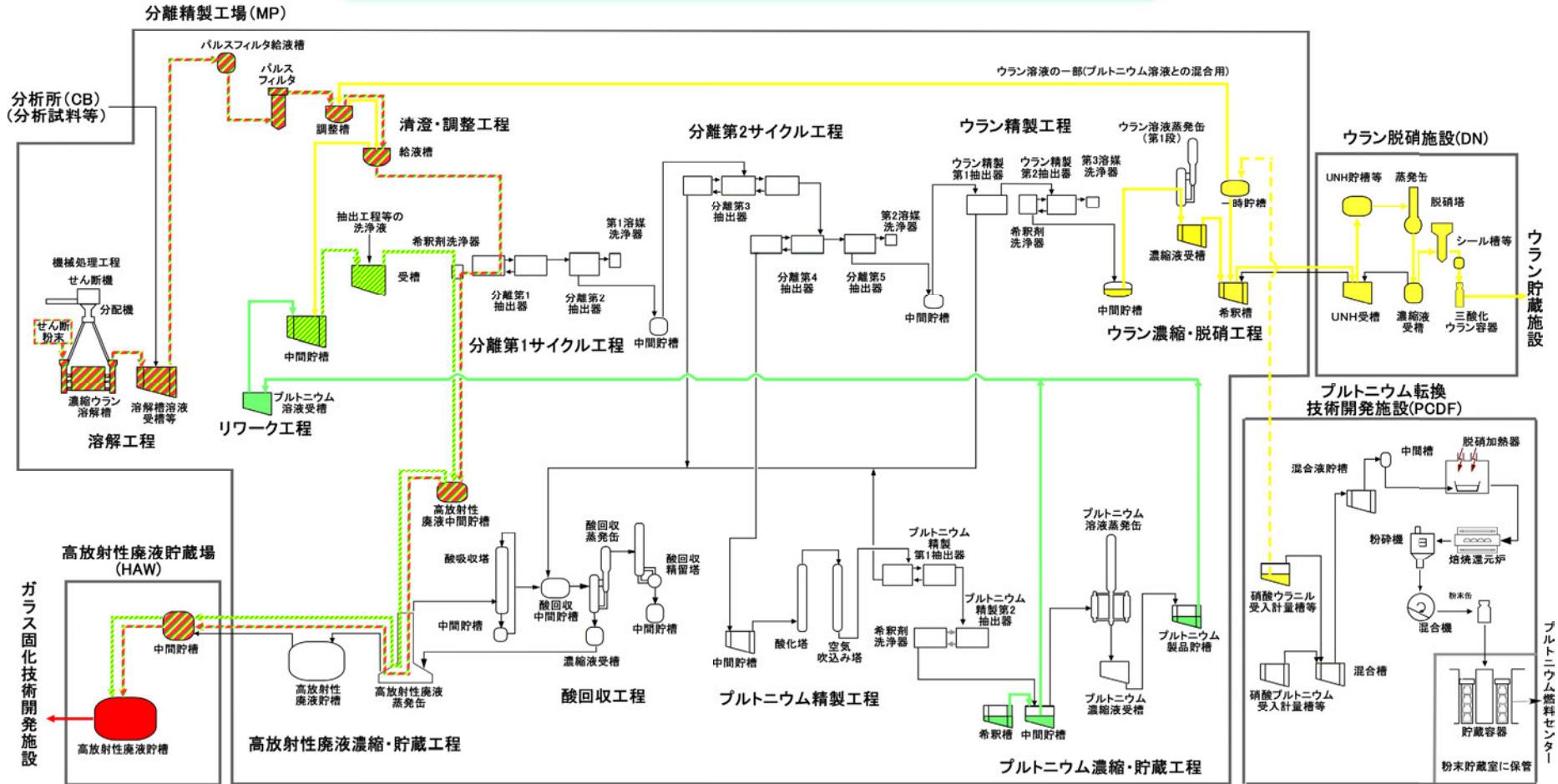
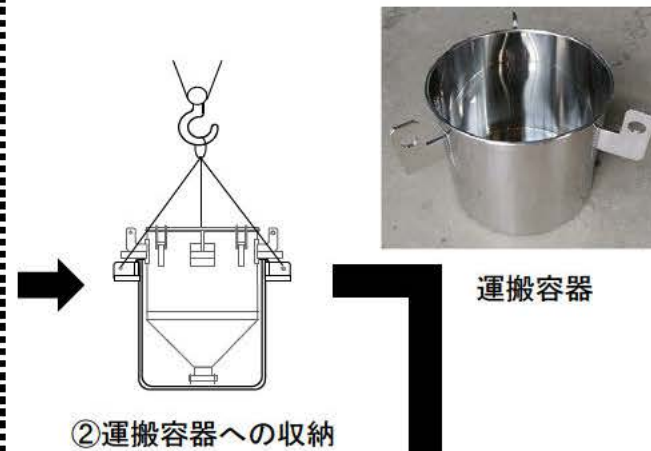
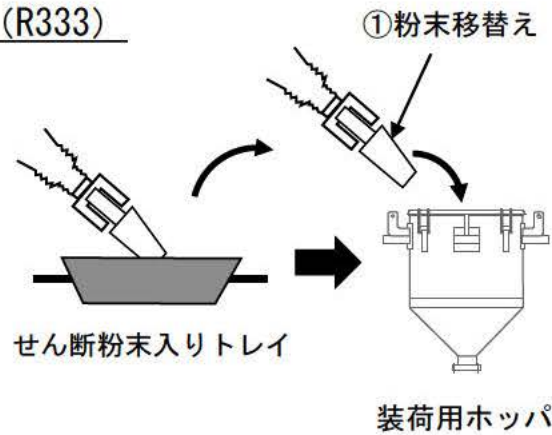


図-4-1-1 工程洗浄によるせん断粉末の溶解液，プルトニウム溶液，ウラン溶液の集約の流れ

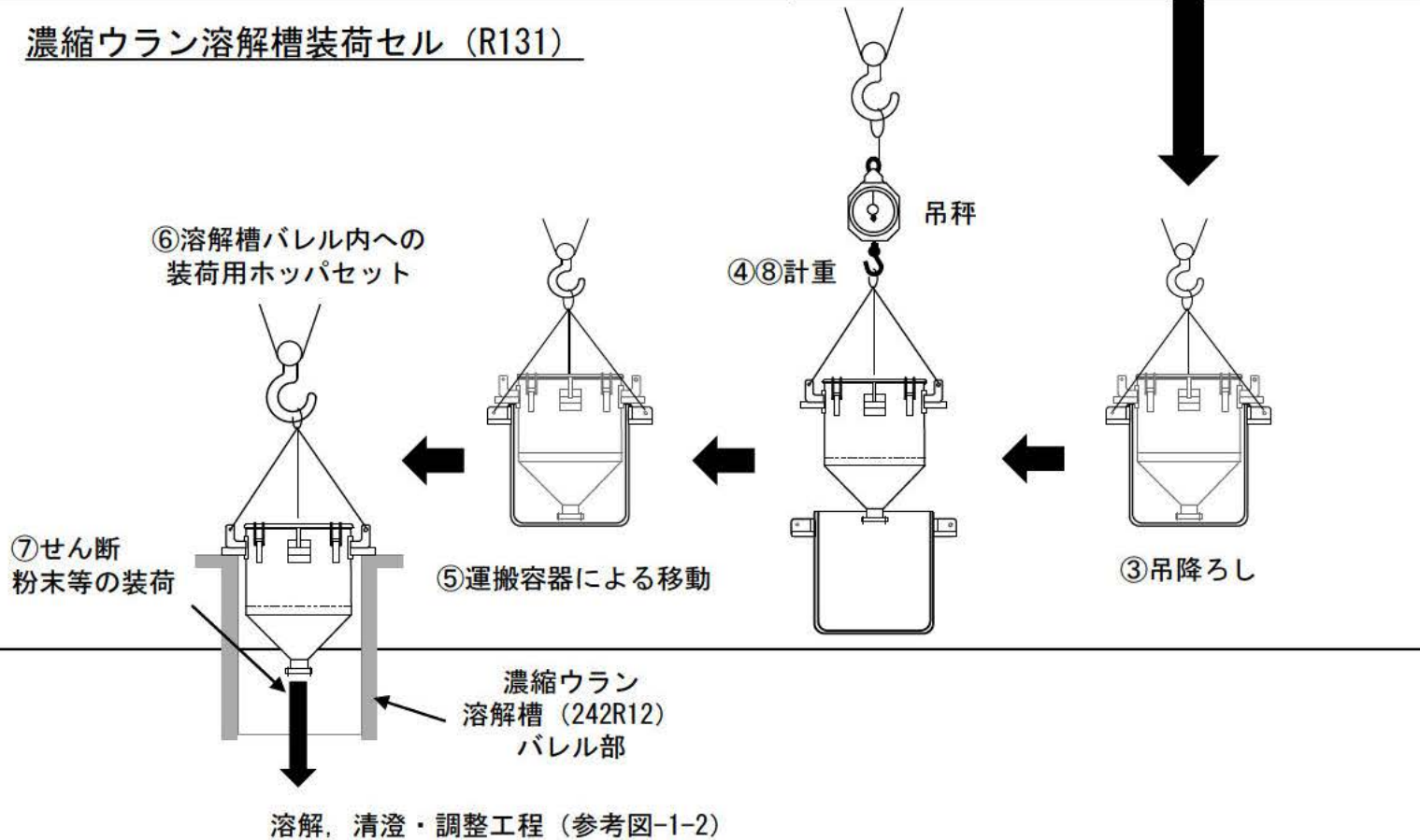
### 除染保守セル (R333)



装荷用ホッパ



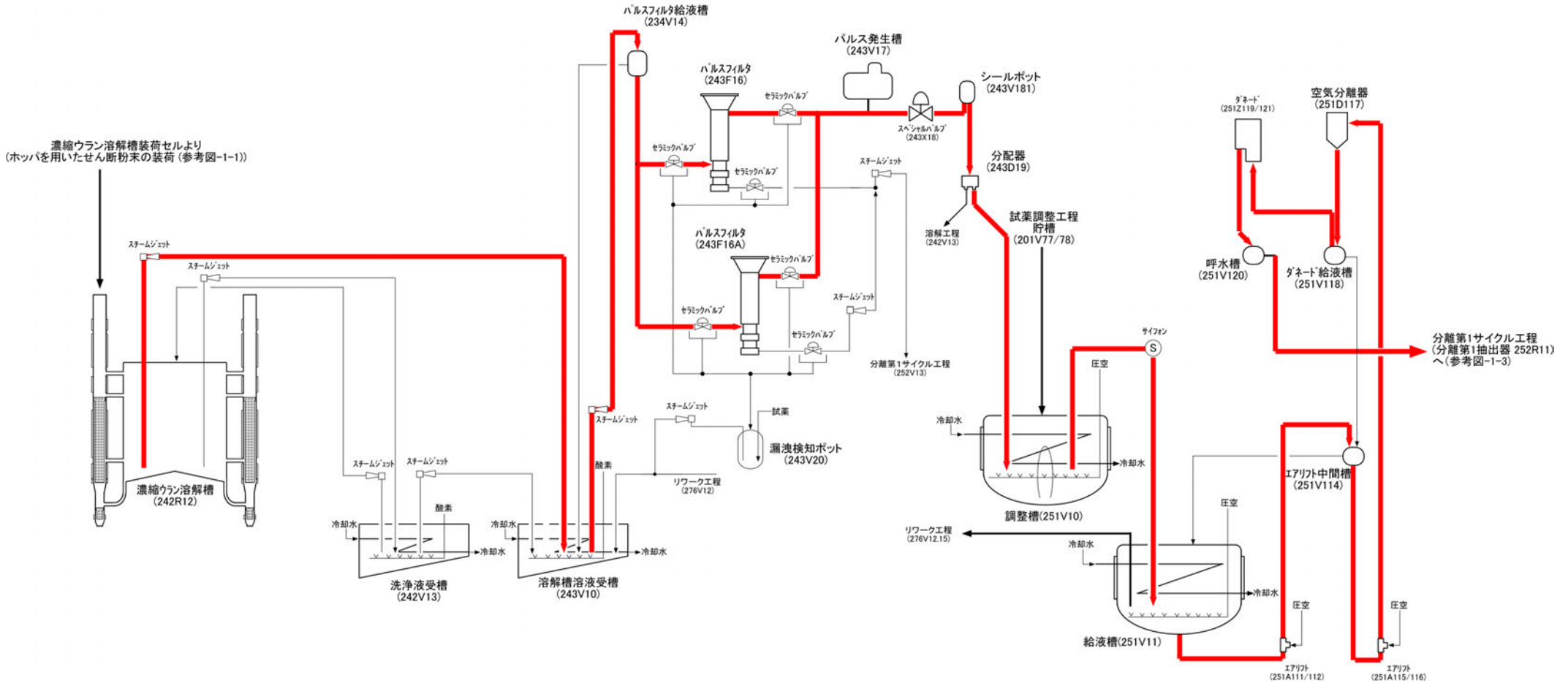
### 濃縮ウラン溶解槽装荷セル (R131)



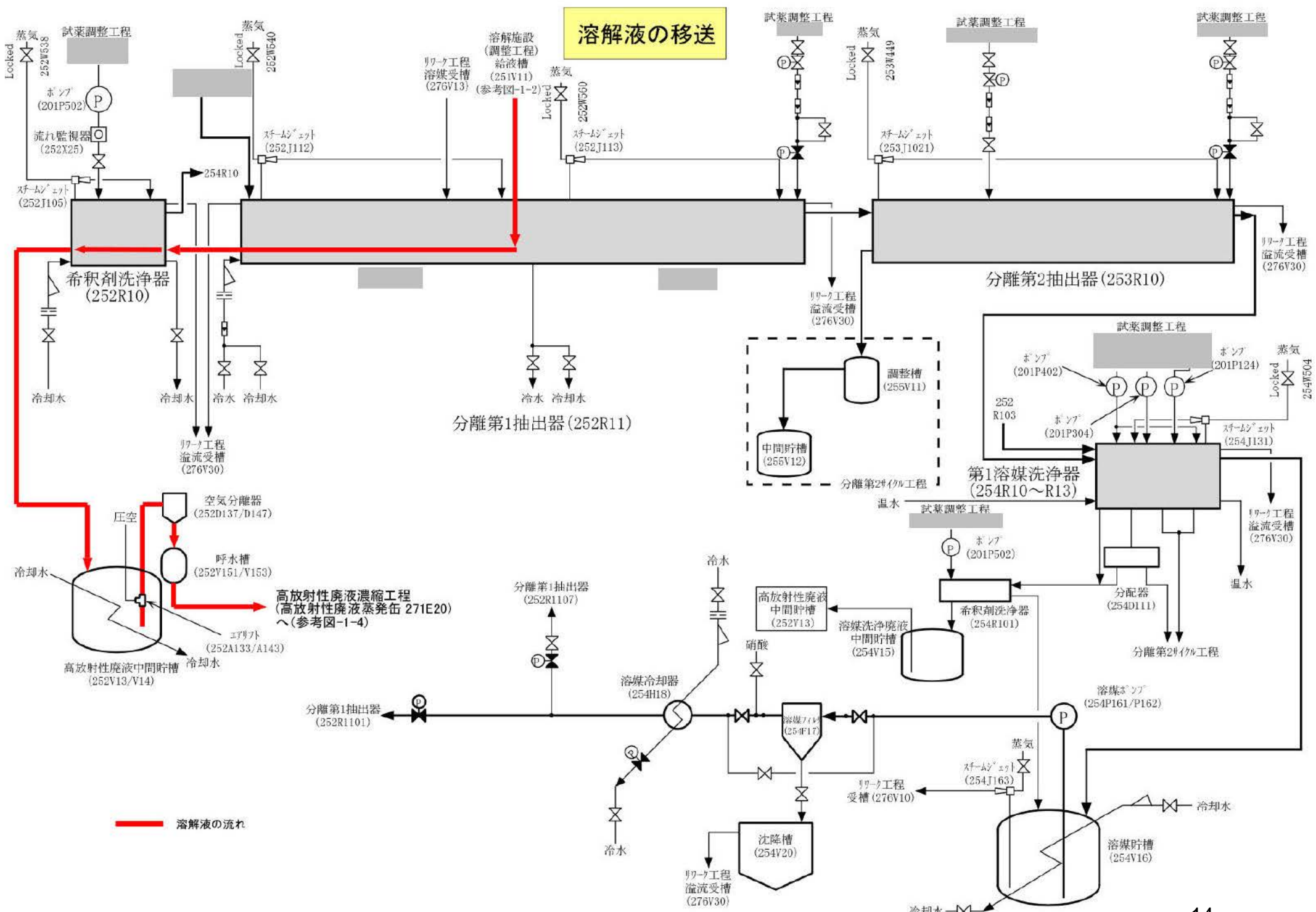
参考図-1-1 ホッパを用いたせん断粉末の濃縮ウラン溶解槽への装荷

# せん断粉末の溶解及び移送

— 溶解液の流れ



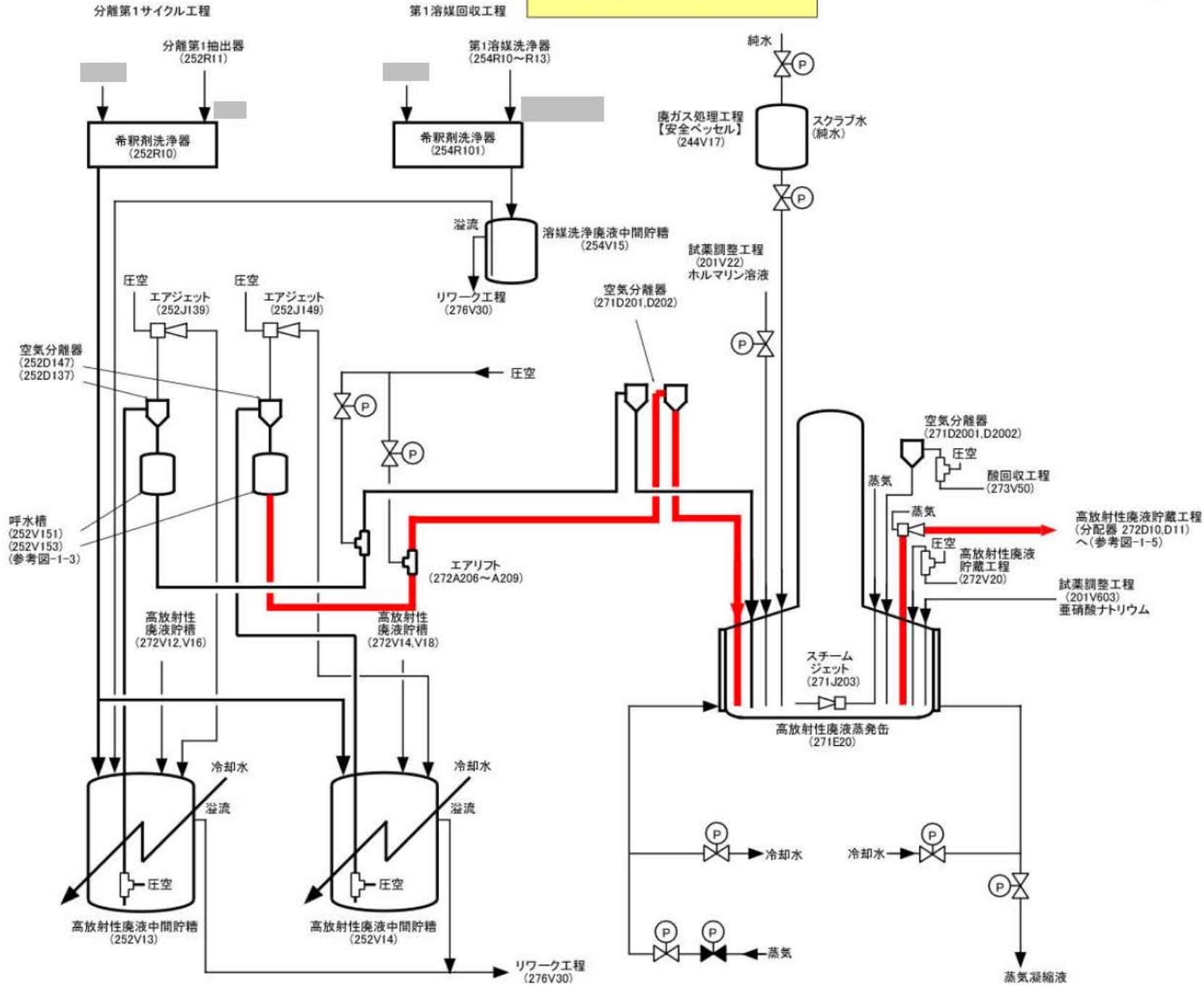
参考図-1-2 溶解、清澄・調整工程



参考図-1-3 分離第1サイクル工程

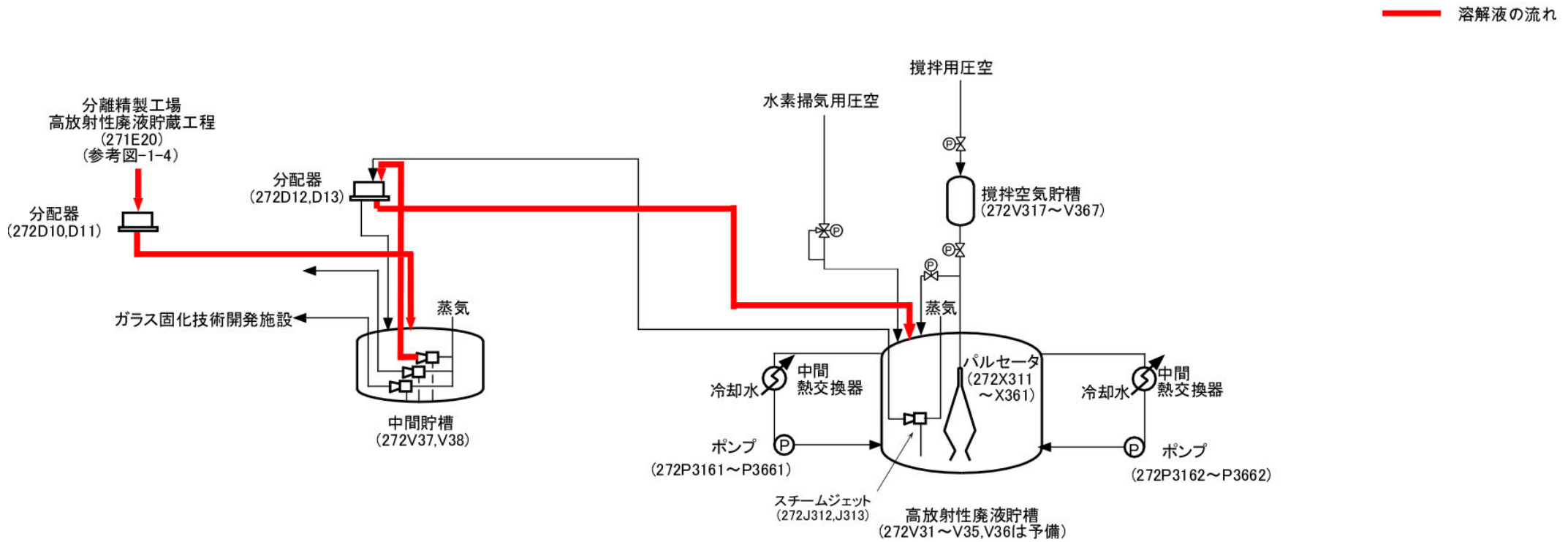
# 溶解液の移送

— 溶解液の流れ



参考図-1-4 高放射性廃液濃縮工程

## 溶解液の移送

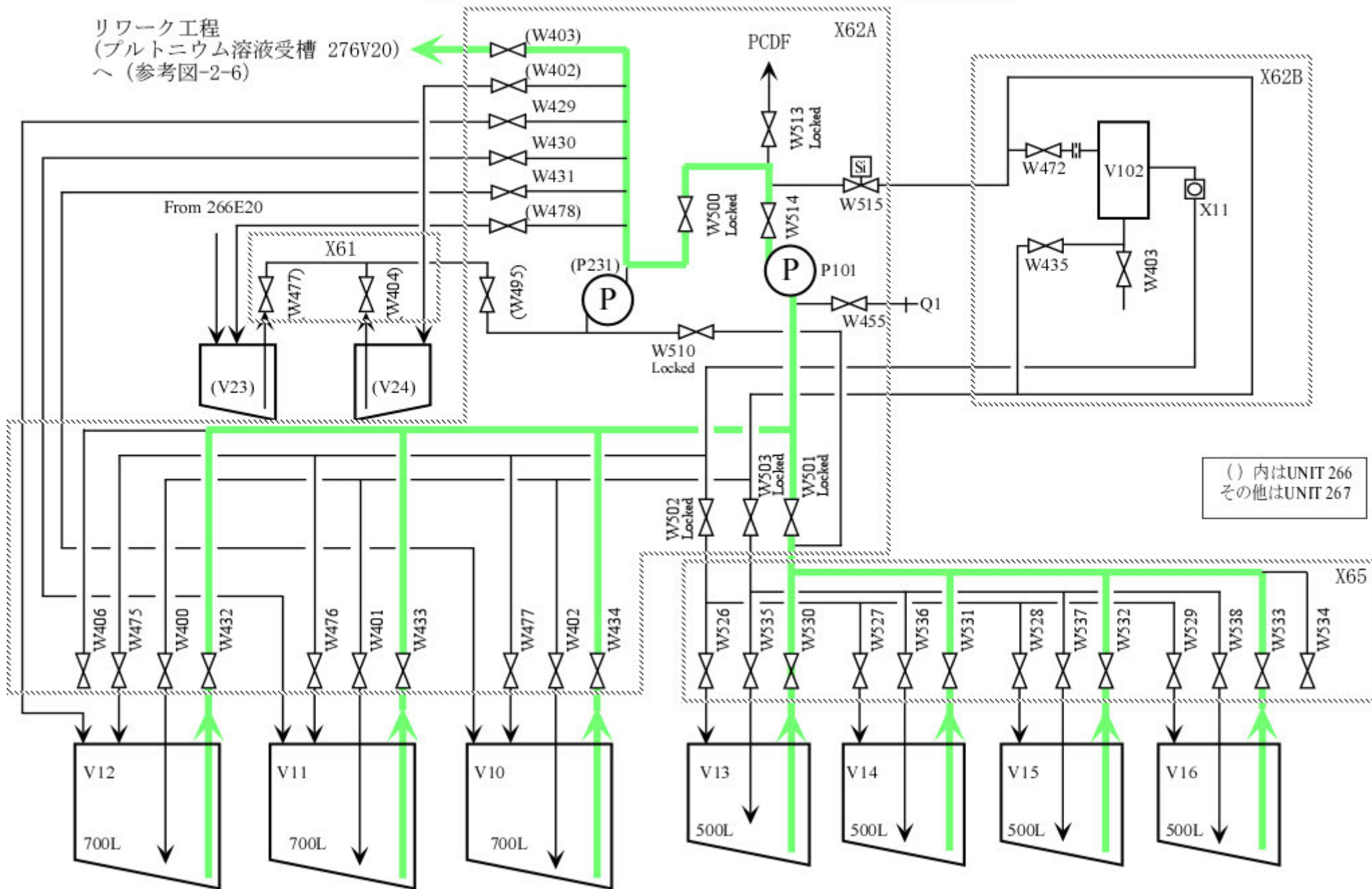


参考図-1-5 高放射性廃液貯蔵工程



プルトニウム溶液のリワーク工程(276V20)への移送

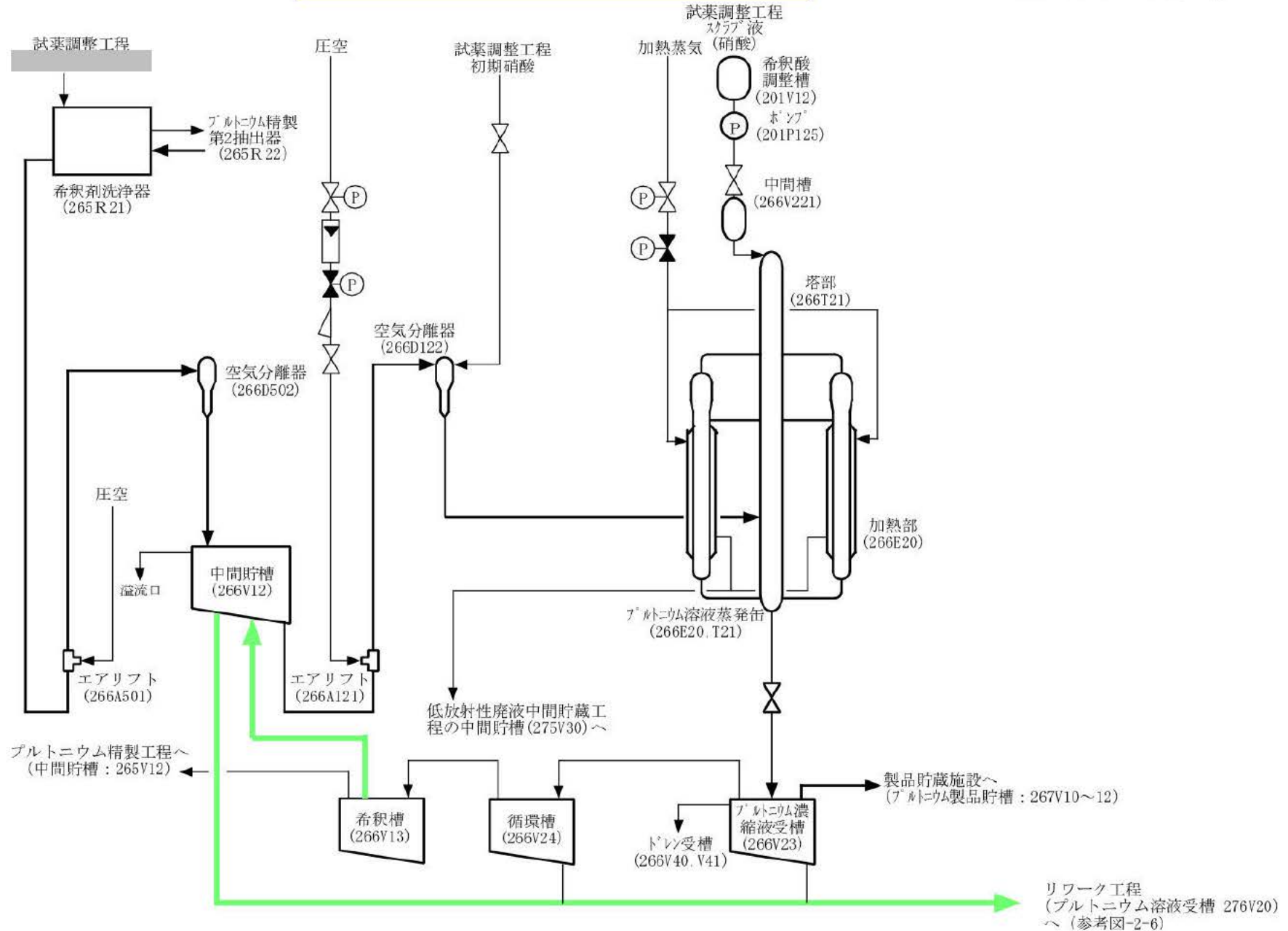
— プルトニウム溶液の流れ



参考図-2-1 プルトニウム製品貯蔵工程

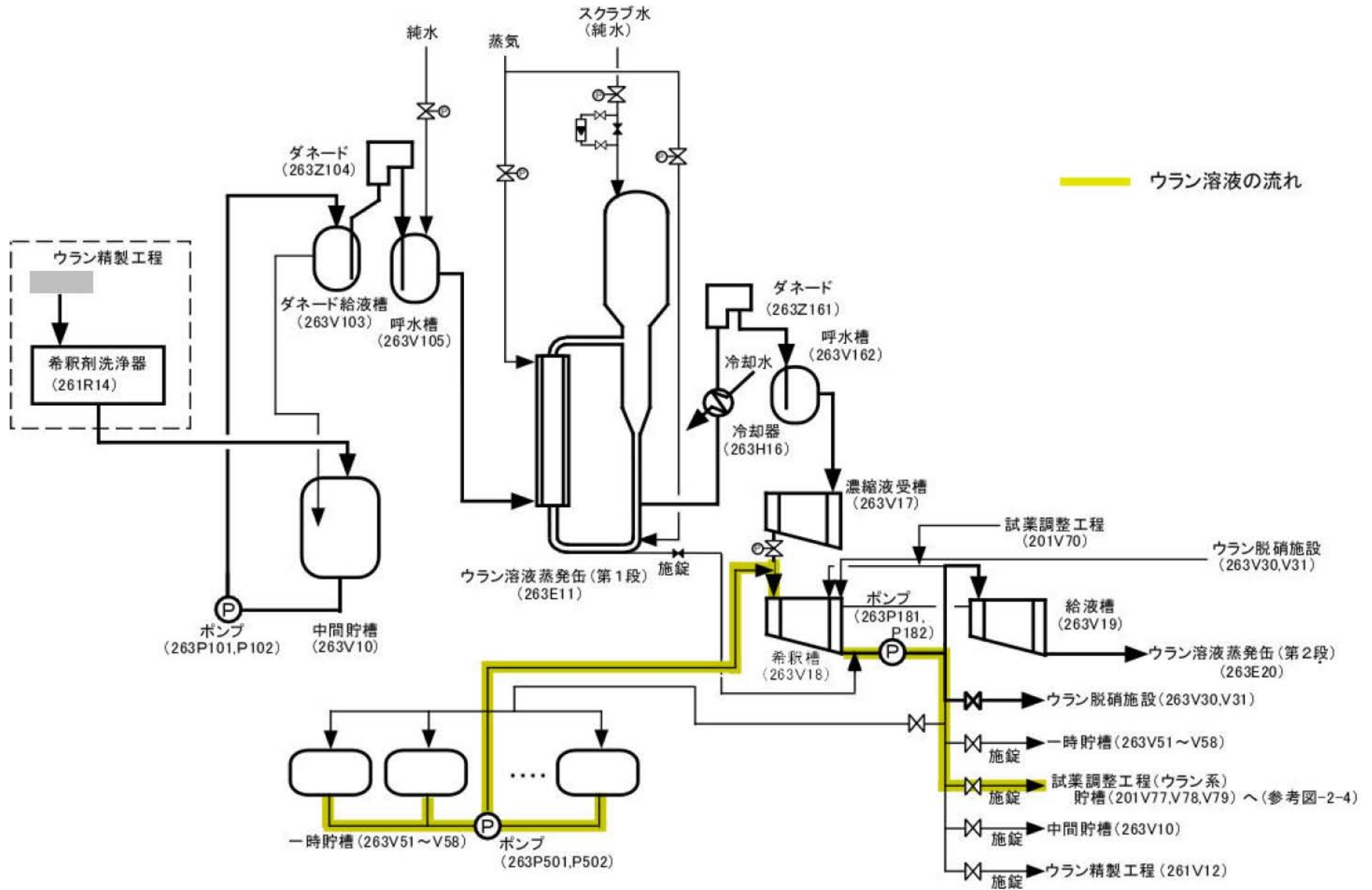
プルトニウム溶液のリワーク工程(276V20)への移送

— プルトニウム溶液の流れ



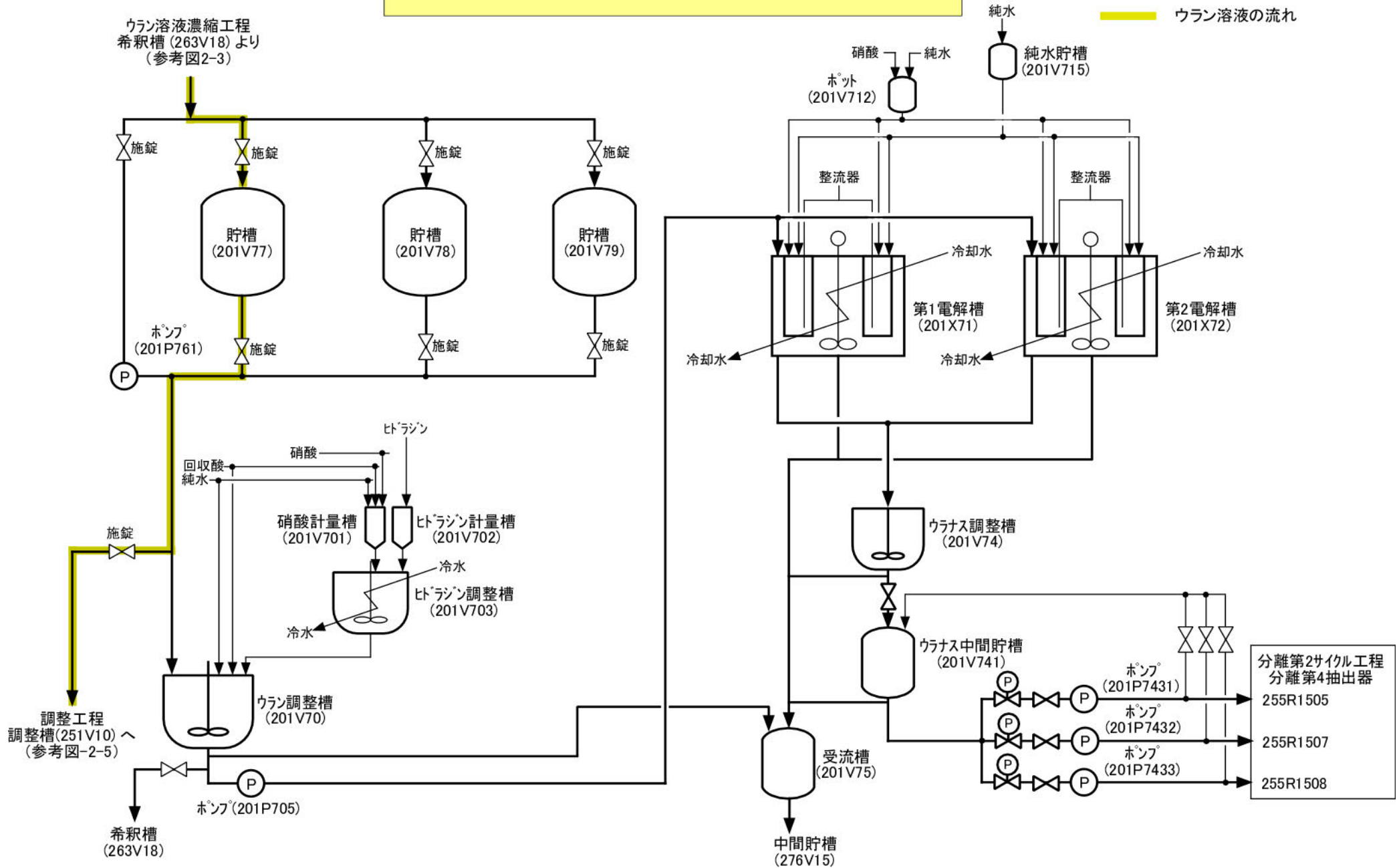
参考図-2-2 プルトニウム濃縮工程

プルトニウム溶液と混合するウラン溶液の移送



参考図-2-3 ウラン溶液濃縮工程

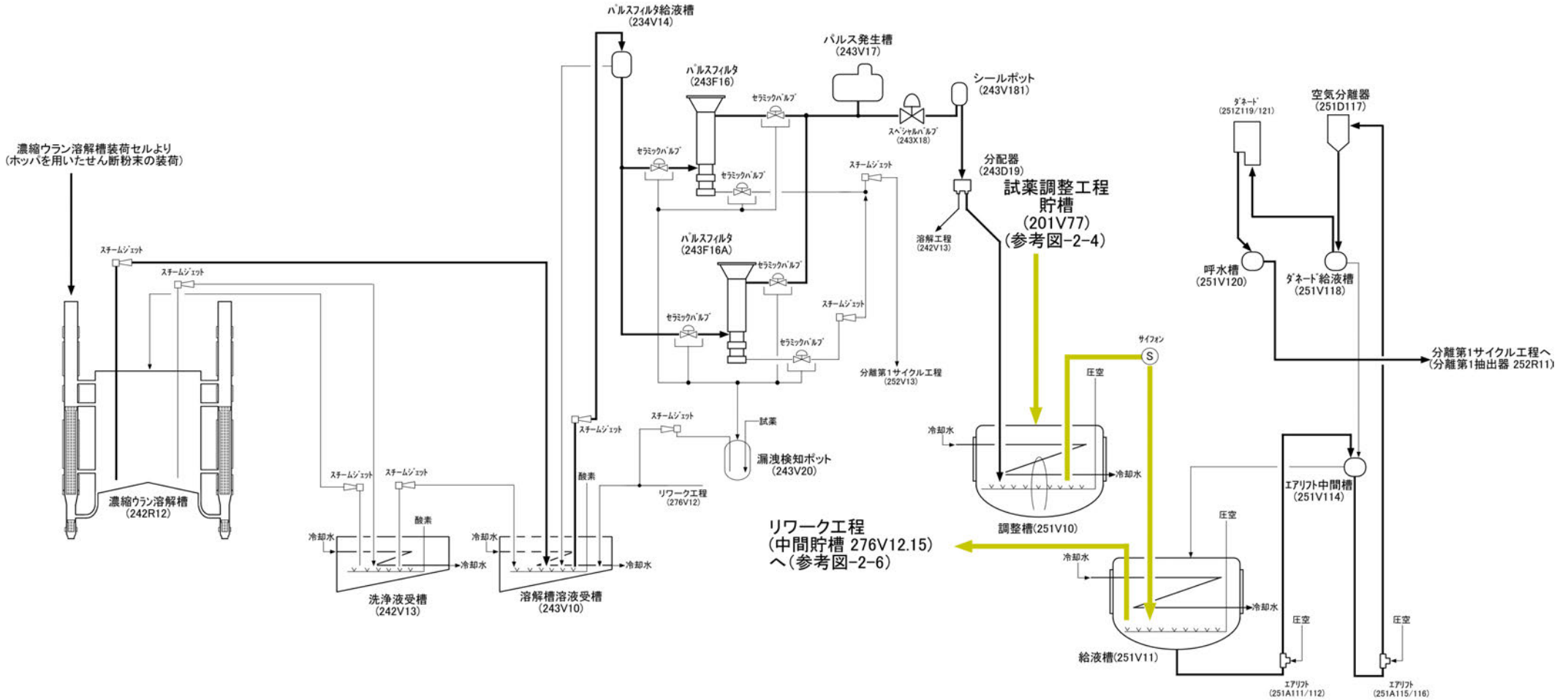
# プルトニウム溶液と混合するウラン溶液の移送



参考図-2-4 試薬調整工程 (ウラン系)

## プルトニウム溶液と混合するウラン溶液の移送

— ウラン溶液の流れ

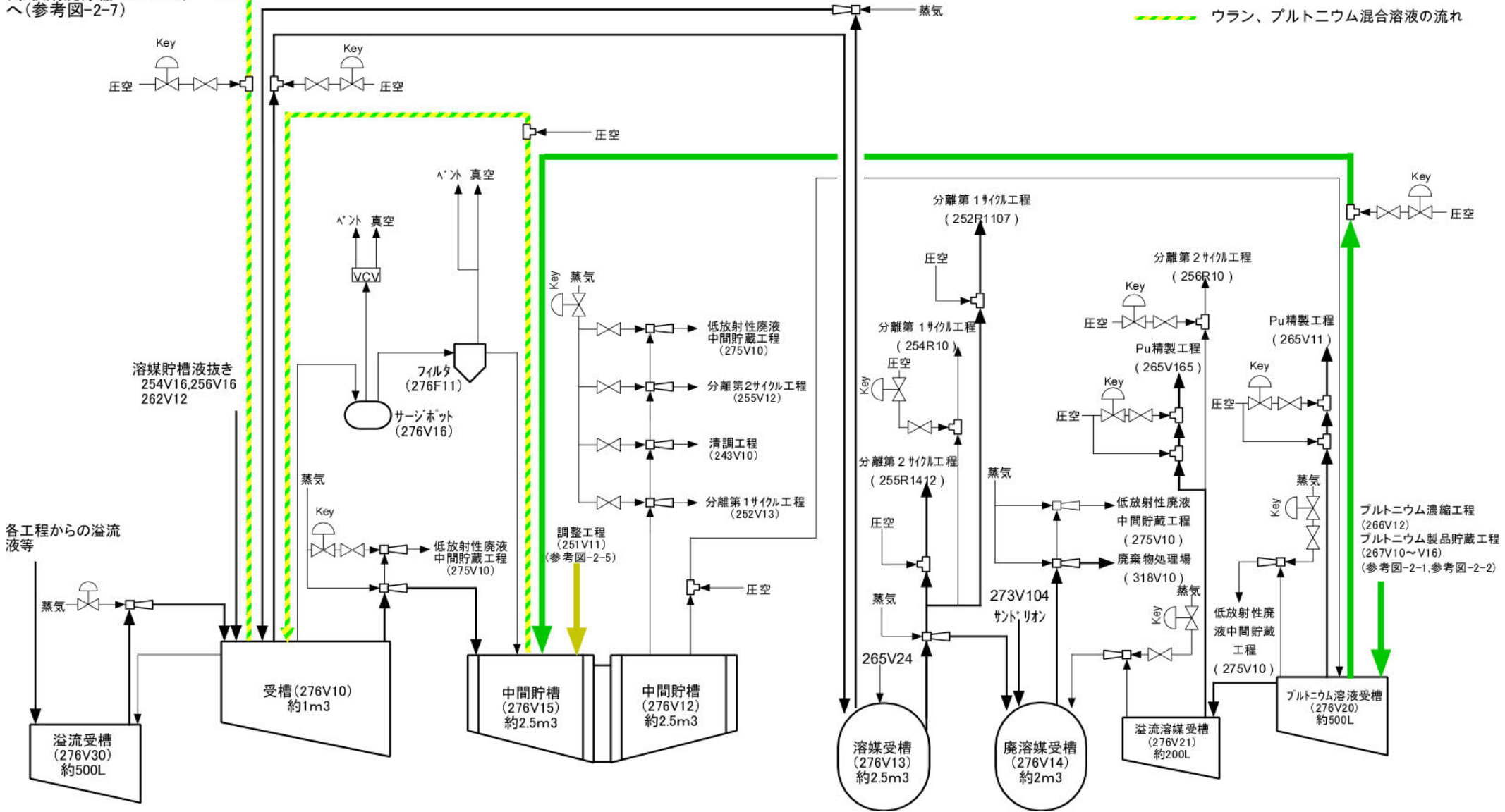


参考図-2-5 溶解、清澄・調整工程

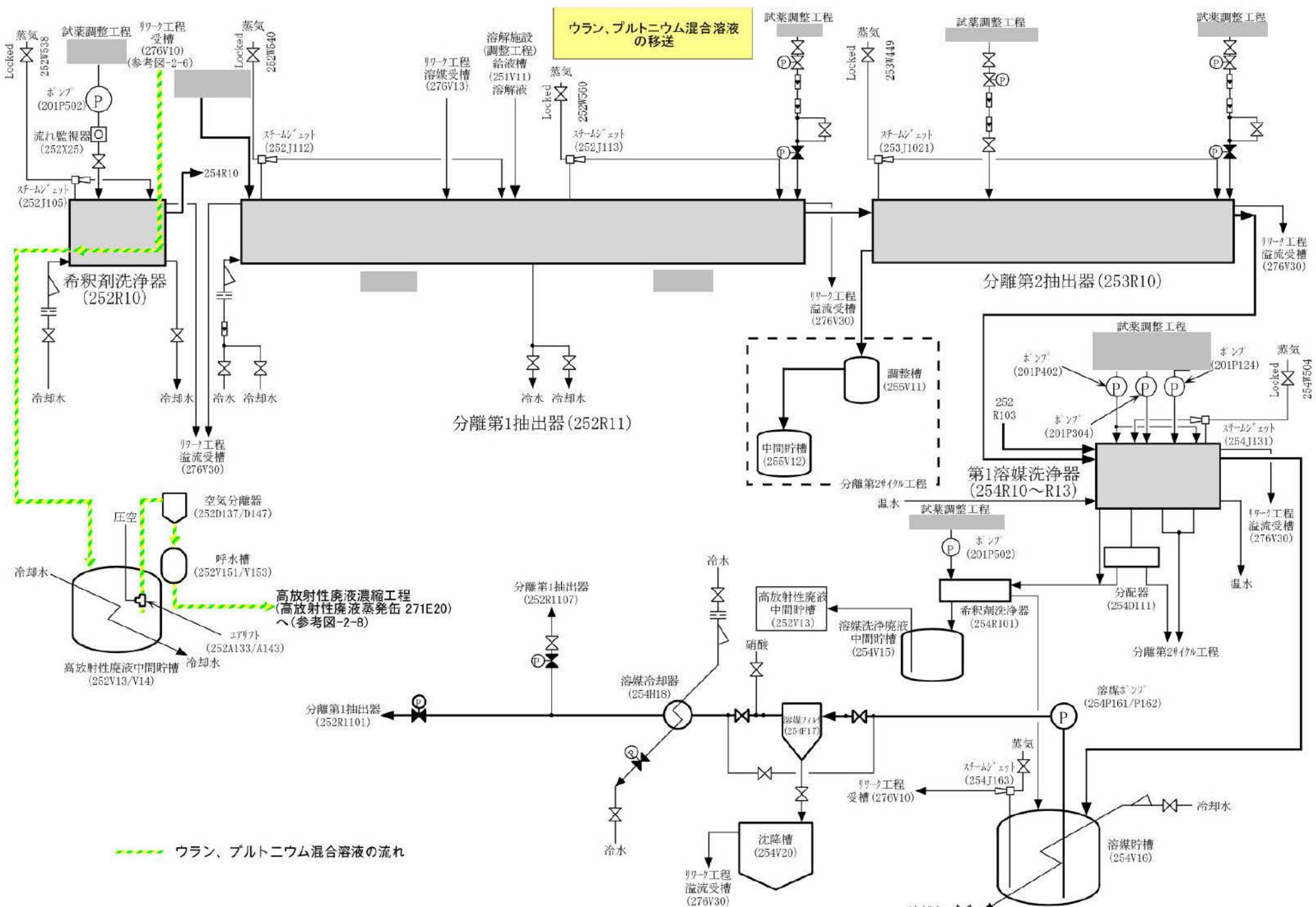
# ウラン溶液とプルトニウム溶液の混合及び混合液の移送

分離第1サイクル工程  
(希釈剤洗浄器 252R103)  
へ(参考図-2-7)

- プルトニウム溶液の流れ
- ウラン溶液の流れ
- ウラン、プルトニウム混合溶液の流れ



参考図-2-6 リワーク工程

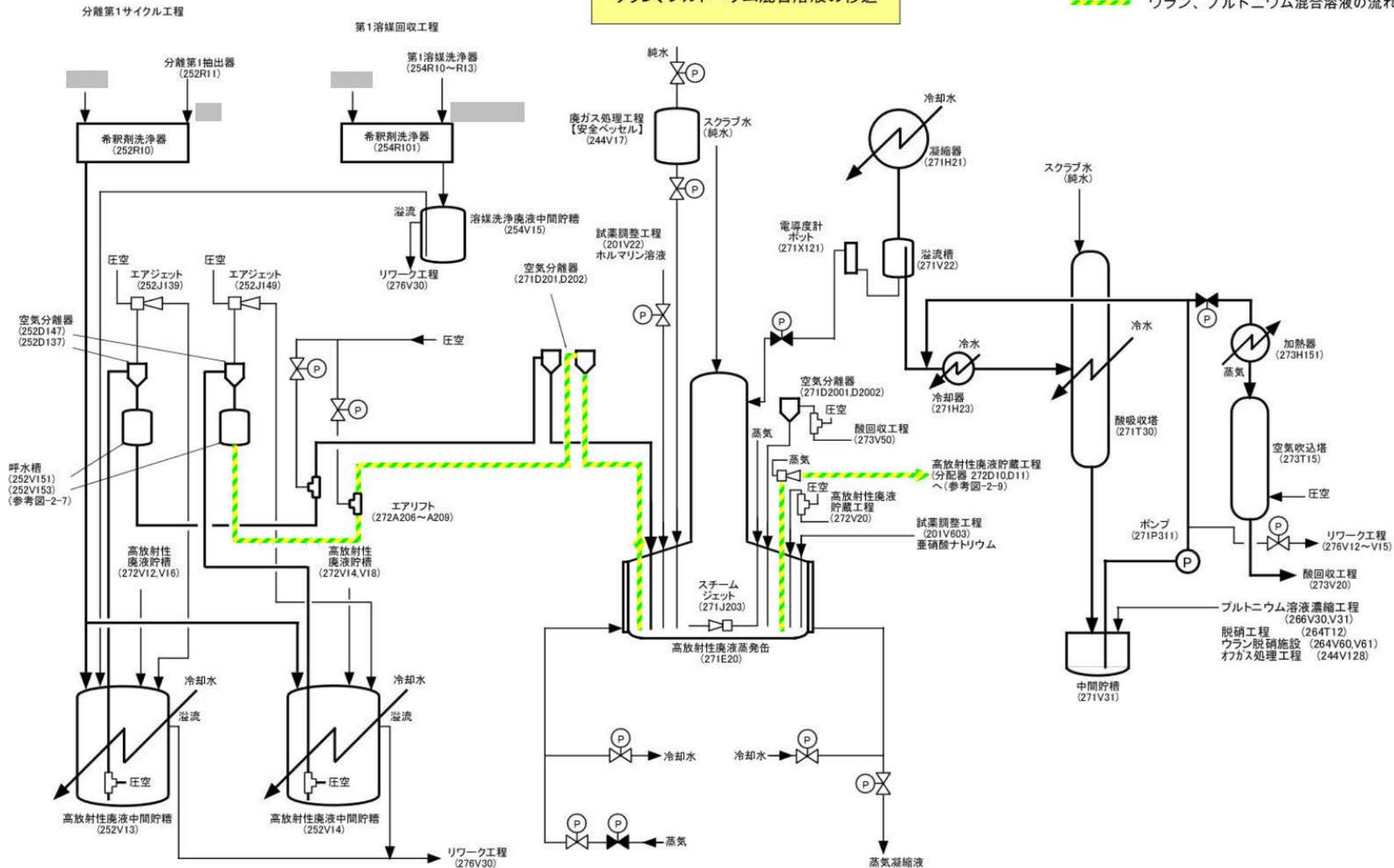


--- ウラン、プルトニウム混合溶液の流れ

参考図-2-7 分離第1サイクル工程

ウラン、プルトニウム混合溶液の移送

ウラン、プルトニウム混合溶液の流れ

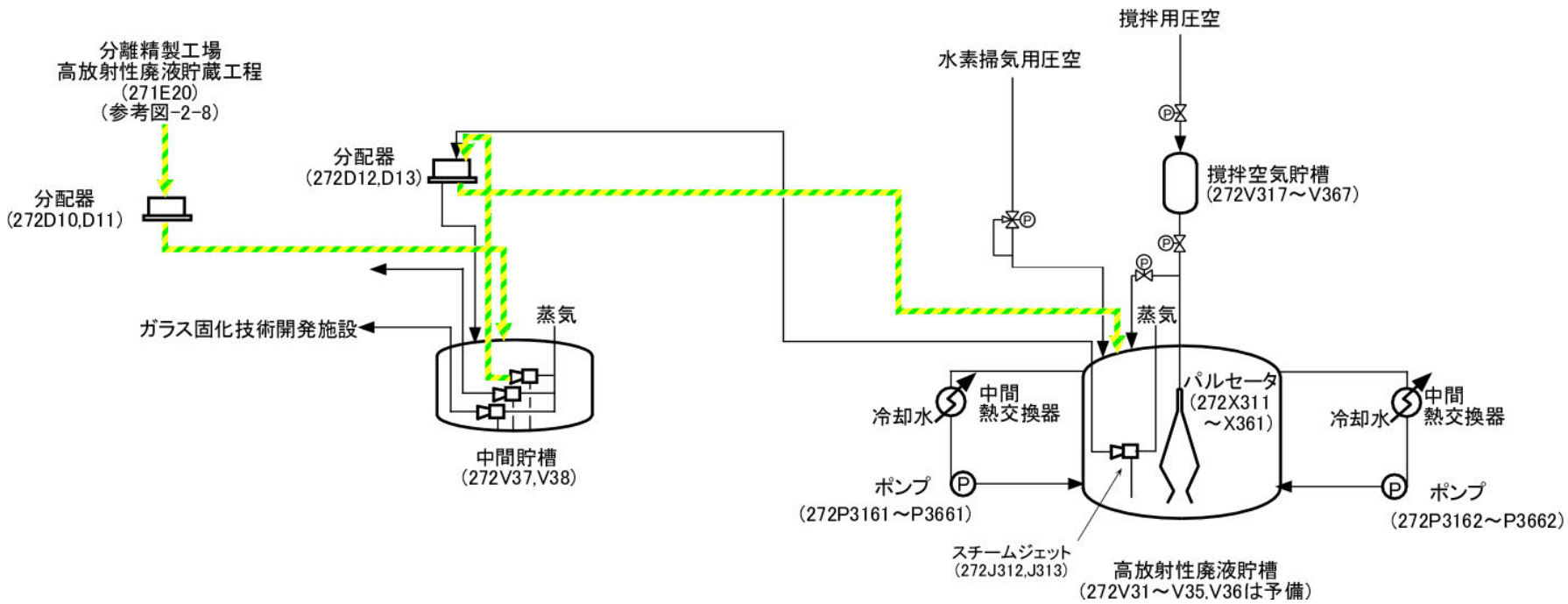


参考図-2-8 高放射性廃液濃縮工程



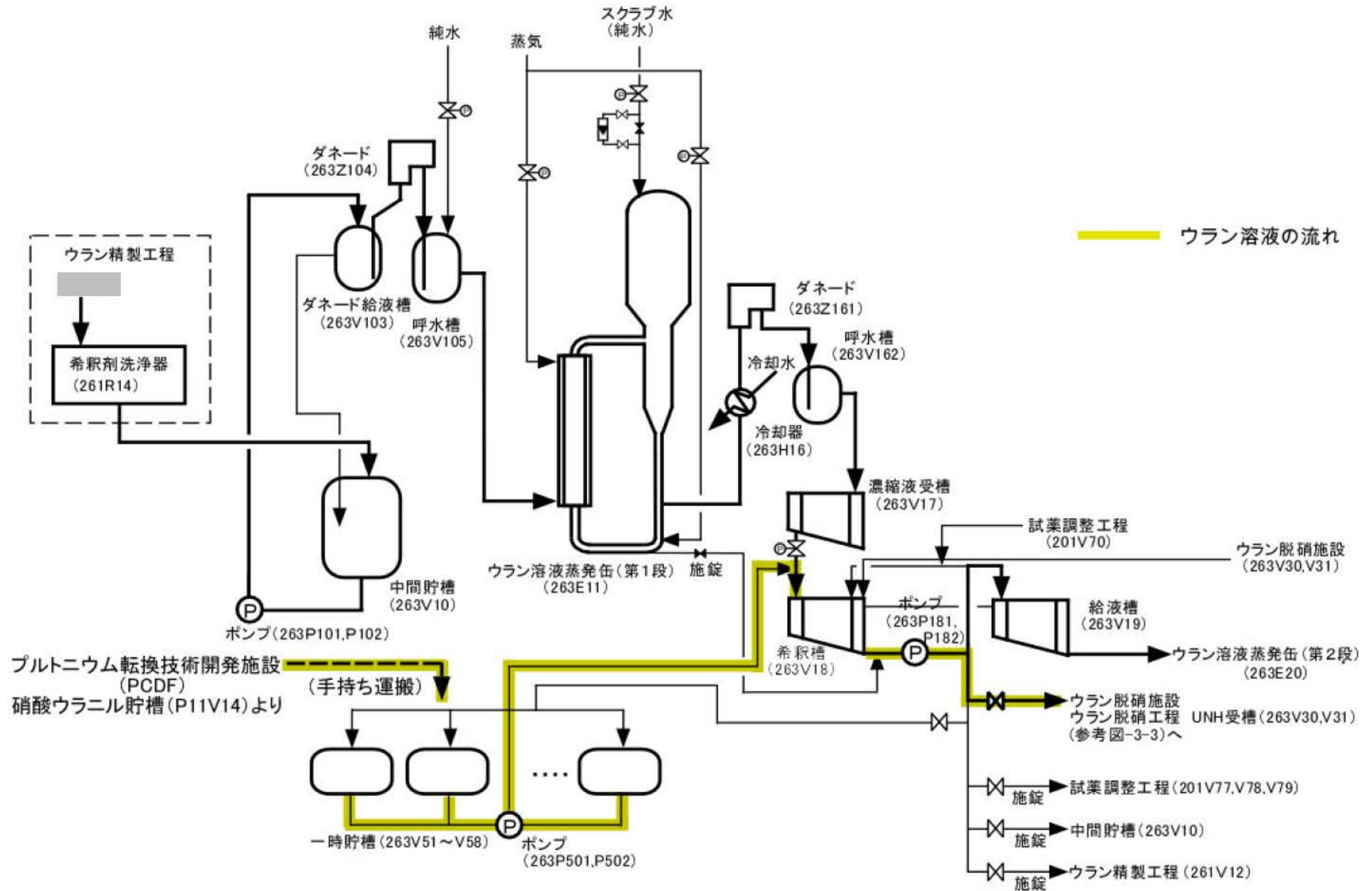
# ウラン、プルトニウム混合溶液の移送

ウラン、プルトニウム混合溶液の流れ



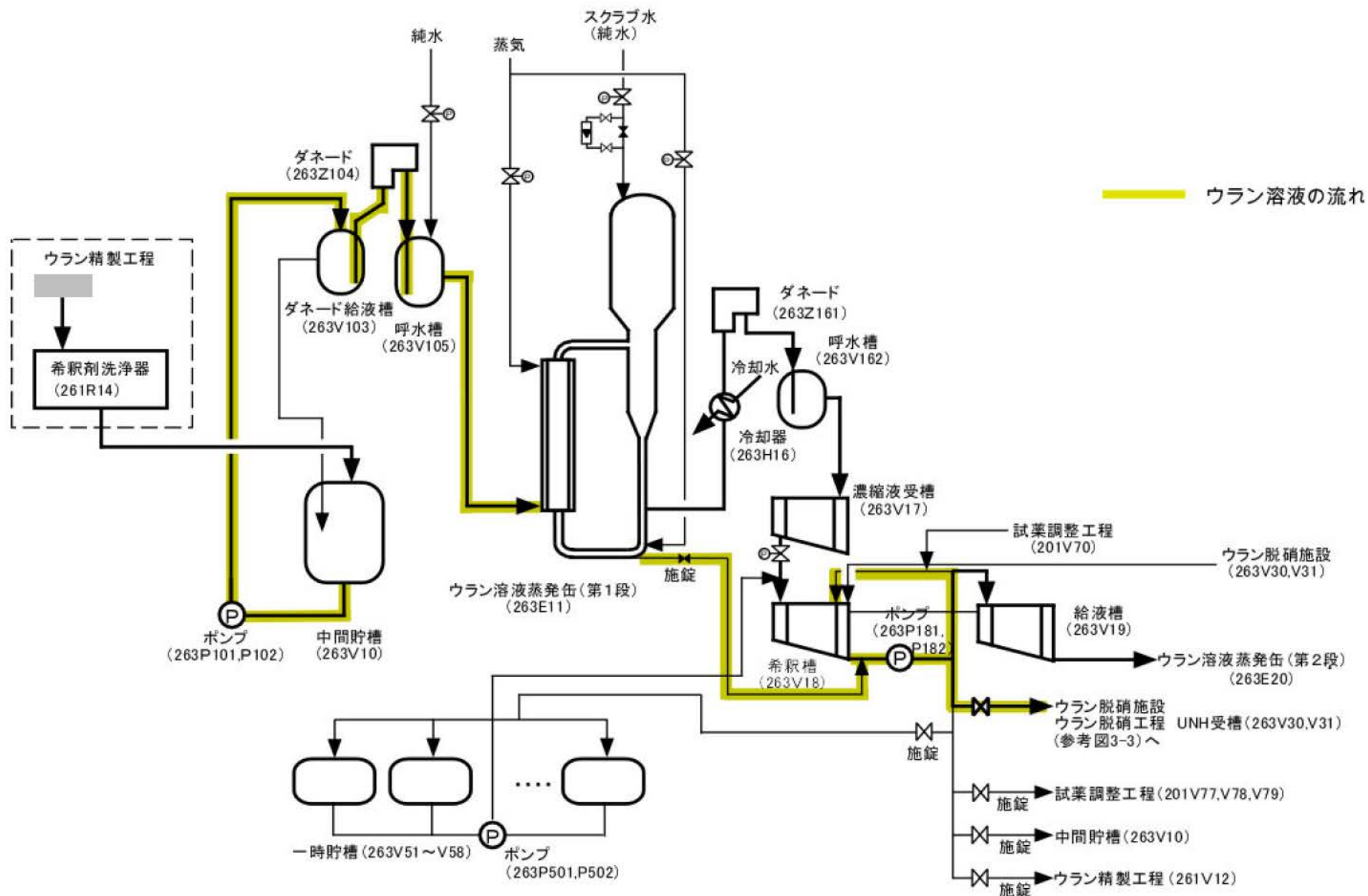
参考図-2-9 高放射性廃液貯蔵工程

# MPウラン溶液のDN(263V32)への集約(一時貯槽)



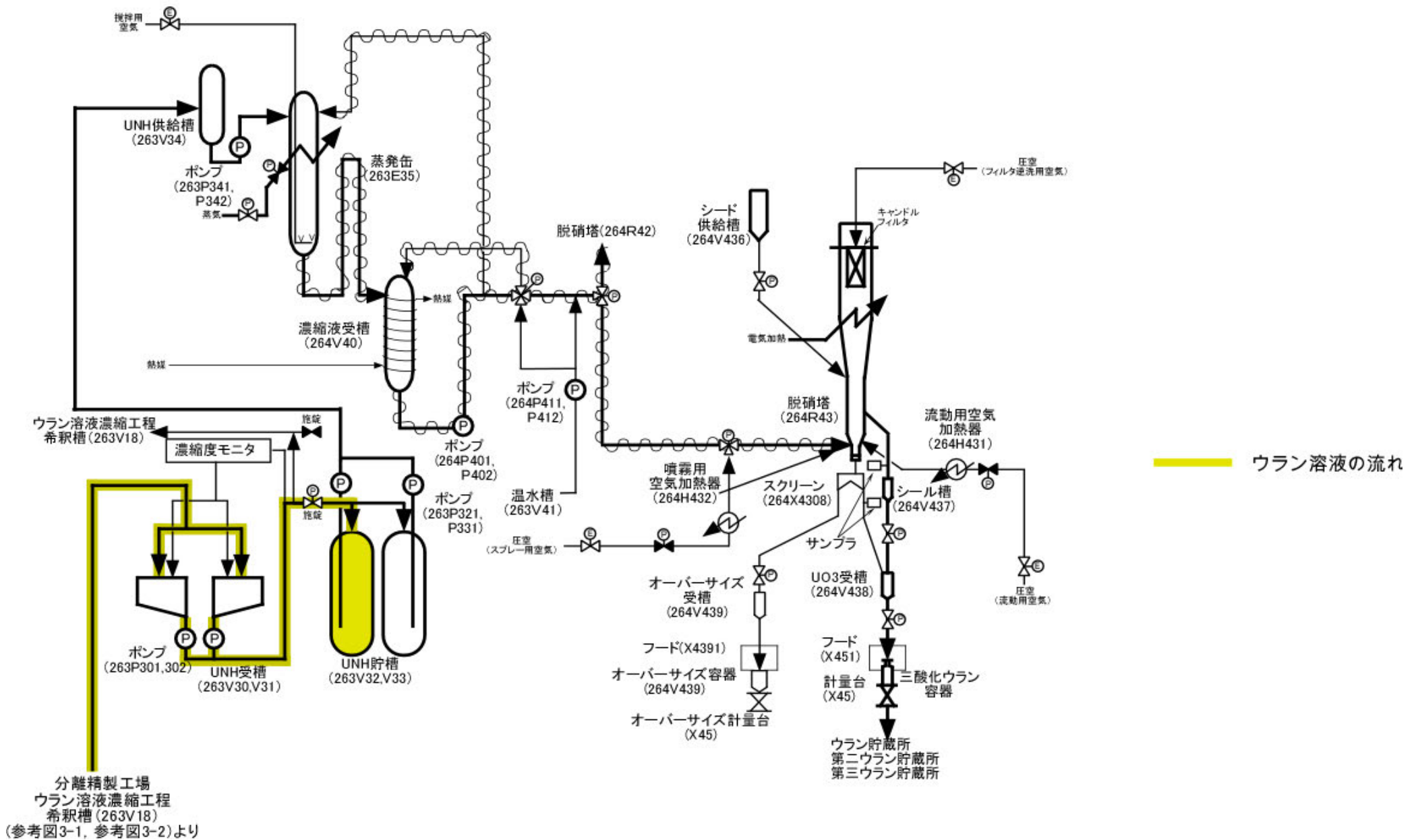
参考図-3-1 ウラン溶液濃縮工程

MPウラン溶液のDN(263V32)への集約(263V10)



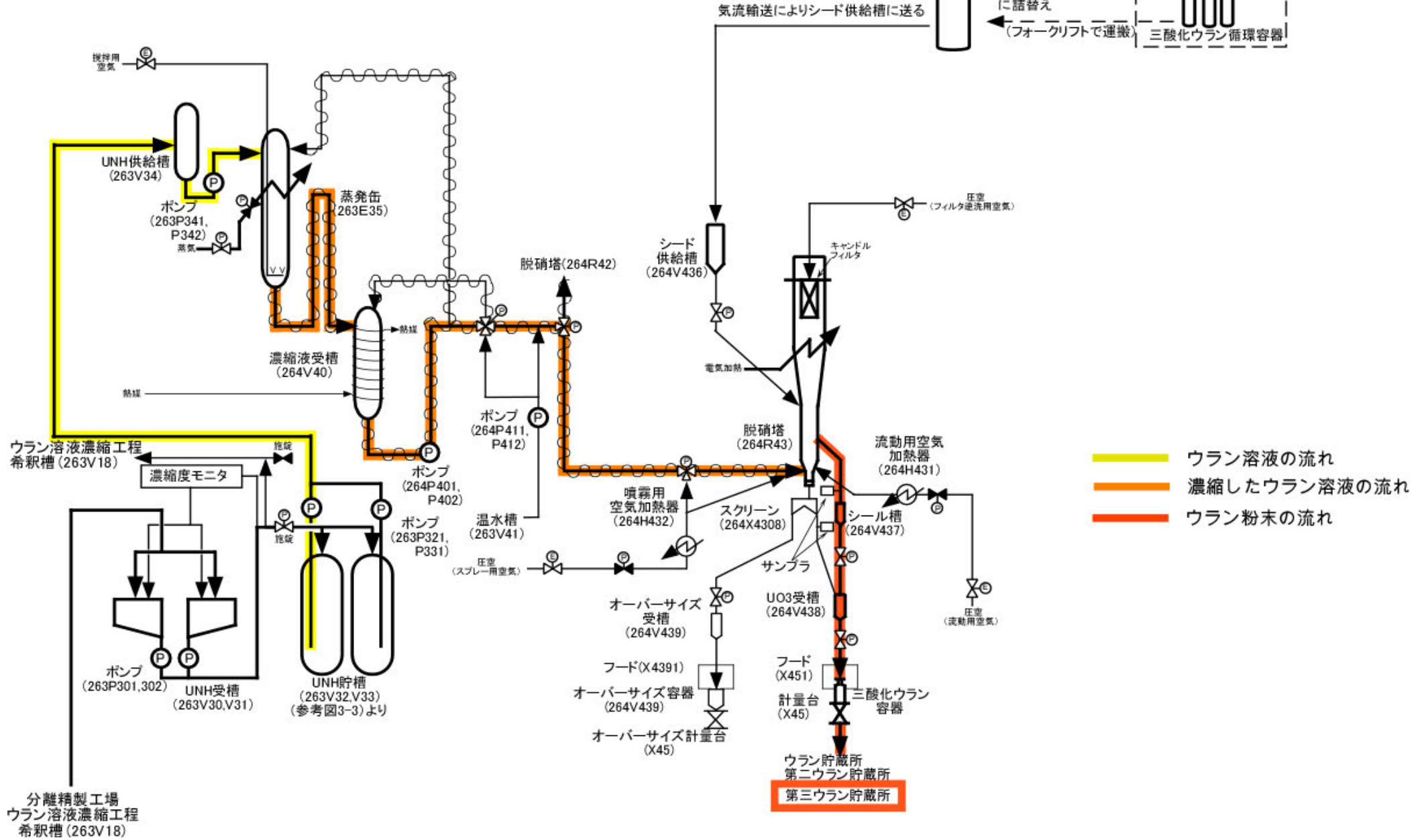
参考図-3-2ウラン溶液濃縮工程

# MPウラン溶液のDN(263V32)への集約



参考図-3-3 ウラン脱硝工程（ウラン脱硝施設）

# ウラン溶液の安定化処理



参考図-3-4 ウラン脱硝工程（ウラン脱硝施設）

# クリプトン回収技術開発施設 液体窒素貯槽の津波漂流物対策について

令和 3 年 10 月 13 日  
再処理廃止措置技術開発センター

## 1. はじめに

高放射性廃液貯蔵場（HAW）及びガラス固化技術開発施設（TVF）の津波漂流物対策として、クリプトン回収技術開発施設（以下、「Kr 施設」という。）の液体窒素貯槽について、津波漂流物とならないよう固縛対策の検討を進めてきた<sup>※1</sup>。しかしながら、固縛対策工事が大掛かりとなり時間を要することから、早期の対策として固縛対策に代わり液体窒素貯槽の撤去を検討している。

この液体窒素設備の撤去について、施設の安全性、今後実施する Kr 管理放出への影響、対策を検討するとともに許認可上の取り扱いを整理した。

※1：令和 3 年 2 月 10 日に申請した廃止措置変更認可申請（令和 3 年 4 月 27 日認可）の添付資料 6-1-3-1-2 において今後漂流物とならない対策を講ずることとした。

## 2. 液体窒素設備の概要及び撤去範囲（図-1、図-2 参照）

### (1) 液体窒素設備の概要

液体窒素設備は、主に Kr 回収運転時のキセノン精留塔や Kr 精留塔などの冷却用として使用してきたが、既に使用していない。

液体窒素設備からの窒素ガスは、空気圧縮機（性能維持施設）故障時に圧空作動弁、換気系統（建家及びセル換気系調節ダンパー）及び計測制御系統（負圧指示調整計等）への圧空供給のバックアップとして使用できるようになっている。しかしながら、空気圧縮機は常用基と予備基の二系統で構成されており、常用基が故障した際には手動操作で予備基への切換えを行うことで計測制御系統などの性能が維持できるようになっており、液体窒素設備からのバックアップは予備的な機能である。

また、図-2 に示す通り、Kr 施設内で Kr ガスを直接取り扱うクリプトン貯蔵シリンダ、除染ガス貯槽、関連する配管及び弁類が閉じ込めバウンダリとしての役割を持っており、液体窒素設備はそれらに接続しているが、圧力の高低差があることや弁操作の管理により Kr ガスが逆流するおそれはなく、液体窒素設備は閉じ込めバウンダリには含まれない。

以上より、空気圧縮機（性能維持施設）は二系統化され窒素ガス供給機能は予備的な機能であり、また、Kr ガスの閉じ込めバウンダリにも該当しないことから、液体窒素設備は性能維持施設ではない。

### (2) 撤去の範囲

液体窒素設備は、液体窒素貯槽、温室窒素発生器、冷窒素発生器、温室窒素貯槽、

配管及び付属品（弁類、圧力計等）で構成された設備で屋外に設置されている。今回撤去する範囲は、津波漂流物対策の対象となる液体窒素貯槽のほか、関連する温室素発生器、冷窒素発生器、それらに付属する配管及び弁類であり、Kr 施設における閉じ込めバウンダリに変更はない。

### 3. 撤去に係る施設への影響、対策

#### (1) 施設の安全性への影響、対策

液体窒素貯槽等の撤去に伴い、圧空供給のバックアップは無くなるが、空気圧縮機は二系統設置されており、予備機への切り替えにより計測制御系統などの性能は維持される。さらに、万一、予備機への切り替えが行われず、圧空の供給が停止したとしても換気系統の調節ダンパーがセーフティポジションに移行し、既設の排風機により管理区域内の負圧は維持されることから、安全上の問題は無い。

しかしながら、故障時の保守対応を早期に実施するため、自主的にバックアップの代替として空気圧縮機（2基）に自動切換え回路を設けるものとする。

#### (2) Kr 管理放出への影響、対策

廃止措置計画では、Kr 管理放出における Kr ガスの押し出しに窒素を用いることとしている。Kr 管理放出で使用する窒素ガスは、当初、既設の液体窒素貯槽から供給することとしていたが、液体窒素貯槽を撤去した後に Kr 管理放出を行う場合には、一時的に可搬型窒素供給設備を用いる（令和4年度以降）。

窒素ガス自体は Kr 管理放出のための移送ガスとしての位置付けであり、可搬型窒素供給設備は、高圧ガス保安法の適用を受けている市販の窒素ボンベ等を Kr 管理放出時に一時的に接続して用いるものである。これらは、再処理施設の技術基準に関する規則の「第二章 安全機能を有する施設」及び「第三章 重大事故等対処施設」のいずれの条項においても要求される機能を有していない。また、使用中に不具合等を生じても代替となるボンベ等は速やかに入手可能で交換できることから、廃止措置計画の実施が遅延することはなく性能維持施設には該当しない。

なお、Kr 管理放出が終わるまで Kr ガス貯蔵に係る高圧ガス設備の点検用として窒素ガスを使用するが、液体窒素設備を撤去したとしても、可搬型設備で対応可能である。

#### (3) 窒素ガス供給設備への Kr ガス逆流のおそれ、防止対策

窒素ガスの供給系統における弁の操作については、圧空作動弁と手動弁により多重化され、さらに系統への逆止弁の設置または系統の圧力差により単一誤操作を考慮しても窒素ガス供給設備への Kr ガスの逆流のおそれはない。

可搬型窒素供給設備の不具合等による窒素ガス供給停止時は、制御室にて温室素貯槽の圧力低下警報及び窒素ガス供給系統の圧力調節計の2か所で異常が検知できるとともに、系統への逆止弁の設置または系統の圧力差により窒素ガ

ス供給設備への Kr ガスの逆流のおそれはない。

#### 4. 許認可上の取り扱いの整理

##### (1) 液体窒素貯槽等の撤去（図-1 参照）

撤去する液体窒素貯槽等は、性能維持施設に該当しないため、事業者のQMSに従って撤去可能であると考える。

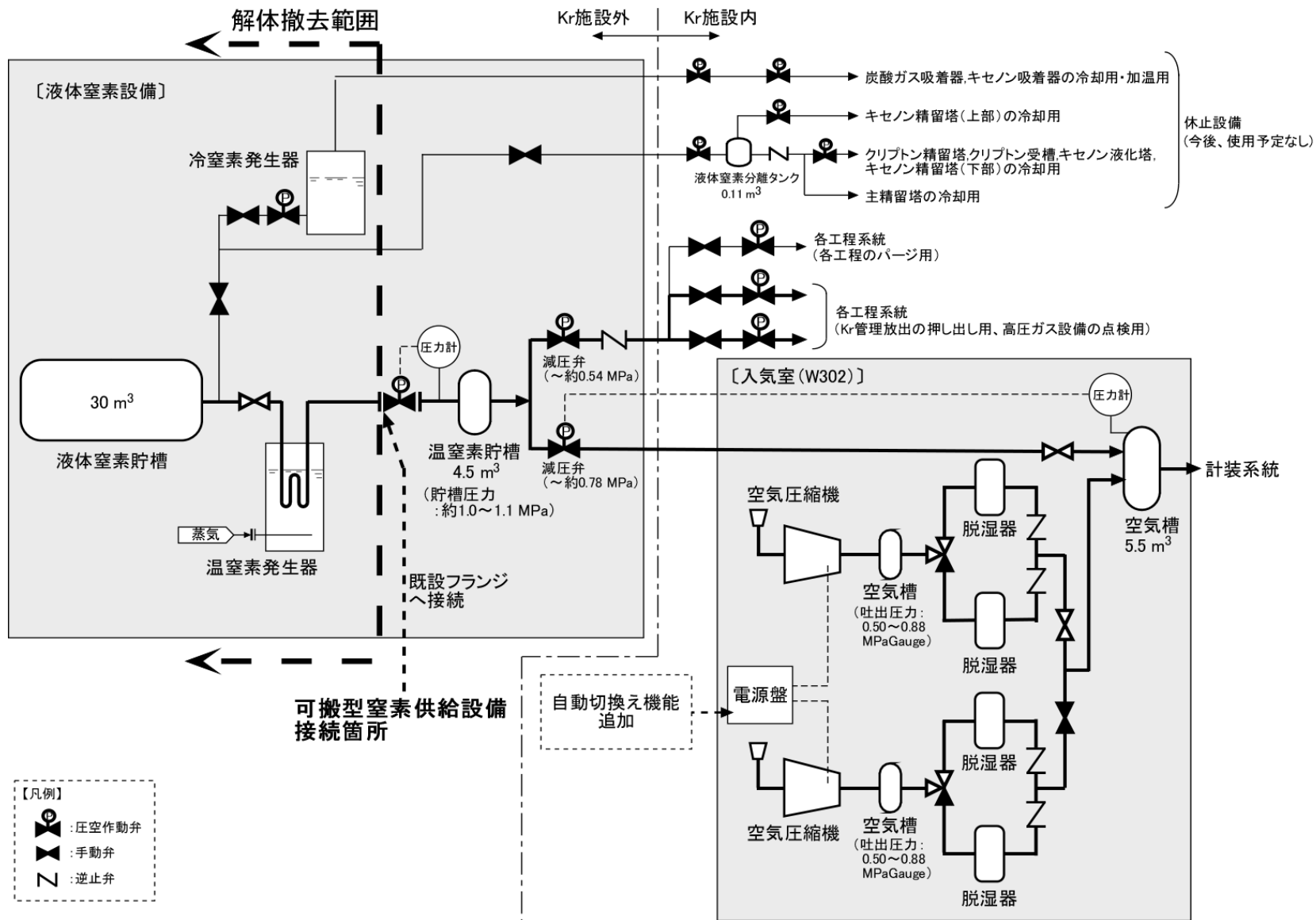
##### (2) 空気圧縮機への自動切換え回路の追加（図-1 参照）

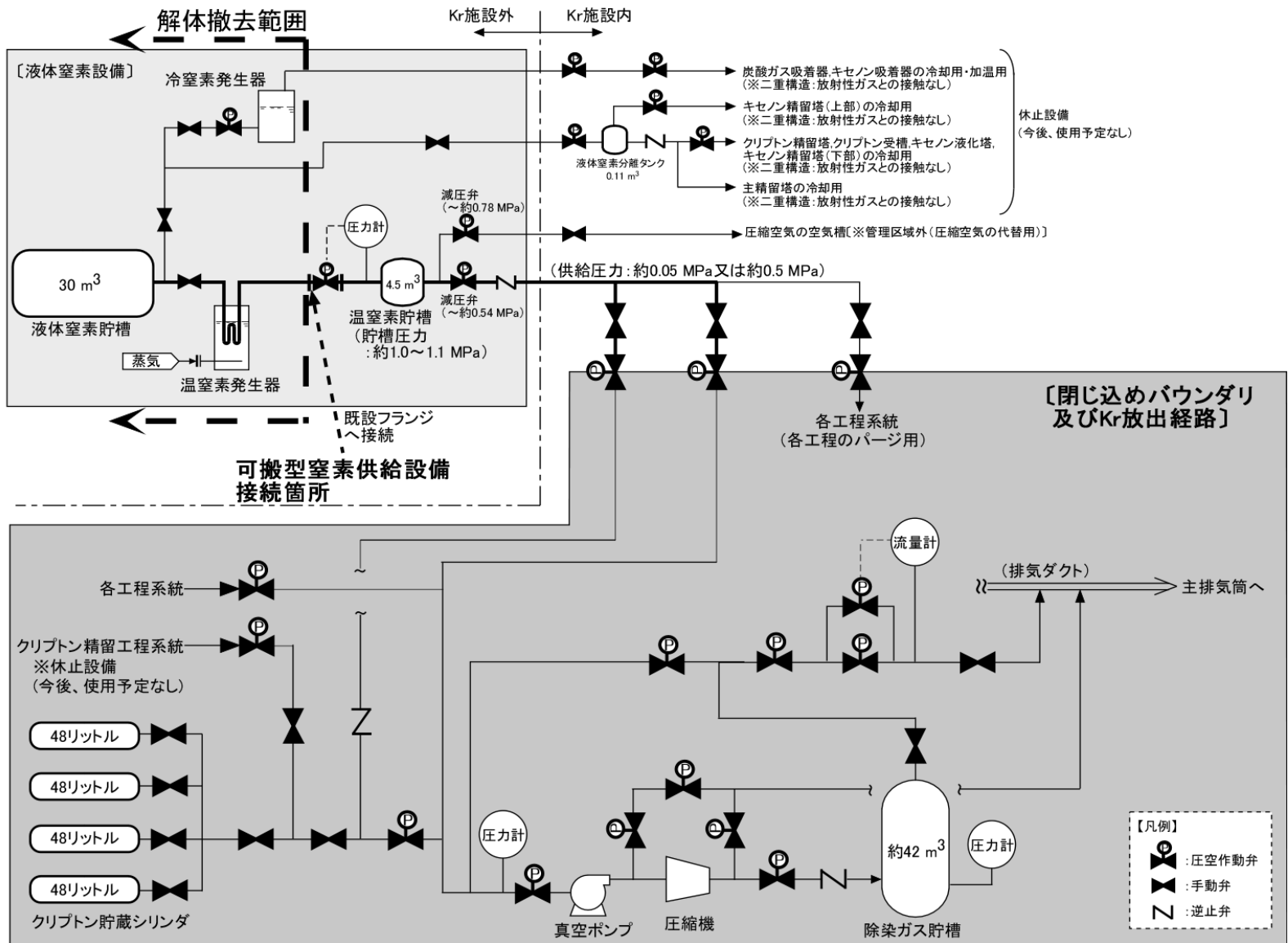
空気圧縮機自体は性能維持施設であり、その性能に変更はないものの空気圧縮機への自動切換え回路の追加により計測制御系統図の変更を伴うことから、廃止措置計画変更が必要と考える。

##### (3) Kr 管理放出のため一時的に用いる可搬型窒素供給設備（図-1 参照）

Kr 管理放出のため可搬型窒素供給設備を一時的に用いるが、既設との接続は、既設設備の改造等を伴わないため、廃止措置計画変更は必要ないと考える。







Kr 施設における閉じ込めバウンダリ及び窒素ガス供給系統概要図

## Kr 管理放出における Kr ガスの逆流防止対策について

### 1. はじめに

Kr 管理放出における操作手順毎に Kr ガスの逆流防止対策について整理し、単一誤操作及び窒素ガス供給中の可搬型窒素供給設備からの予期せぬ供給停止による Kr ガスの逆流が無いことを以下の通り確認した。

### 2. 操作手順及び逆流防止対策

#### 2.1 クリプトン貯蔵シリンダから除染ガス貯槽への Kr ガスの移送 (図-1 参照)

##### (1) 操作手順

- ① 窒素ガス供給設備の温室素貯槽に窒素ガス(約 1.1 MPa)を充填するため、自動調整弁(図-1①)を開とする。
- ② 真空ポンプにて真空状態(-93 kPa 程度)とした除染ガス貯槽の上部手動弁(図-1②)を開け、クリプトン貯蔵シリンダから弁操作(図-1③④⑤⑥⑦)により Kr ガスを除染ガス貯槽に移送する。
- ③ 移送後、系統の弁(図-1⑧)を閉止して、Kr ガスの移送を停止する。(移送後のクリプトン貯蔵シリンダ、除染ガス貯槽内圧力 : 0 kPa 未満)

##### (2) 逆流防止対策

- 制御室において、弁開操作(図-1③④)を誤って窒素ガス供給の圧空作動弁を開としても現場の手動弁が閉状態であるため、窒素ガス供給設備への Kr ガスの逆流のおそれはない。
- 制御室及び現場において、多重化された窒素ガス供給の圧空作動弁及び手動弁を誤って開としても、クリプトン貯蔵シリンダへの供給系統には逆止弁があり、また除染ガス貯槽への供給系統は圧力が 0kPa 未満で押し込む流れとなるため、窒素ガス供給設備への Kr ガスの逆流のおそれはない。

#### 2.2 クリプトン貯蔵シリンダへの窒素ガス供給 (図-2 参照)

##### (1) 操作手順

- ① 温室素貯槽から窒素ガス(約 0.5 MPa)を供給するため、自動調整弁(図-2①)及び手動弁(図-2②)を開とする。
- ② 温室素貯槽から弁操作(図-2③)により窒素ガスをクリプトン貯蔵シリンダへ供給する。供給後、弁(図-2④)を閉止して、クリプトン貯蔵シリンダへの窒素ガスの供給を停止する。
- ③ 窒素ガスの供給停止後、弁操作(図-2⑤)により窒素ガスにより希釈したクリプトン貯蔵シリンダ内のガスを除染ガス貯槽へ押し出し回収する。回収後、弁操作(図-2⑥)により閉止する。(操作後の除染ガス貯槽内圧力 : 0 kPa 未満)
- ④ ②、③の窒素ガス供給及び除染ガス貯槽への移送を 5 回以上繰り返し、クリプト

ン貯蔵シリンダ内の残留 Kr を十分に回収する。回収後、全ての弁(図-2⑦⑧⑨⑩⑪⑫)を閉止する。(操作後の除染ガス貯槽内圧力：0 kPa 未満)

## (2) 逆流防止対策

- 制御室において、弁開操作(図-2③)を誤って除染ガス貯槽側の窒素ガス供給の圧空作動弁を開としても現場の手動弁が閉状態であるため、窒素ガス供給設備への Kr ガスの逆流のおそれはない。
- 窒素ガスを供給中に可搬型窒素供給設備に不具合があり、窒素ガスの供給が停止した場合は、クリプトン貯蔵シリンダへの供給系統には逆止弁があるため、窒素ガス供給設備への Kr ガスの逆流のおそれはない。また、制御室において温室素貯槽の圧力低下警報が発報(設定値 0.93 MPa)するとともに窒素ガス供給系統の下流側の圧力調節計でも圧力低下の異常が検知でき、直ちに弁閉操作(図-2④)を行い、窒素ガスの供給停止が可能である。なお、温室素貯槽の圧力低下警報発報時の圧力は、0.93 MPa で供給系統の圧力(約 0.5 MPa)よりも温室素貯槽内の圧力が高い状態で維持されている。

## 2.3 窒素ガスによる除染ガス貯槽の加圧(図-3 参照)

### (1) 操作手順

- ① 除染ガス貯槽を窒素加圧するため、真空ポンプ、圧縮機を運転(図-3①②)する。
- ② 温室素貯槽から窒素ガス(約 0.05 MPa)を供給するため、自動調整弁(図-3③)及び手動弁(図-3④)を開とする。
- ③ 窒素ガス供給弁(図-3⑤)を開け、温室素貯槽から窒素ガスを供給し、弁操作(図-3⑥⑦)により真空ポンプ及び圧縮機を用いて除染ガス貯槽を必要な圧力(0.5 MPa 程度)まで加圧する。必要な圧力到達後、窒素ガス供給弁(図-3⑧)を閉とする。
- ④ 窒素ガス供給系統内の残留ガスを圧力 0 kPa 程度まで除染ガス貯槽へ回収後、系統の弁(図-3⑨)を閉とし、真空ポンプを停止(図-3⑩)する。その後、除染ガス貯槽への回収弁(図-3⑪)を閉止、圧縮機を停止(図-3⑫)する。
- ⑤ 温室素貯槽から窒素ガスを供給するため、手動弁(図-3⑬)及び自動調整弁(図-3⑭)を閉とする。

### (2) 逆流防止対策

- 制御室において、弁開操作(図-3⑤)を誤ってクリプトン貯蔵シリンダ側の窒素ガス供給の圧空作動弁を開としても現場の手動弁が閉状態であるため、窒素ガス供給設備への Kr ガスの逆流のおそれはない。また、クリプトン貯蔵シリンダ側への供給系統には逆止弁が設置されている。
- 窒素ガスを供給中に可搬型窒素供給設備に不具合があり、窒素ガスの供給が停止した場合は、圧縮機及び真空ポンプの運転継続により除染ガス貯槽へ引かれる方向であるため、窒素ガス供給設備への Kr ガスの逆流のおそれはない。除染ガス貯槽への供給入口には逆止弁が設置されている。また、制御室において温室素貯槽の圧力低下警報が発報(設定値 0.93 MPa)するとともに窒素ガス供給系統の下流側の圧力調節計でも圧力低下の異常が検知でき、直ちに弁閉操作(図-3⑧)を行

い、窒素ガスの供給停止が可能である。なお、温室素貯槽の圧力低下警報発報時の圧力は、0.93 MPa で供給系統の圧力（約 0.05 MPa）よりも温室素貯槽内の圧力が高い状態で維持されている。

## 2.4 除染ガス貯槽からの放出（図-4 参照）

### (1) 操作手順

- ① 除染ガス貯槽内の Kr を含むガスを放出するため、放出系統の弁（図-4①②③）を開とする。
- ② 流量調節弁（図-4④）を開け、放射線モニタを監視しながら放出流量を調整して除染ガス貯槽内の Kr を含むガスを貯槽内から押し出し、主排気筒より放出する。
- ③ 放出終了後、全ての弁（図-4⑤⑥⑦⑧）を閉とする。（操作後の除染ガス貯槽内圧力：0 kPa）

### (2) 逆流防止対策

- 制御室において、弁開操作（図-4②）を誤って除染ガス貯槽へのガス回収系統の圧空作動弁を開としても、その先には窒素ガス供給系統の弁が多重化されており、また、窒素ガス供給側が高圧であるため、窒素ガス供給設備への Kr ガスの逆流のおそれはない。

## 3. まとめ

窒素ガスの供給系統における弁の操作については、圧空作動弁と手動弁により多重化され、さらに系統への逆止弁の設置または系統の圧力差により単一誤操作を考慮しても窒素ガス供給設備への Kr ガスの逆流のおそれはない。

可搬型窒素供給設備の不具合等による窒素ガス供給停止時は、制御室にて温室素貯槽の圧力低下警報及び窒素ガス供給系統の圧力調節計の 2 か所で異常が検知できるとともに、系統への逆止弁の設置または系統の圧力差により窒素ガス供給設備への Kr ガスの逆流のおそれはない。

以上

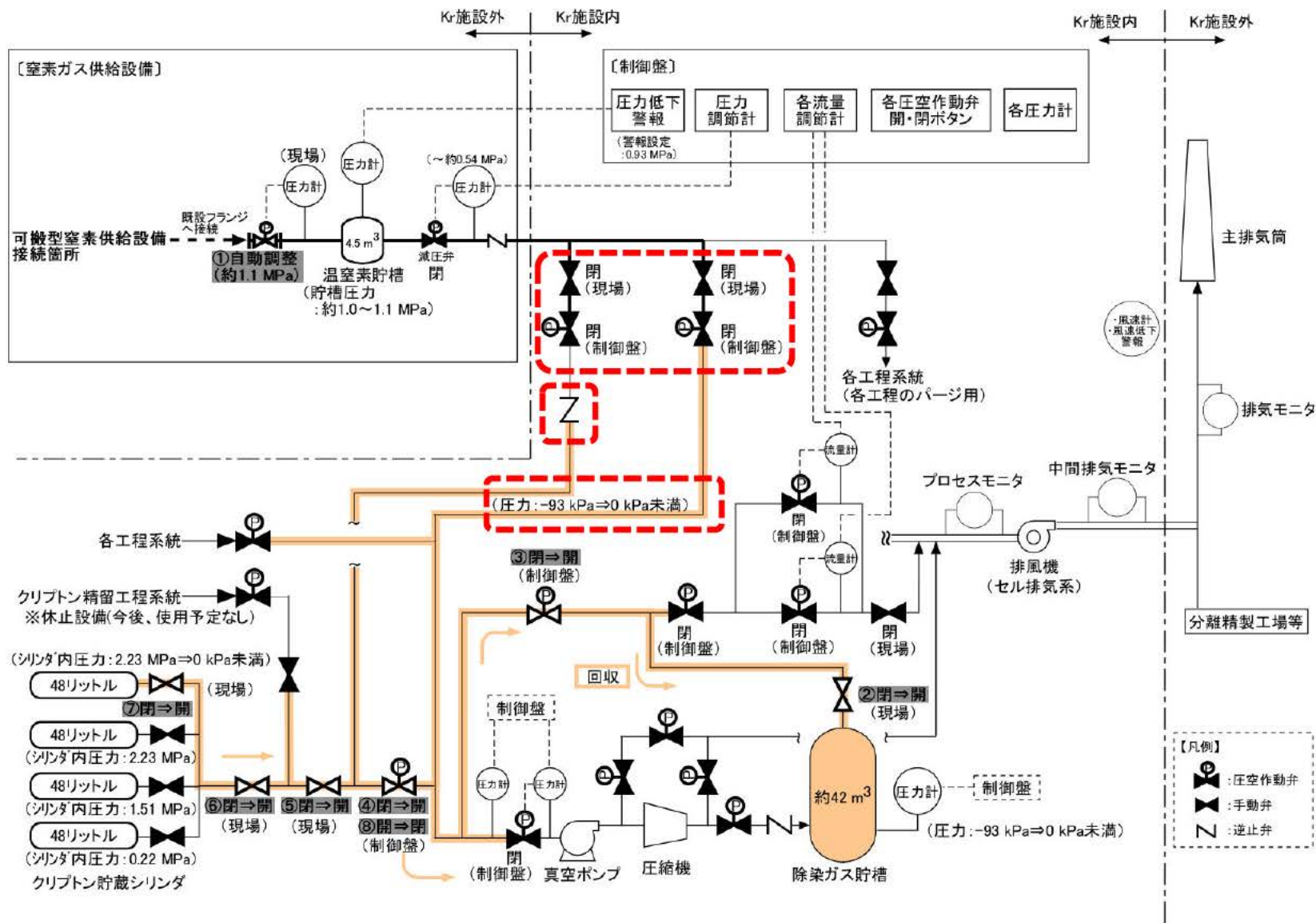


図-1 Kr 貯蔵シリンダから除染ガス貯槽への Kr ガスの移送操作手順及び逆流防止対策

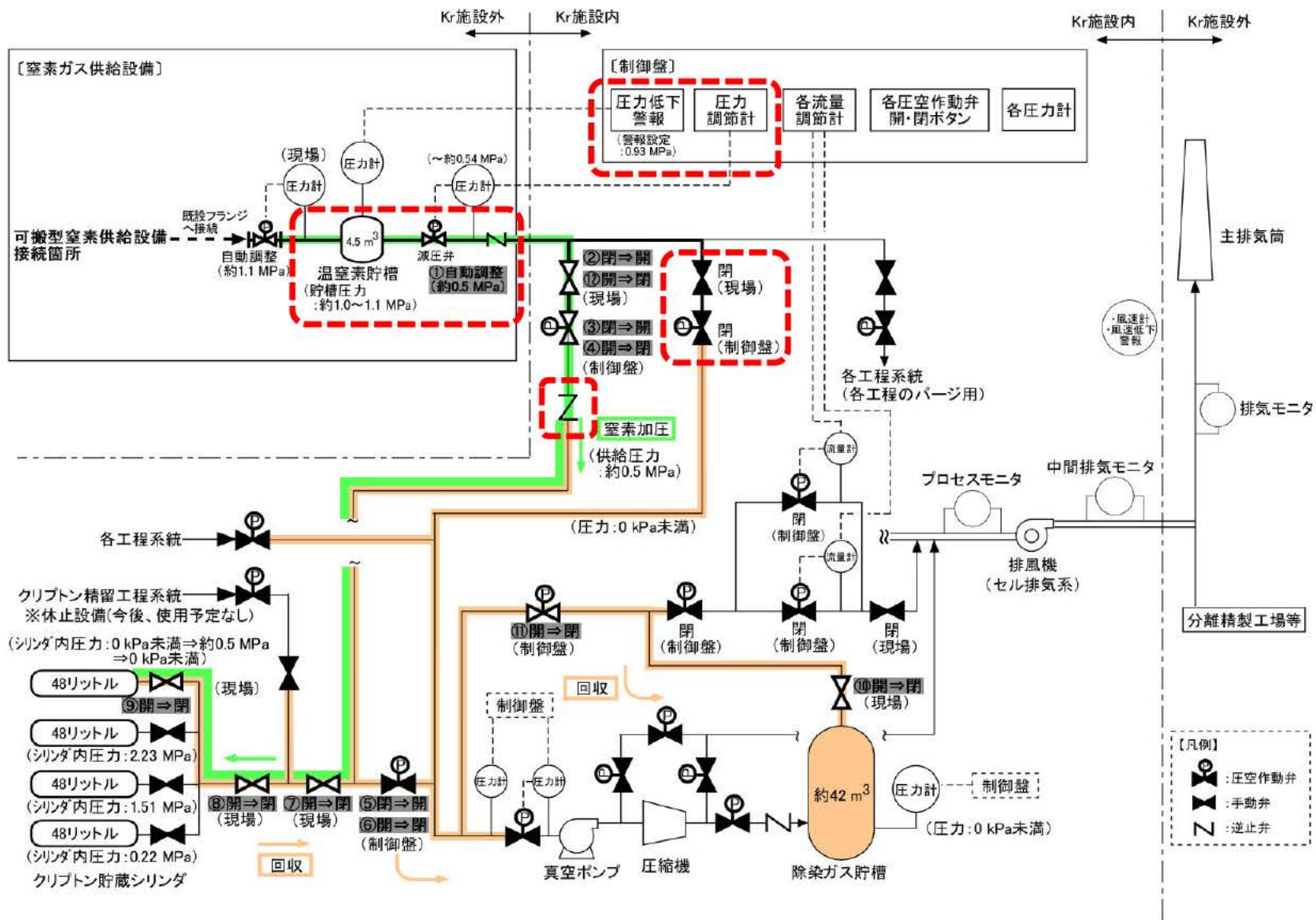


図-2 Kr貯蔵シリンダへの窒素ガス供給操作手順及び逆流防止対策

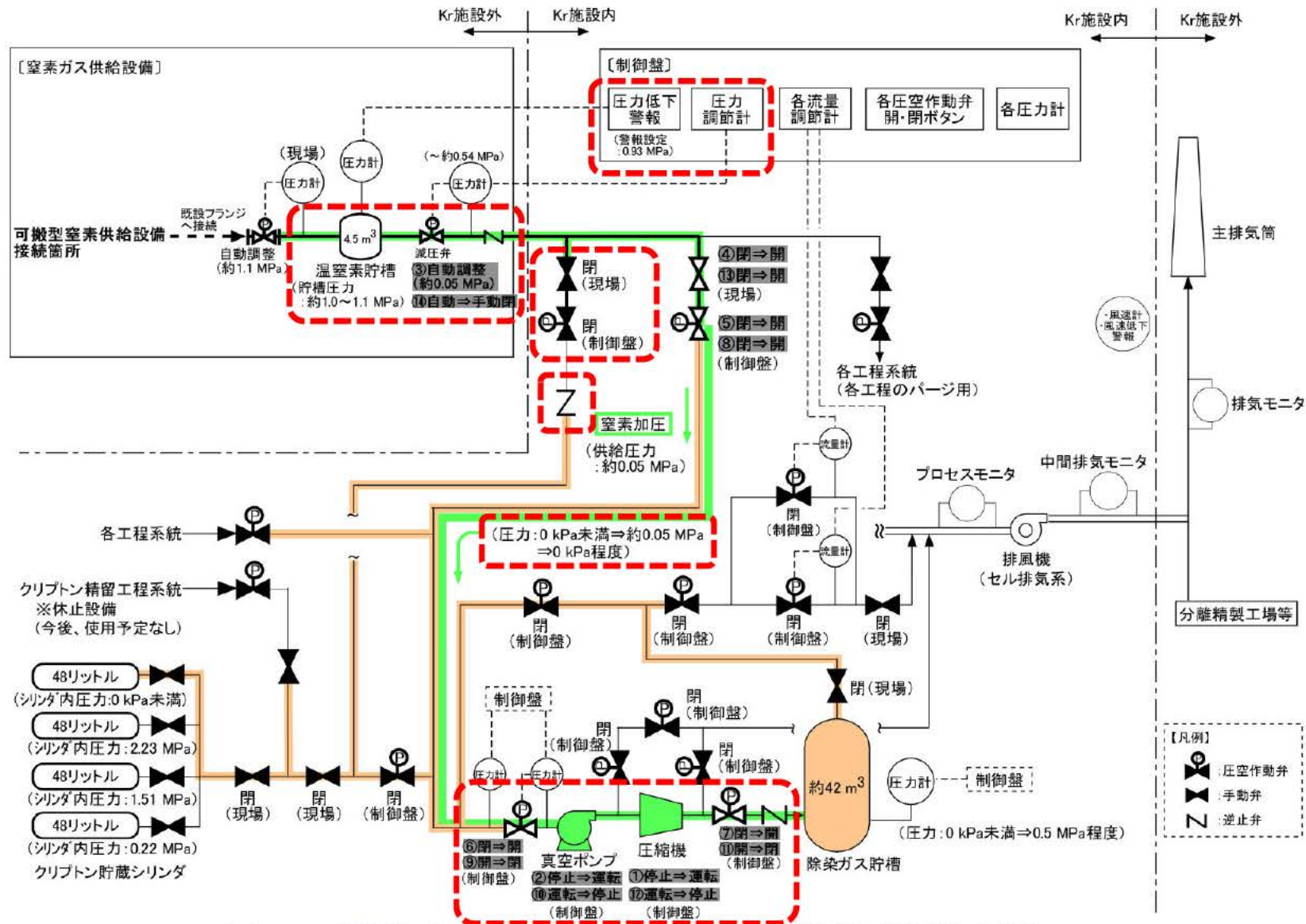


図-3 窒素ガスによる除染ガス貯槽の加圧操作手順及び逆流防止対策



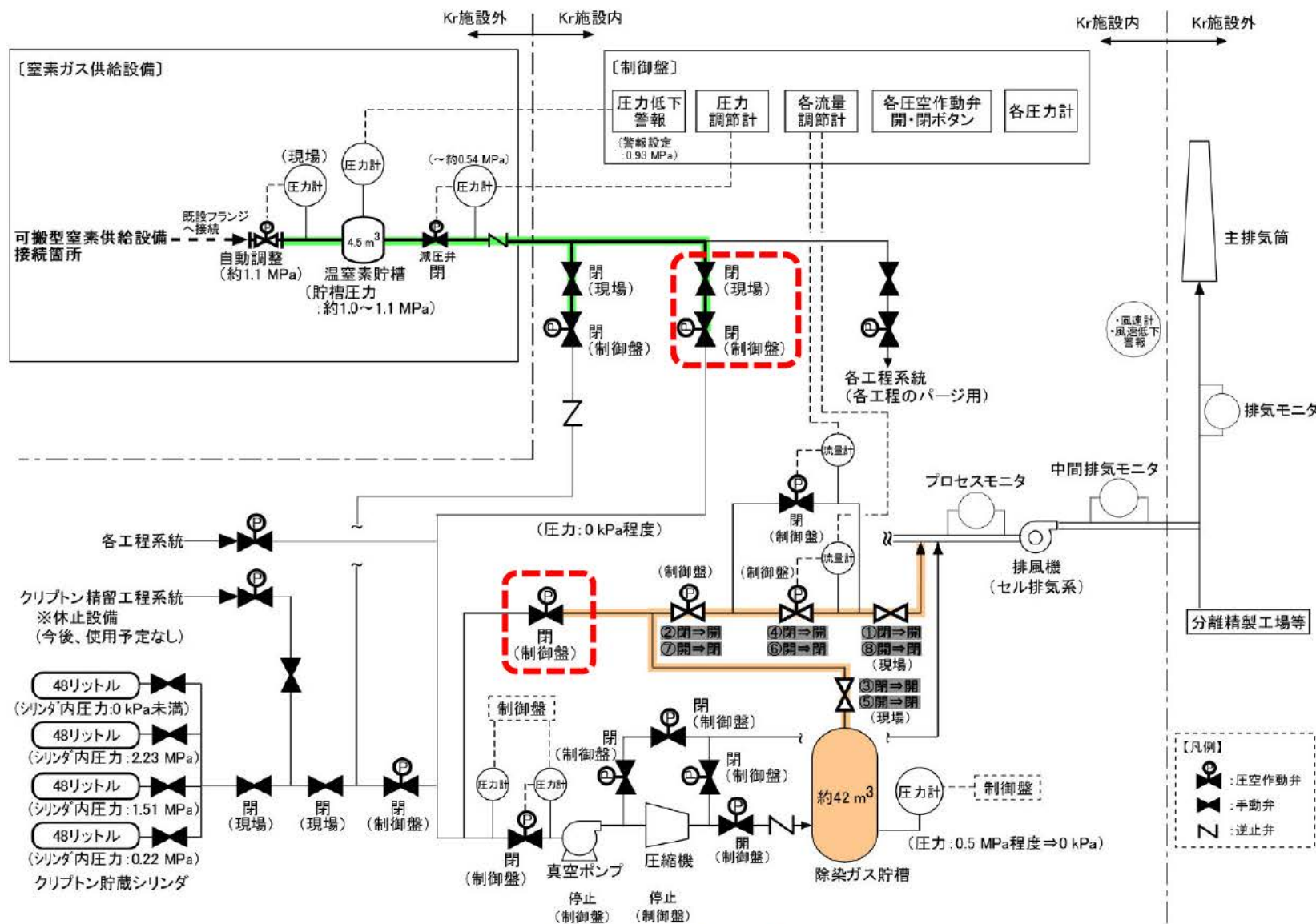


図-4 除染ガス貯槽からの放出操作手順及び逆流防止対策

東海再処理施設の安全対策に係る面談スケジュール(案)

令和3年10月13日  
再処理廃止措置技術開発センター

面談項目 (下線:次回変更審査案件)		10月					11月				12月				
		~1日	~8日	~15日	~22日	~29日	~5日	~12日	~19日	~26日	~3日	~10日	~17日	~24日	~28日
		<b>廃止措置計画変更認可申請に係る事項</b>													
安全対策	津波による 損傷の防止	○TVF浸水防止扉の耐震補強													
	事故対処	○事故対処設備の保管場所の整備 ○PCDF斜面補強													
	内部火災	○代替措置の有効性 ○HAW及びTVF内部火災対策工事													
	溢水	○HAW及びTVF溢水対策工事													
	その他 /工事進捗	▼30	◆4												
	保安規定変更	▼30	◆4			▽27									
当面の工程の見直しについて						▽27				▽24					
LWTFの計画変更 セメント固化設備及び 硝酸根分解設備の設置	○LWTF運転に向けたスケジュール ○実証規模プラント試験の試験計画について ○LWTFに係る安全対策の基本方針について								▽17		▽1				
工程洗浄		▼30	◆4	▽13		▽27		▽10		▽24					
設備更新・補修等の考え方について						▽27			▽17			▽8			
その他	○TVF保管能力増強に係る一部補正 ○その他の設工認・報告事項				▽13										
<b>廃止措置の状況</b>															
ガラス固化処理の進捗状況	進捗状況は適宜報告	▼30	◆4	▽13											

▽:面談 ◆:監視チーム会合