

高速実験炉「常陽」燃料洗浄設備の
被ばく低減対策の実績と評価

1995年5月

動力炉・核燃料開発事業団
大洗工学センター

複製又はこの資料の入手については、下記にお問い合わせください。

〒311-13 茨城県東茨城郡大洗町成田町4002

動力炉・核燃料開発事業団

大洗工学センター システム開発推進部・技術管理室

Enquires about copyright and reproduction should be addressed to: Technology Management Section O-arai Engineering Center, Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation 4002 Narita-cho, O-arai-machi, Higashi-Ibaraki, Ibaraki-ken, 311-13, Japan

動力炉・核燃料開発事業団 (Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation)

高速実験炉「常陽」燃料洗浄設備の 被ばく低減対策の実績と評価

鈴木 寿章*1 伊東 秀明*1
大久保利行*1 田村 政昭*1

要 旨

高速実験炉「常陽」の使用済炉心構成要素は、燃料洗浄設備において付着ナトリウムの蒸気と脱塩水による洗浄が行われる。このとき放射性腐食生成物(Corrosion Product: 以下CPという)も同時に除去されて系統内に付着・蓄積する。このCPは放射線源となって燃料洗浄室の空間線量当量率を上昇させ、運転・保守時における作業員の主たる被ばく源となっている。

空間線量当量率を下げ、運転・保守時の被ばく低減を図るため、これまでも化学除染等を実施してきたものの、機器の間隙部に付着したCPは十分に除去することはできなかった。

このような背景のもとに、平成3年度から平成6年度にかけて以下の燃料洗浄設備における被ばく低減対策を実施した。 PNC TN9410 95-105

- ① 放射線映像化装置(RID)による線源部の確認
- ② 主要機器の遮蔽体設置
- ③ ドレン配管の整理
- ④ 脱塩水循環系配管の更新
- ⑤ アルゴンガス循環系ミストトラップの追加設置
- ⑥ アルゴンガス系弁ドレンラインの設置

この結果、燃料洗浄設備の主要作業エリアである燃料洗浄機器室(A-212室)でのエリアモニタの空間線量当量率は、被ばく低減対策前の約1/3に低減することができた。

本報告書は、これまでに実施した被ばく低減対策の実績とその成果についてまとめたものである。

*1 大洗工学センター 実験炉部 原子炉第一課

Summary of countermeasures for reduction of radiation exposure from
radioactive corrosion products(CPs) deposited on fuel cleaning system of "JOYO"

Toshiaki Suzuki,*¹ Hideaki Ito,*¹
Toshiyuki Okubo,*¹ Masaaki Tamura*¹

Abstract

Many subassemblies have been washed by water in the fuel cleaning system of JOYO, and a large amount of radioactive corrosion products(CPs) was removed from the surface of the subassemblies. These CPs deposited on the wall of piping and components in the system cause radiation exposure of personnel at operation and maintenance of the system.

Following countermeasures for the reduction of radiation exposure have been conducted from 1991 to 1994.

- ① Identification of radiation source points by a Radiation Image Display(RID).
- ② Shielding of components in the system.
- ③ Rearrangment of water drain lines.
- ④ Replacement of water circulation piping.
- ⑤ Installation of a mist trap to the argon gas circulation line.
- ⑥ Installation of drain piping to valves of the argon gas circulation line.

The dose rate in the fuel cleaning equipment room(A-212) was reduced to about one third after conducting the countermeasures.

This report describes the result of the countermeasures for the reduction of radiation exposure of personnel at operation and maintenance of the fuel cleaning system in "JOYO".

*1 Operation Section, Experimental Fast Reactor Division, Oarai Engineering Center, PNC

目 次

1. 緒 言	1
2. 燃料洗浄設備	2
2.1 設備の概要	2
2.2 空間線量当量率の推移	2
2.3 作業員被ばくの推移	2
3. 被ばく低減対策	3
3.1 燃料洗浄設備の放射線源部の確認	3
3.2 気液分離器ドレンタンクの遮蔽	5
3.3 燃料洗浄機器の遮蔽	5
3.4 ドレン配管の撤去及び脱塩水循環系配管の遮蔽	6
3.5 脱塩水循環系配管の更新及びミストトラップの設置	7
3.6 アルゴンガス系弁ドレンラインの設置	8
4. 被ばく低減対策の評価	10
4.1 評価方法	10
4.2 空間線量当量率補正係数の算出	10
4.3 線量当量の推定	11
4.4 被ばく低減対策の評価	11
5. まとめ	13
6. 謝 辞	14
7. 参考資料	15

－ 表 リ ス ト －

表4.1	平成元年度の線量当量算出結果	16
表4.2	平成2年度の線量当量算出結果	17
表4.3	平成3年度の線量当量算出結果	18
表4.4	平成4年度の線量当量算出結果	19
表4.5	平成5年度の線量当量算出結果	20
表4.6	平成6年度の線量当量算出結果	21
表4.7	平成7年度の線量当量算出結果	22
表4.8	平成8年度の線量当量算出結果	23
表4.9	平成9年度の線量当量算出結果	23

－ 図 リ ス ト －

図2.1	使用済炉心構成要素の移送経路	25
図2.2	使用済炉心構成要素の洗浄工程概要	27
図2.3-(1)	燃料洗浄機器配置図 (A-211, 212室)	29
図2.3-(2)	燃料洗浄機器配置図 (A-308室)	30
図2.4	A-212室空間線量当量率の推移及び 燃料洗浄設備の定期検査時の総線量当量の推移	31
図2.5	「常陽」定期検査時の線量当量の推移	32
図3.1	放射線映像化装置 (RID) の構成	33
図3.2	脱塩水循環系配管差込み溶接継手の概略	34
図3.3	洗浄循環ポンプの概略	35
図3.4	アルゴンガス系の高線量当量率部	36
図3.5	アルゴンガス冷却器の概略	37
図3.6	アルゴンガス系弁の概略	38
図3.7	アルゴンガス系弁の表面線量当量率	39
図3.8	ドレントラップの概略	40
図3.9	燃料洗浄槽回転継手の概略	41
図3.10	気液分離器ドレンタンクの概略	42
図3.11-(1)	ドレンタンク遮蔽壁の概要	43
図3.11-(2)	A-108室線量当量率の推移	44
図3.12-(1)	アルゴンガス冷却器遮蔽体の概要	45
図3.12-(2)	ドレントラップ遮蔽体の概要	46
図3.12-(3)	アルゴンガス系弁遮蔽体の概要	47
図3.12-(4)	脱塩水循環系配管継手部遮蔽体の概要	48

図3.12-(5)	A-211, A-212室線量当量率の推移 (A-212室機器の遮蔽)	4 9
図3.13-(1)	燃料洗浄システムの概要	5 0
図3.13-(2)	A-212室脱塩水循環系ドレン配管の撤去状況	5 1
図3.13-(3)	A-211, A-212室線量当量率の推移 (ドレン配管の撤去及び脱塩水循環系配管の遮蔽)	5 2
図3.14-(1)	脱塩水循環系配管の更新及びミストトラップの設置状況	5 3
図3.14-(2)	ミストトラップの概要	5 4
図3.14-(3)	A-211, A-212室線量当量率の推移 (脱塩水循環系配管の更新)	5 5
図3.15-(1)	アルゴンガス系の高線源弁	5 6
図3.15-(2)	A-308室線量当量率の推移	5 7
図3.15-(3)	A-211, A-212室線量当量率の推移 (洗浄循環ポンプの遮蔽)	5 8
図4.1	A-211室空間線量当量率の推移	5 9
図4.2	A-212室空間線量当量率の推移	6 0
図4.3	燃料洗浄設備における累積線量当量の推移(推定)	6 1

－ 写真リスト －

写真3.1-(1)	R I D測定結果(A-211室)	6 3
写真3.1-(2)	R I D測定結果(A-211室)	6 5
写真3.1-(3)	R I D測定結果(A-211室)	6 7
写真3.2 (1)	R I D測定結果(A-212室)	6 9
写真3.2 (2)	R I D測定結果(A-212室)	7 1
写真3.3	R I D測定結果(A-308室)	7 3
写真3.4	R I D測定結果(A-108室)	7 5
写真3.5	ドレンタンク遮蔽壁の設置状況	7 7
写真3.6-(1)	アルゴンガス冷却器遮蔽体の設置状況	7 9
写真3.6-(2)	ドレントラップ遮蔽体の設置状況	8 1
写真3.6-(3)	アルゴンガス系弁遮蔽体の設置状況	8 3
写真3.6-(4)	脱塩水循環系配管継手部遮蔽体の設置状況	8 5

1. 緒 言

高速実験炉「常陽」の使用済炉心構成要素は、燃料洗浄設備において付着ナトリウムの洗浄を行った後、缶詰缶に封入し使用済燃料貯蔵プールに装荷・貯蔵される。

使用済炉心構成要素に付着したナトリウムは、燃料洗浄設備において蒸気及び脱塩水によって洗浄されるが、使用済炉心構成要素に付着するC Pも同時に洗い落とされる。

洗浄によって洗い落とされたC Pは、燃料洗浄設備の機器・配管に付着して強い線源となり運転・保守時の作業員の被ばくの主要因となっている。

このため、高速炉のC P問題と対策に係る「アルファベット計画」⁽¹⁾が策定され、この中で燃料洗浄設備の化学除染⁽²⁾が施行された。

しかし、機器の間隙部に付着したC Pについては十分な除去効果を得ることができなかった。また、1989年以降はこれまでの使用済炉心構成要素に比し、多量のC Pが付着した外側反射体(A)の洗浄が頻繁に行われるようになったことから、燃料洗浄設備の機器・配管表面の線量当量率が急激に上昇した。

このような状況を踏まえ、平成3年度より燃料洗浄設備の点検・補修時における作業員の被ばくを低減するため種々の対策を実施してきた。

本報告書は、これまでに実施してきた被ばく低減対策の実績とその評価についてまとめたものである。

2. 燃料洗浄設備

2.1 設備の概要

「常陽」から取り出された使用済炉心構成要素は、図2.1 に示すように炉内燃料貯蔵ラック、燃料交換機、燃料出入機、トランスファロータ、キャスクカー、燃料洗浄設備及び缶詰設備を経由して、最終的に使用済燃料貯蔵プールに装荷・貯蔵される。

使用済炉心構成要素に付着するナトリウムは、燃料洗浄設備において蒸気及び脱塩水で洗浄される。その工程は図2.2 に示すように、冷却材として循環しているアルゴンガス中に徐々に蒸気を注入し、ナトリウムとの反応が終了した後、反応生成物を脱塩水で洗い落とす方式である。この脱塩水洗浄時に付着ナトリウムと同時にCPも洗い落とされる。

洗浄廃液に含まれるCPは、燃料洗浄設備とその下流側の廃液移送配管及び廃液処理施設の機器・配管に付着し、これらの表面線量当量率を上昇させる原因となっている。

2.2 空間線量当量率の推移

燃料洗浄設備が設置されているエリアは、図2.2 に示すように、水冷却設備機器室(A-211室)、燃料洗浄機器室(A-212室)及び燃料洗浄室(A-308室)の3室からなり、設置されている機器によってエリアの空間線量当量率の推移が各々異なっている。各室の機器配置を図2.3-(1)~(2)に、A-212室の線量当量率の推移を図2.4 に示す。

なお、洗浄によって洗い落とされるCPの量は、使用済炉心構成要素の種類によって異なり、外側反射体(A)からのものが特に多く、これによって表面線量当量率も急激に上昇した。

2.3 作業員被ばくの推移

図2.4 に示すように、定検時の燃料洗浄設備における点検・補修時の総線量当量は、燃料洗浄機器室の空間線量当量率の上昇に伴って増加していることが分かる。

また、図2.5 に示す「常陽」定期検査時の総線量当量の推移においても、燃料洗浄設備における点検・補修時のその占める割合が急激に増加していることが分かる。

3. 被ばく低減対策

2章で述べたように、使用済炉心構成要素から洗い落とされるCPは、燃料洗浄設備全体に蓄積しているため、放射線映像化装置(RID)⁽³⁾によって高線源部の確認を行った後に、被ばく低減対策に着手した。

被ばく低減対策は、作業員の被ばくを最小に抑え、かつ合理的に進めるために概略以下の順に従い実施した。

(1) 遮蔽体の設置

遮蔽体の設置作業は汚染がなく短時間で実施できることから、最初に着手した。これは、本対策の実施に係わる作業員及び施行時の機器点検等の被ばくを抑制するのに有効である。

(2) 線源の除去

遮蔽体の設置対策は機器の強度上限度がある。そこで、遮蔽体の設置によって空間線量当量率がある程度低減された時点で、CPが蓄積しやすい構造となっている部分の撤去工事を行った。また、内面を研磨した配管の採用によって配管内面へのCPの付着防止を図った。これについては、事前に燃料洗浄設備において予備試験⁽⁴⁾を行い、実機に採用するためのデータ取得を行った。

(3) CPの拡散防止

燃料洗浄設備のうち、脱塩水循環系機器・配管等に付着したCPはフラッシングによってある程度除去できるが、アルゴンガス循環系に付着したCPの有効な除去手段がない。そこで、アルゴンガス循環系の上流部にミストトラップを設置し、アルゴンガス機器・配管へのCPの移行と拡散の抑制を図った。

具体的には以下の設備改造工事の年度展開を図った。

- | | |
|---------------------------|---------|
| ① 気液分離器ドレンタンクの遮蔽 | (平成3年度) |
| ② 燃料洗浄機器の遮蔽 | (平成3年度) |
| ③ ドレン配管の撤去及び脱塩水循環系配管の遮蔽 | (平成4年度) |
| ④ 脱塩水循環系配管の更新及びミストトラップの設置 | (平成5年度) |
| ⑤ アルゴンガス系弁ドレンラインの設置 | (平成6年度) |

以下にその詳細を記す。

3.1 燃料洗浄設備の放射線源部の確認

使用済炉心構成要素から洗い落とされたCPは、燃料洗浄設備の系統全般に移行し蓄積しているため、優先的に被ばく低減対策を実施しなければならない部位の特定を行った。

このため、平成3年度に大洗工学センター環境技術課において開発された放射線映像化装置(RID)を用いて、CPが多量に蓄積する部位の確認を行った。

本装置は、指向性を持った放射線(γ線)検出器を測定対象物に対して操作させ、得られた放射線の情報から10段階に色分けした放射性物質の分布画像を作成し、測定対象物のTV画面上に合成画像化するものである。RIDの構成を図3.1に、放射線源部の測定結果を写真3.1～3.4に示す。また、高放射線源となる主な機器を次に記す。

① 脱塩水循環系配管継手部

燃料洗浄設備の脱塩水循環系配管は、差込み溶接継手によって接続されている。このため、図3.2 に示す継手の間隙部にCPが蓄積し、継手の表面線量当量率が高くなる。

写真3.1-(1)、(2)に示す放射線映像化装置による線源の確認結果からも、配管継手部の表面線量当量率が高いことが分かる。

② 洗浄循環ポンプ

図3.3 に示す洗浄循環ポンプは鋳造品であるためケーシング内面が荒れており、かつインペラー等の複雑な形状をしている部品で構成されている。また、ポンプ出入口配管はフランジ及びレギュレーターで接続されている。このため、ポンプをはじめとするその周辺機器の間隙部にCPが蓄積し、表面線量当量率が高くなる。

写真3.1-(1)、(3)に示す放射線映像化装置による線源の確認結果からも、ポンプ周辺機器の表面線量当量率が高いことが分かる。

③ アルゴンガス冷却器

燃料洗浄設備のアルゴンガス系運転時には、燃料洗浄槽をはじめガス系と水系の共有配管部に残留する廃液がミスト状となってアルゴンガス系内に移行、蓄積し、アルゴンガス系機器、配管の表面線量当量率が高くなっている。CPを含むミストの移行によって高線量当量率となっている箇所を図3.4 に示す。

図3.5 に示すアルゴンガス冷却器はシェルアンドチューブ型（胴側に汚染ミストが流れる構造）であるため、CPの付着面積が大きい胴内部ではガス流速も遅くなり冷却器底部に凝縮液が溜まりやすいことから、冷却器の表面線量当量率が高くなる。

写真3.2-(1)に示す放射線映像化装置による線源の確認結果からも、冷却器左側入口部の表面線量当量率が高いことが分かる。

④ アルゴンガス系弁

図3.6 に示すアルゴンガス系弁はベローズシール式グローブ弁であるため、ベローズ部の間隙部にCPが蓄積し、弁の表面線量当量率が高くなる。また、アルゴンガス系弁の一部はドレンタップ部が塞がっているため、CPが蓄積して高線量当量率となっている。

図3.7 にアルゴンガス系弁の表面線量当量率を示す。

写真3.2-(2)に示す放射線映像化装置による線源の確認結果からも、アルゴンガス系弁の表面線量当量率が高いことが分かる。

⑤ ドレントラップ

図3.8 に示すドレントラップはアルゴンガス循環ブロワの前に設置されている気液分離器からの凝縮液を溜め、ドレンする小型容器である。本凝縮液にはCPが含まれているため、ドレントラップは高線量当量率となっている。

⑥ 燃料洗浄槽回転継手

図3.9 に示す燃料洗浄槽回転継手は回転機構を有する配管継手であり、3段積みで燃料洗浄槽回転軸内に設置されている。本継手のOリングの間隙部及び継手と配管を接続するフランジ面の間隙部にCPが蓄積し、これらの表面線量当量率が高くなる。

写真3.3 に示す放射線映像化装置による線源の確認結果からも、燃料洗浄槽回転継手の表面線量当量率が高いことが分かる。

⑦ 気液分離器ドレンタンク

A-108室に設置されている気液分離器ドレンタンクは、図3.10に示すように、燃料洗浄設備アルゴン廃ガス系の下流に設置されている気液分離器からの凝縮液を溜める容器であり、本凝縮液に含まれるCPは沈降性を有していることから、ドレンタンク下部の表面線量当量率が高くなる。

写真3.4 に示す放射線映像化装置による線源の確認結果においても、気液分離器ドレンタンク下部の線量当量率が高いことが分かる。

3.2 気液分離器ドレンタンクの遮蔽（平成3年度）

(1) 作業期間

平成3年 7月30日 ～ 平成3年 9月10日

(2) 実施内容

A-108室の廃ガス処理室（A-108室）に設置されている気液分離器ドレンタンクの前面に遮蔽壁を設置し、A-108室の空間線量当量率を低減した。本エリアにおける空間線量当量率は特に問題となるような高線源ではないが、点検に要する時間が長い廃ガス系機器等の点検を行うような場合において作業員の被ばくが問題となる。ドレンタンク遮蔽壁の概要を図3.11-(1)に、設置状況を写真3.5に示す。

(3) 本作業における総線量当量

気液分離器ドレンタンク遮蔽体の設置作業における総線量当量は10.21人・mSvであった。

(4) 効果

図3.11-(2)に示すように、本遮蔽体の設置によってドレンタンク周辺の空間線量当量率を従来の約1/6に、廃ガス処理室（A-108室）のそれを従来の約1/2に低減することができた。

3.3 燃料洗浄機器の遮蔽（平成3年度）

(1) 作業期間

平成3年 10月15日 ～ 平成4年 1月20日

(2) 実施内容

① アルゴンガス冷却器の遮蔽

アルゴンガス冷却器は、燃料洗浄機器室（A-212室）に横置きに設置されており設置

スペースが大きいいため、設備の運転・保守時の作業員の退避場所を確保することができない。そこで、アルゴンガス冷却器に鉛遮蔽体を設置し、A-212室の空間線量当量率を低減した。アルゴンガス冷却器の遮蔽体の概要を図3.12-(1)に、設置状況を写真3.6-(1)に示す。

② ドレントラップの遮蔽

燃料洗浄機器室（A-212室）に設置されているドレントラップについても鉛遮蔽体を設置し、A-212室の空間線量当量率を低減した。ドレントラップ遮蔽体の概要を図3.12-(2)に、設置状況を写真3.6-(2)に示す。

③ アルゴンガス系弁の遮蔽

アルゴンガス系弁はベローズシール型グローブ弁を採用しているため、CPを含む凝縮液が弁底部に残留すると共にベローズ間隙部にCPが付着して高線量当量率となっていた。そこで、アルゴンガス系弁に遮蔽体を設置し、A-212室の空間線量当量率を低減した。アルゴンガス系弁遮蔽体の概要を図3.12-(3)に、設置状況を写真3.6-(3)に示す。

④ 脱塩水循環系配管継手部の遮蔽

図3.2に示すように、脱塩水循環系のドレン配管はソケット溶接継手となっているため、ソケット間隙部にCPが蓄積して高線量当量率となっている。そこで、A-212室の脱塩水配管を対象に遮蔽体を設置し、A-212室の空間線量当量率を低減した。脱塩水循環系配管継手部の遮蔽体の概要を図3.12-(4)に、設置状況を写真3.6-(4)に示す。

(3) 本作業における総線量当量

A-212室機器の遮蔽作業における総線量当量は48.89人・mSvであった。

(4) 効果

図3.12-(5)に示すように、本遮蔽体の設置によってアルゴンガス冷却器の遮蔽体表面の線量当量率を従来の約1/2に、ドレントラップ遮蔽体表面の線量当量率を従来の約1/10に低減することができた。また、燃料洗浄機器室（A-212室）の空間線量当量率（通路中央部）を従来の約1/2に低減することができた。

3.4 ドレン配管の撤去及び脱塩水循環系配管の遮蔽（平成4年度）

(1) 作業期間

平成4年 4月8日 ～ 平成5年 5月14日

(2) 実施内容

① ドレン配管の撤去

図3.13-(1)に示すように、脱塩水循環系のドレン配管は、A-211室とA-212室にそれぞれ設置されているが、下流側で同口径配管に接続されているため、片方は不必要であった。そこで、図3.13-(2)に示すA-212室側の高線量当量率となっているドレン配管の撤去を行い、A-212室の空間線量当量率を低減した。

② 脱塩水循環系配管の遮蔽

脱塩水循環系配管は主にA-211室に設置されており、特にドレンの水平配管部が高線量当量率となっていたため、遮蔽体を設置した。

(3) 本作業における総線量当量

ドレン配管の撤去及び脱塩水循環系配管の遮蔽作業における総線量当量は61.64 人・mSvであった。

(4) 効果

図3.13-(3)に示すように、ドレン配管の撤去によってA-212室の空間線量当量率（アルゴンガス冷却器前面）を従来の約3/4に、脱塩水循環系配管の遮蔽によってA-211室のそれ（洗浄循環ポンプ前通路）を従来の約1/2に低減することができた。

3.5 脱塩水循環系配管の更新及びミストトラップの設置（平成5年度）

(1) 作業期間

平成5年 5月17日 ～ 平成6年 1月27日

(2) 実施内容

① 脱塩水循環系配管の更新

CPが蓄積しやすい差込み配管継手を多用している脱塩水循環系配管のほとんどは、A-211室に設置されているため、本エリアの空間線量当量率が高くなっている。そこで、図3.14-(1)に示すように、A-211室及びA-212室の一部の既設脱塩水循環系配管の撤去を行い、系内へのCP付着を抑制するために内面を研磨した配管を突合せ溶接によって接続する配管系の更新を行った（本配管の更新に当たっては、設計及び工事の方法の認可申請（第4種管、耐震Bクラス）を行い、これに基づき設計、製作した）。

また、本工事において再使用したベローズシールグローブ弁（4台）及びオフィス流量計については、表面線量が高いため遮蔽体を設置した。また、作業性の向上を図るために、燃料洗浄設備の電磁弁盤を上部架台上に移設し、A-211室での機器分解点検を行う作業場所の拡大を図った。

② ミストトラップの設置

燃料洗浄設備において問題となるCPは、使用済炉心構成要素の脱塩水洗浄工程において洗い落とされるCPであるが、実際にはアルゴンガス系の機器・配管にも移行している。

図3.4に示すように、アルゴンガス系において高線量当量率となっているのは、燃料洗浄槽からの戻りラインに設置されている機器・配管である。これは燃料洗浄室（A-308室）の脱塩水循環系とアルゴンガス循環系の共有配管部に残留するCPを含む廃液が、次工程のアルゴンガス系の運転（準備工程）によってミストとなってアルゴンガス系に移行するためである。このことは、ミストを捕集する気液分離器の下流に設置されているアルゴンガス循環ブロワの表面線量当量率が低くなっていることから明らかである。

このような状況において、アルゴンガス系機器が多く設置されているA-212室の空間線量当量率を低減するために、図3.14-(1)に示すようにアルゴンガス系の上流部（A-308室）にミストトラップを設置した。これは遮蔽対策とは異なり、CPが系統に移行するのを未然に防止するという考えに基づくものである（ミストトラップの設置に当たって

は、設計及び工事の方法の認可申請（第4種容器、耐震Bクラス）を行い、これに基づき設計、製作した）。新設したミストトラップの概要を図3.4-(2)に示す。

(3) 本作業における総線量当量

脱塩水循環系配管の更新及びミストトラップの設置作業における総線量当量は214.03人・mSvであった。

(4) 効果

① 脱塩水循環系配管の更新

図3.14-(3)に示すように、既設脱塩水循環系配管の撤去、更新によってA-211室の空間線量当量率を従来の約1/5に、また脱塩水循環系配管の一部が通過しているA-212室のそれを従来の約1/2にそれぞれ低減することができた。

ここで、既設脱塩水循環系配管の撤去によってA-211室の空間線量当量率がバックグラウンドレベルにならないのは、再使用ダイヤフラム弁及び洗浄循環ポンプが設置されているためである。また、脱塩水循環系配管を更新した後の11体の使用済炉心構成要素の洗浄実績からは、A-211室の空間線量当量率の上昇は確認されていないことから、配管内面及び継手部等に付着するCPは抑制されているものと考えられる。

② ミストトラップの設置

脱塩水循環系配管と同じくミストトラップを設置した後の11体の使用済炉心構成要素の洗浄実績からは、CPを含むミストがアルゴンガス系に移行したと考えられるようなA-212室の空間線量当量率の上昇は確認されていない。また、アルゴンガス系運転時にミストトラップ表面の放射線レベルが上昇することからも系内のミストが捕集されていることを確認している。

このCPを含むミストの捕集によって、アルゴンガス系に移行するCPを抑制することが可能となったことから、既にアルゴンガス冷却器等に蓄積しているCP（ ^{60}Co 等）の壊変と共にA-212室の空間線量当量率も減衰していくものと考えられる。

3.6 アルゴンガス系弁ドレンラインの設置（平成6年度）

(1) 作業期間

平成6年10月3日～平成6年12月6日

(2) 実施内容

① アルゴンガス系弁ドレンラインの設置

CPが蓄積しやすい構造となっているアルゴンガス系弁は、図3.15-(1)に示すようにA-308室に5台設置されている。そこで、本弁にドレンラインを設置し、弁の表面線量当量率の低減を図った。

② 洗浄循環ポンプの遮蔽

A-211室において高線源となっていた脱塩水循環ポンプに遮蔽体を設置する共に、今後、線量当量率の上昇が予想される脱塩水循環系の計装配管部及びA-212室の脱塩水循環系配管に遮蔽体を設置した。

(3) 本作業における総線量当量

アルゴンガス系弁ドレンラインの設置作業における総線量当量は 47.52人・mSv であった。

(4) 効果

① アルゴンガス系弁ドレンラインの設置

図3.15-(2)に示すように、アルゴンガス系弁ドレンタップの切断及び撤去によって弁表面の線量当量率を従来の約1/5～1/20に低減することができた。しかし、燃料洗浄槽、回転継手等の高線源機器があるため、空間線量当量率の低減効果は少なかった。

② 洗浄循環ポンプの遮蔽

図3.15-(3)に示すように、洗浄循環ポンプの遮蔽によってポンプ表面の線量当量率を従来の約1/20に、A-211室の空間線量当量率を従来の約1/3に低減することができた。

4. 被ばく低減対策の評価

燃料洗浄設備の被ばく低減対策の実施には被ばくを伴うものであるが、本対策を行ったことによって線量当量が総合的に低減されなければならない。ここでは、平成3年度から実施してきた被ばく低減対策についての評価を行った。

4.1 評価方法

被ばく低減対策を開始した平成3年度を起点に、空間線量当量率の上昇及び予想される作業を考慮して、平成9年度までの燃料洗浄設備に係わる作業の推定線量当量を算出し、被ばく低減対策の実施に伴う線量当量と比較した。詳細を以下に記す。

- (1) 各室の空間線量当量率の推移から、平成3年度以降の被ばく低減対策を実施しない場合の予想空間線量当量率を算出し、各年度の空間線量当量率補正係数を算出する。
- (2) 線量当量は、作業エリアの空間線量当量率に比例すると仮定し、平成7年度から平成9年度までの推定線量当量を、燃料洗浄設備における過去の作業実績及び空間線量当量率補正係数から算出する。
- (3) 平成3年度を起点に、被ばく低減対策を実施した場合と実施しない場合の累積線量当量を比較する。

4.2 空間線量当量率補正係数の算出

(1) A-211室の空間線量当量率補正係数

A-211室の空間線量当量率の推移から、平成7年度以降の空間線量当量率及び被ばく低減対策を実施しない場合の平成3年度以降の空間線量当量率を算出し、各年度の空間線量当量率補正係数を算出する。なお、平成7年度以降の空間線量当量率は、脱塩水循環系配管にCPが付着することを想定して平成3年度以前と同じ上昇率で算出した。

計算結果を以下に記す。

年 度	空間線量当量率 ^{*1} (mSv/h)	被ばく低減対策を実施しない場合の空間線量当量率(推定値) (mSv/h)	空間線量当量率補正係数 ^{*3}	備 考
H 元	0.70	—	—	*1 空間線量当量率の測定結果を使用 *2 図4.1による *3 (*2/*1)
H 2	—	—	—	
H 3	0.60	0.90	1.500	
H 4	1.70	2.00	1.176	
H 5	0.30	2.19	7.300	
H 6	0.08	2.31	28.875	
H 7	0.22 (推定)	2.45	52.641	
H 8	0.36 (推定)	2.59	7.194	
H 9	0.50 (推定)	2.73	5.460	

(2) A-212室の空間線量当量率補正係数

A-212室の空間線量当量率の推移から、平成7年度以降の空間線量当量率及び被ばく低減対策を実施しない場合の平成3年度以降の空間線量当量率を算出し、各年度の空間線量当量率補正係数を算出する。なお、平成7年度以降の空間線量当量率は、ミストトラップの設置によってアルゴンガス系に移行するCPが抑制されると想定して、平成6年度の値を維持していくものとした。

算出結果を以下に記す。

年 度	空間線量当量率 ^{*1} (mSv/h)	被ばく低減対策を実施しない場合の空間線量当量率(推定値) ^{*2} (mSv/h)	空間線量当量率補正係数 ^{*3}	備 考
S 62	0.080	—	—	*1 空間線量当量率はγM-19の値を使用 *2 図4.2による *3 (*2/※1)
S 63	0.143	—	—	
H 元	0.339	—	—	
H 2	0.777	—	—	
H 3	0.521	1.220	2.345	
H 4	0.524	1.471	2.807	
H 5	0.339	1.743	5.142	
H 6	0.282	2.038	7.227	
H 7	0.282	2.310	8.191	
H 8	0.282 (推定)	2.582	9.156	
H 9	0.282 (推定)	2.854	10.121	

(3) A-308室の空間線量当量率補正係数

A-308室はセル内であるため定期的なサーベイを実施していないことから、空間線量当量率上昇率の定量的な算出ができない。従って、A-308室の空間線量当量率補正係数は1とする。

4.3 線量当量の推定

燃料洗浄設備に係わる作業実績をもとに、平成7年度から平成9年度までの線量当量を算出する。また、線量当量率補正係数から被ばく低減対策を実施しない場合の線量当量を算出する。算出結果を表4.1～表4.9に、またこれらの結果をまとめて図4.3にそれぞれ示す。

4.4 被ばく低減対策の評価

被ばく低減を目的とした燃料洗浄設備の改造はそれ自身で被ばくを伴うものであるが、本対策を行ったことによって線量当量が総合的に低減されなければならない。

図4.3の燃料洗浄設備における累積線量当量の推移からの推定結果によれば、平成3年度から実施してきた被ばく低減対策の効果は平成7年度以降に現れることになる。

被ばく低減対策を実施しない場合、平成3年度以降の作業エリアの空間線量当量率は急激に上昇し、さらに MK-Ⅲ炉心移行時の多量の使用済炉心構成要素の洗浄によって設備の線量当量率が上昇していくことが予想される。また、今後の燃料洗浄設備の老朽化による保守作業頻度の増加を考慮すると、これまでの被ばく低減対策に要した線量当量を数倍上回ることが予想されることから、これまでに実施してきた被ばく低減対策は有効なものであったと判断できる。

さらに、作業エリアの空間線量当量率の低減は、作業員の精神的負担を軽減するとともに放射線作業安全の観点からもリスク軽減に大きな効果が期待できる。

5. まとめ

平成3年度から実施してきた燃料洗浄設備の被ばく低減対策によって得られた成果及び反映事項を以下にまとめた。

- (1) 平成3年度から開始した被ばく低減対策はそれ自身被ばくを伴うものであるが、本対策を行ったことによって平成7年度以降の線量当量が総合的に低減されていくことを確認した。
- (2) MK-Ⅲ炉心移行時の多量の使用済炉心構成要素の洗浄による設備の線量当量率の上昇及び今後の燃料洗浄設備の老朽化による保守作業頻度の増加を考慮すると、これまでに実施してきた被ばく低減対策は十分有効であったと判断できる。
- (3) 被ばく低減対策によって作業環境の改善を図ることができた。
- (4) 燃料洗浄設備の被ばく低減対策の各種対策の反映事項を以下まとめた。
 - ① 遮蔽体の設置による対策は簡易な方法であるが、機器強度及び設置スペースによって制約を受ける。また、機器表面の線量当量率の低減には効果があるが、線源が分散している場合の空間線量当量率の低減効果は少ない。
 - ② 燃料洗浄設備の配管は十分な勾配をもたせ、廃液が残留しない構造にする（内面研磨した配管を採用することも効果があるが、残留廃液が多いと効果が薄れる）。また、配管は突き合わせ溶接構造のものが適する（差し込み溶接構造は間隙部にCPが蓄積しやすい）。
 - ③ 燃料洗浄設備の弁は内部構造を考慮して、廃液が残留しないように設置する（構造的に無理な場合は、弁ボディ底部にドレンラインを設けることによってCPの蓄積を防止できる）。
 - ④ 燃料洗浄設備においてガス系と水系を共有する構造となっている場合には、ガス系ラインの上流部にミストトラップを設置することによって、CPを含むミストがガス系に移行するのを防止できる。
 - ⑤ 今後設計する設備においては、設計段階でCPが蓄積しない構造となるよう検討し、高線源部となることが予想される部分については予め遮蔽体を設置しておくべきである。
 - ⑥ 設備の線量当量率の上昇が確認されたら、早急に対応することで被ばくを最小限にとどめることができる。

6. 謝 辞

燃料洗浄設備の被ばく低減化工事の遂行にあたり、放射線源の評価において御協力を頂いた管理部環境技術課及び各種データを提供して頂いた放射線管理課第2係の御担当の方々に深く感謝いたします。

7. 参考資料

- (1) FBRにおけるCP問題と対策 - ALPHABET計画 -
得られた成果と今後の展望 (総合報告)
PNC SN9410 88-047
- (2) アルファベット計画 燃料洗浄設備の化学除染
PNC SN9410 86-101
- (3) 放射線映像化装置の開発 (Ⅱ)
PNC ZN9410 93-023
- (4) 「常陽」燃料洗浄設備における放射性腐食生成物 (CP) 付着試験
PNC ZN9430 94-020

表4.1 平成元年度の線量当量算出結果


作業件名 (実績)	作業 エリア	総線量当量 (人・mSv)	
		(実績)	低減対策無し
燃料交換作業に伴う機器運転前確認	A-212	0.54	—
洗浄設備レベル計補修	A-212	2.28	—
固体廃棄物整理	A-211	1.99	—
洗浄設備計器交換及び計器校正	A-212	0.57	—
CP付着試験	A-211	1.06	—
燃料交換作業に伴う機器運転前確認	A-212	0.59	—
燃料交換作業に伴う機器運転前確認	A-212	1.03	—
燃料洗浄槽弁分解点検	A-308	29.65	—
アルゴンガスパロワ冷却装置点検	A-212	0.33	—
A-308 室遮蔽体設置	A-308	2.48	—
燃料交換作業に伴う機器運転前確認	A-212	0.65	—
燃料交換作業に伴う機器運転前確認	A-212	1.52	—
洗浄設備計器校正	A-211	8.59	—
平成元年度線量当量合計		51.28	—

表4.2 平成2年度の線量当量算出結果

作業件名 (実績)	作業 エリア	総線量当量 (人・mSv)	
		(実績)	低減対策無し
燃料洗浄槽回転継手分解点検	A-308	59.47	—
アルゴンガス循環ブロウ分解点検	A-212	19.53	—
燃料洗浄設備補機水弁補修	A-211	3.99	—
燃料洗浄設備蒸気配管補修	A-212	11.67	—
燃料交換作業に伴う機器運転前確認	A-212	1.74	—
燃料洗浄槽弁 (予備) 分解点検	—	2.25	—
燃料洗浄設備バルブ点検	A-212	0.54	—
モレキュラシーブ再生作業	A-212	0.12	—
モレキュラシーブ再生作業	A-212	0.10	—
固体廃棄物整理	A-211	0.14	—
燃料交換作業に伴う機器運転前確認	A-212	2.14	—
モレキュラシーブ再生作業	A-212	1.90	—
燃料洗浄設備水素濃度計補修	A-211	0.22	—
燃料洗浄廃液配管点検	A-212	0.95	—
燃料交換作業に伴う機器運転前確認	A-212	1.20	—
平成2年度線量当量合計		105.96	—

表4.3 平成3年度の線量当量算出結果

作業件名 (実績)	作業 エリア	総線量当量 (人・mSv)	
		(実績)	低減対策無し
燃料洗浄配管点検	A-211	0.28	0.28
燃料洗浄廃液サンプリング	A-211	0.59	0.59
燃料洗浄設備圧力計補修	A-212	0.12	0.12
燃料交換作業に伴う機器運転前確認	A-212	1.18	1.18
燃料交換作業に伴う機器運転前確認	A-212	0.10	0.10
燃料洗浄設備水素濃度計補修	A-211	4.69	4.69
A-108 ストラップ 遮蔽体設置	A-212	10.21	—
CP付着試験	A-211	2.27	2.27
燃料交換作業に伴う機器運転前確認	A-212	1.37	1.37
アルゴンガス冷却器遮蔽体設置	A-212	50.25	—
水冷却池室機器分解点検	A-211	8.09	12.14 * ¹
アルゴンガス系機器分解点検	A-212	38.71	90.78 * ²
燃料洗浄機器分解点検	A-212	35.82	84.00 * ²
平成3年度線量当量合計		153.68	197.52


 : 被ばく低減対策に係わる作業

*1: 実績値に平成3年度のA-211室空間線量当量率補正係数(1.500)を乗じた値

*2: 実績値に平成3年度のA-212室空間線量当量補正減係数(2.345)を乗じた値

表4.4 平成4年度の線量当量算出結果

作業件名 (実績)	作業 エリア	総線量当量 (人・mSv)	
		(実績)	低減対策無し
燃料洗浄循環ポンプ試運転	A-211	0.77	1.16 * ¹
燃料洗浄設備水系配管遮蔽体設置	A-212	10.02	—
燃料交換作業に伴う機器運転前確認	A-212	1.72	4.83 * ²
燃料洗浄設備ドレン配管撤去	A-212	68.65	—
洗浄槽下部ロック補修	A-308	6.52	6.52
モレキュラシーブ点検	A-308	0.06	0.06
燃料交換作業に伴う機器運転前確認	A-212	1.96	5.50 * ²
固体廃棄物整理	A-211	11.89	—
アルゴンガス冷却器フラッシング	A-212	1.74	—
燃料洗浄設備圧力計補修	A-212	0.10	0.28 * ²
燃料洗浄設備改造現場調査	A-308	3.02	—
燃料交換作業に伴う機器運転前確認	A-212	1.61	4.52 * ²
燃料洗浄設備改造エリア除染	A-212	1.92	—
平成4年度線量当量合計		109.98	22.87


 : 被ばく低減対策に係わる作業

*1: 実績値に平成3年度のA-211室空間線量当量率補正係数(1.50)を乗じた値

*2: 実績値に平成4年度のA-212室空間線量当量率補正係数(2.807)を乗じた値

表4.5 平成5年度の線量当量算出結果

作業件名(実績)	作業 エリア	総線量当量(人・mSv)	
		(実績)	低減対策無し
燃交作業及び運転前確作業	A-212	0.62	1.74 * ¹
燃料洗浄設備フラッシング	A-212	0.23	0.65 * ¹
燃料洗浄設備機器配管等の撤去	A-211	3.21	—
燃料洗浄設備現場調査	A-211	0.15	—
燃料洗浄設備電磁弁ケーブルの整理	A-211	7.03	—
燃料洗浄設備電磁弁盤架台調査	A-211	1.50	—
燃料洗浄設備機器配管等の撤去	A-211	77.28	—
燃料取扱設備分解点検作業	A-308	2.72	2.72
燃料洗浄設備配管改造現場調査(1)	A-211	0.86	—
燃料洗浄設備配管改造現場調査(2)	A-211	0.58	—
燃料洗浄室配管撤去及び計装配管復旧	A-211	34.00	—
燃料洗浄設備配管改造現場調査(3)	A-308	0.80	—
燃料洗浄設備ミストトラップの設置	A-308	82.57	—
燃料洗浄設備等動力盤点検	A-212	0.59	3.03 * ²
燃料洗浄設備計器校正	A-212	4.54	23.34 * ²
ナトリウム洗浄装置使用前検査	A-211	2.12	—
水処理設備の電磁弁交換作業	A-211	0.08	0.58 * ³
燃料洗浄設備の調整運転	A-211	1.20	—
燃料洗浄設備配管改造後の試運転	A-211	2.16	—
燃料洗浄設備の廃棄物整理	A-211	20.18	—
燃料交換作業及び運転前確認	A-212	0.85	4.37 * ²
洗浄設備計装ドレン管の設置	A-211	1.44	—
缶内水排水配管の敷設	A-211	3.88	28.32 * ³
付属水処理設備計器交換前調査	A-211	0.34	2.48 * ³
イオン交換塔樹脂交換及び電磁弁交換	A-211	1.90	13.87 * ³
A缶搬出作業	A-211	1.07	—
燃料洗浄設備現場調査	A-308	1.25	—
イオン交換塔ガスケット交換作業	A-211	3.10	22.63 * ³
水冷却池水処理設備計器の更新	A-211	0.64	4.67 * ³
平成5年度線量当量合計		256.89	108.40

 : 被ばく低減対策に係わる作業


*1: 実績値に平成4年度のA-212室空間線量当量率補正係数(2.807)を乗じた値

*2: 実績値に平成5年度のA-212室空間線量当量率補正係数(5.142)を乗じた値

*3: 実績値に平成5年度のA-211室空間線量当量率補正係数(7.300)を乗じた値

表4.6 平成6年度の線量当量算出結果

作業件名(実績)	作業 エリア	総線量当量(人・mSv)	
		(実績)	低減対策無し
イオン交換塔ガスケット交換作業	A-211	1.53	11.17 ^{*1}
イオン交換塔樹脂交換及び電磁弁交換	A-211	0.77	5.62 ^{*1}
燃料洗浄設備現場調査	A-212	1.44	—
燃料洗浄設備現場調査	A-308	1.47	—
燃料洗浄設備の廃棄物整理	—	20.20	—
燃料洗浄設備調査	A-211	0.32	—
遮蔽体製作試験	—	0.12	—
水冷却池水処理設備計器の更新	A-211	4.73	2.73 ^{*1}
A-210遮蔽体の整理	—	0.84	—
A缶搬出作業	—	0.58	—
燃料洗浄槽回転機構制御系の改善調査	A-212	0.53	3.83 ^{*2}
A缶搬出作業	—	0.61	—
燃料洗浄設備圧空弁及び電磁弁の設置	A-308	47.52	—
水処理設備圧空弁及び電磁弁の交換	A-211	0.31	8.95 ^{*3}
C/P 回転機構制御系の改善	A-212	10.69	14.96 ^{*4}
燃料洗浄槽位置決めリミットスイッチの交換	A-308	5.78	5.78
平成6年度線量当量合計		97.44	53.04

 : 被ばく低減対策に係わる作業

*1: 実績値に平成5年度のA-211室空間線量当量率低減係数(7.300)を乗じた値

*2: 実績値に平成5年度のA-212室空間線量当量率低減係数(5.142)を乗じた値

*3: 実績値に平成6年度のA-211室空間線量当量率低減係数(28.875)を乗じた値

*4: 実績値に平成6年度のA-212室空間線量当量率低減係数(7.227)を乗じた値

表4.7 平成7年度の線量当量算出結果

作業件名 (推定)	作業 エリア	総線量当量 (人・mSv)	
		低減対策有り	低減対策無し
水冷却池室機器分解点検	A-211	2.97 * ¹	156.34 * ⁵
アルゴンガス系機器分解点検	A-212	20.95 * ²	171.60 * ⁶
燃料洗浄機器分解点検	A-212	19.39 * ³	158.82 * ⁶
燃料洗浄設備計器校正	A-212	3.78 * ⁴	30.96 * ⁶
平成7年度線量当量合計 (推定)		47.09	517.72

$$\begin{aligned} *1: & \text{平成3年度の実績} \times \frac{\text{平成7年度のA-211室空間線量当量率 (推定)}}{\text{平成3年度のA-211室空間線量当量率 (実績)}} \\ & = 8.09 \text{ (人・mSv)} \times \frac{0.22 \text{ (mSv/h)}}{0.60 \text{ (mSv/h)}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} *2: & \text{平成3年度の実績} \times \frac{\text{平成7年度のA-212室空間線量当量率 (推定)}}{\text{平成3年度のA-212室空間線量当量率 (実績)}} \\ & = 38.71 \text{ (人・mSv)} \times \frac{0.282 \text{ (mSv/h)}}{0.521 \text{ (mSv/h)}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} *3: & \text{平成3年度の実績} \times \frac{\text{平成7年度のA-212室空間線量当量率 (推定)}}{\text{平成3年度のA-212室空間線量当量率 (実績)}} \\ & = 35.82 \text{ (人・mSv)} \times \frac{0.282 \text{ (mSv/h)}}{0.521 \text{ (mSv/h)}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} *4: & \text{平成5年度の実績} \times \frac{\text{平成7年度のA-212室空間線量当量率 (推定)}}{\text{平成5年度のA-212室空間線量当量率 (実績)}} \\ & = 4.54 \text{ (人・mSv)} \times \frac{0.282 \text{ (mSv/h)}}{0.339 \text{ (mSv/h)}} \end{aligned}$$

*5: 低減対策有りの値に平成7年度のA-211室空間線量当量率補正係数(52.641)を乗じた値

*6: 低減対策有りの値に平成7年度のA-212室空間線量当量率補正係数(8.191)を乗じた値

表4.8 平成8年度の線量当量算出結果

作業件名 (推定)	作業 エリア	総線量当量 (人・mSv)	
		低減対策有り	低減対策無し
燃料交換作業及び運転前確認	A-212	0.71 * ¹	6.50 * ²
燃料交換作業及び運転前確認	A-212	0.71 * ¹	6.50 * ²
燃料交換作業及び運転前確認	A-212	0.71 * ¹	6.50 * ²
燃料交換作業及び運転前確認	A-212	0.71 * ¹	6.50 * ²
平成8年度線量当量合計 (推定)		2.84	26.00

$$*1: \text{平成5年度の実績} \times \frac{\text{平成8年度のA-212室空間線量当量率 (推定)}}{\text{平成5年度のA-212室空間線量当量率 (実績)}}$$

$$= 0.85 (\text{人} \cdot \text{mSv}) \times \frac{0.282 (\text{mSv/h})}{0.339 (\text{mSv/h})}$$

*2: 低減対策有りの値に平成8年度のA-212室空間線量当量率
補正係数(9.156)を乗じた値

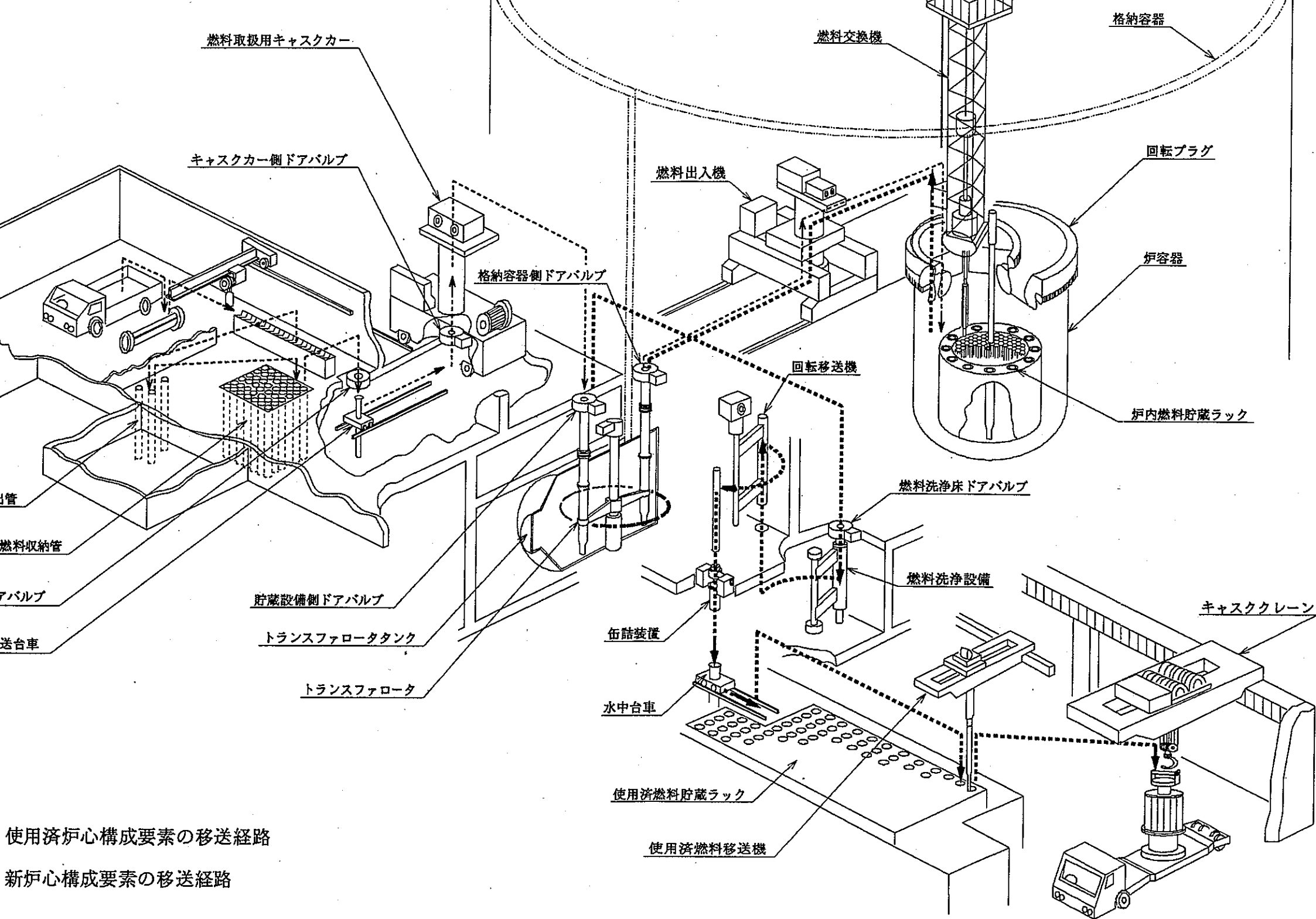
表4.9 平成9年度の線量当量算出結果

作業件名 (推定)	作業 エリア	総線量当量 (人・mSv)	
		低減対策有り	低減対策無し
燃料洗浄槽弁分解点検	A-308	29.65	29.65
燃料洗浄槽回転継手分解点検	A-308	59.47	59.47
燃料洗浄設備計器校正	A-212	3.78 * ¹	38.26 * ²
平成9年度線量当量合計 (推定)		92.90	127.38

$$*1: \text{平成5年度の実績} \times \frac{\text{平成9年度のA-212室空間線量当量率 (推定)}}{\text{平成5年度のA-212室空間線量当量率 (実績)}}$$

$$= 4.54 (\text{人} \cdot \text{mSv}) \times \frac{0.282 (\text{mSv/h})}{0.339 (\text{mSv/h})}$$

*2: 低減対策有りの値に平成9年度のA-212室空間線量当量率
補正係数(10.121)を乗じた値



使用済炉心構成要素の移送経路
 新炉心構成要素の移送経路

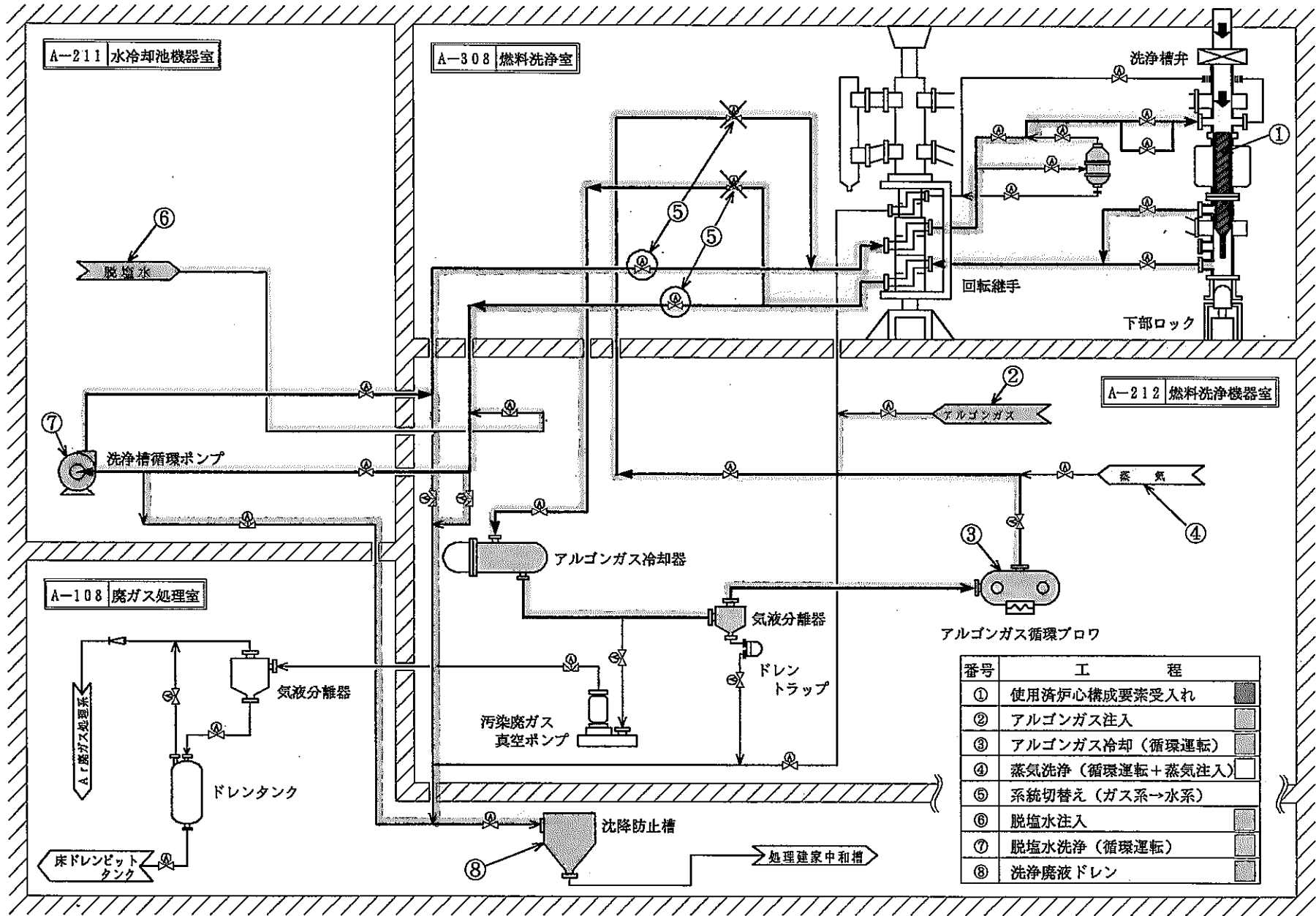


図2.2 使用済炉心構成要素の洗浄工程概要

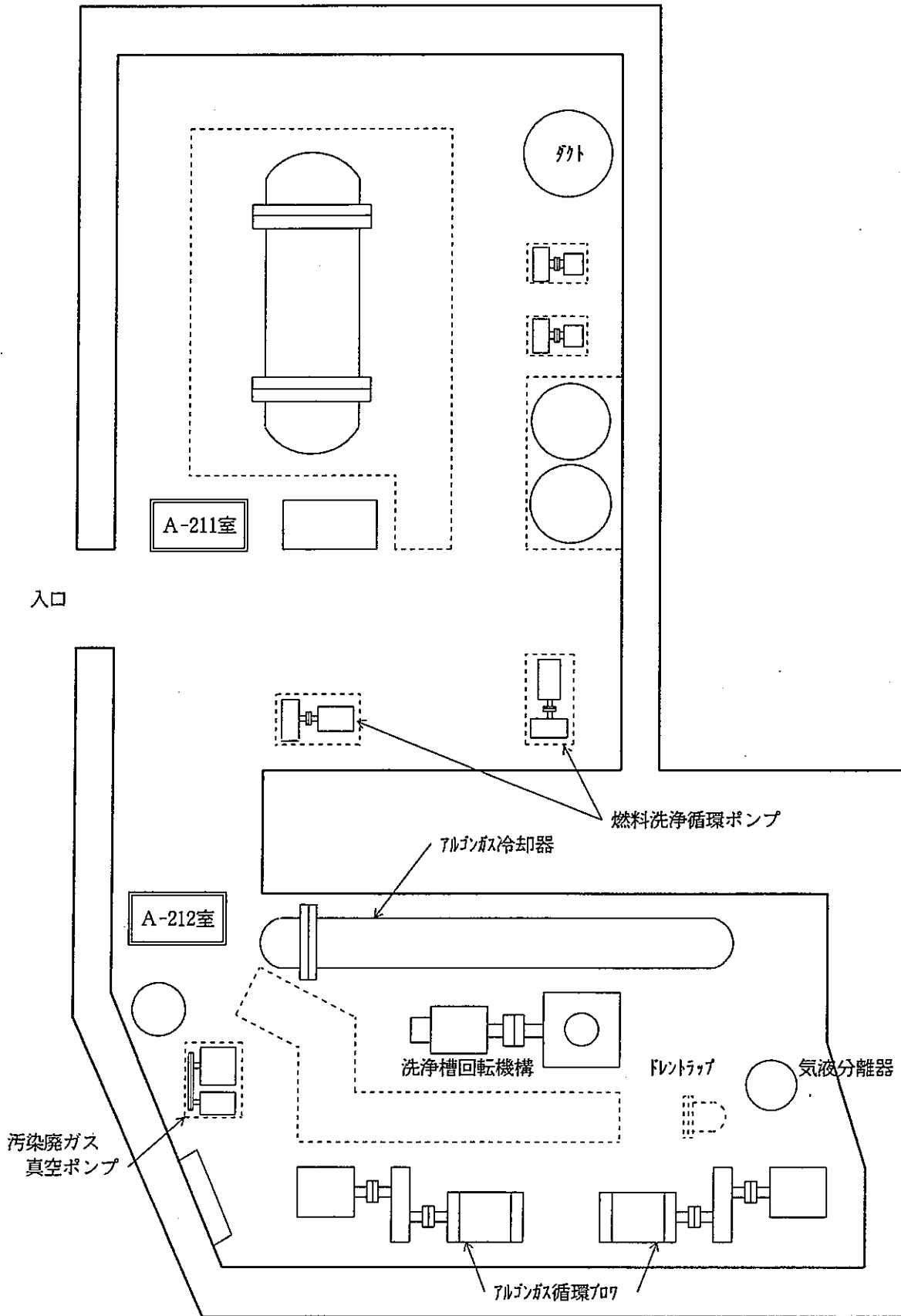


図2.3-(1) 燃料洗浄機器配置図 (A-211, 212室)

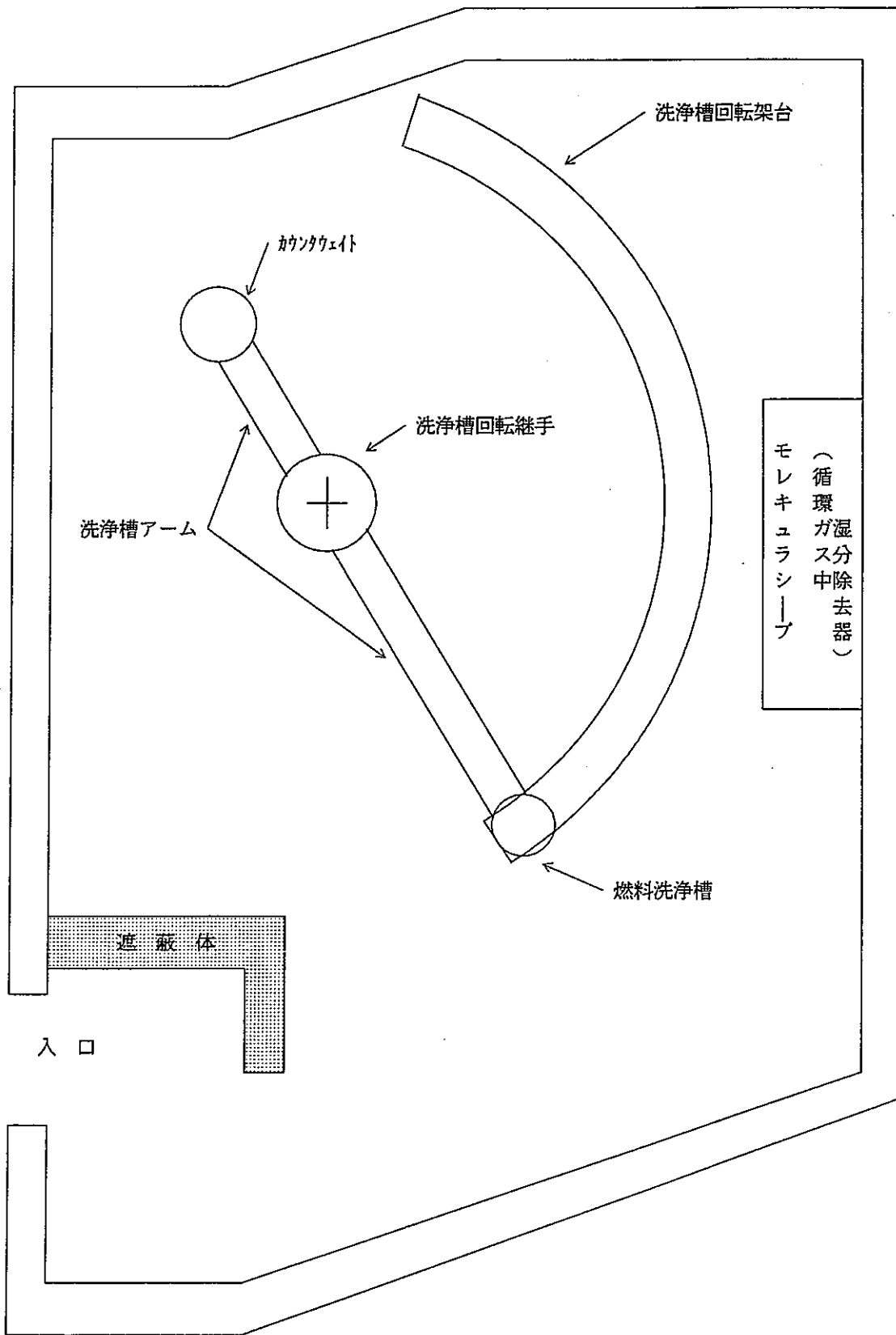


図2.3-(2) 燃料洗浄機器配置図 (A-308室)

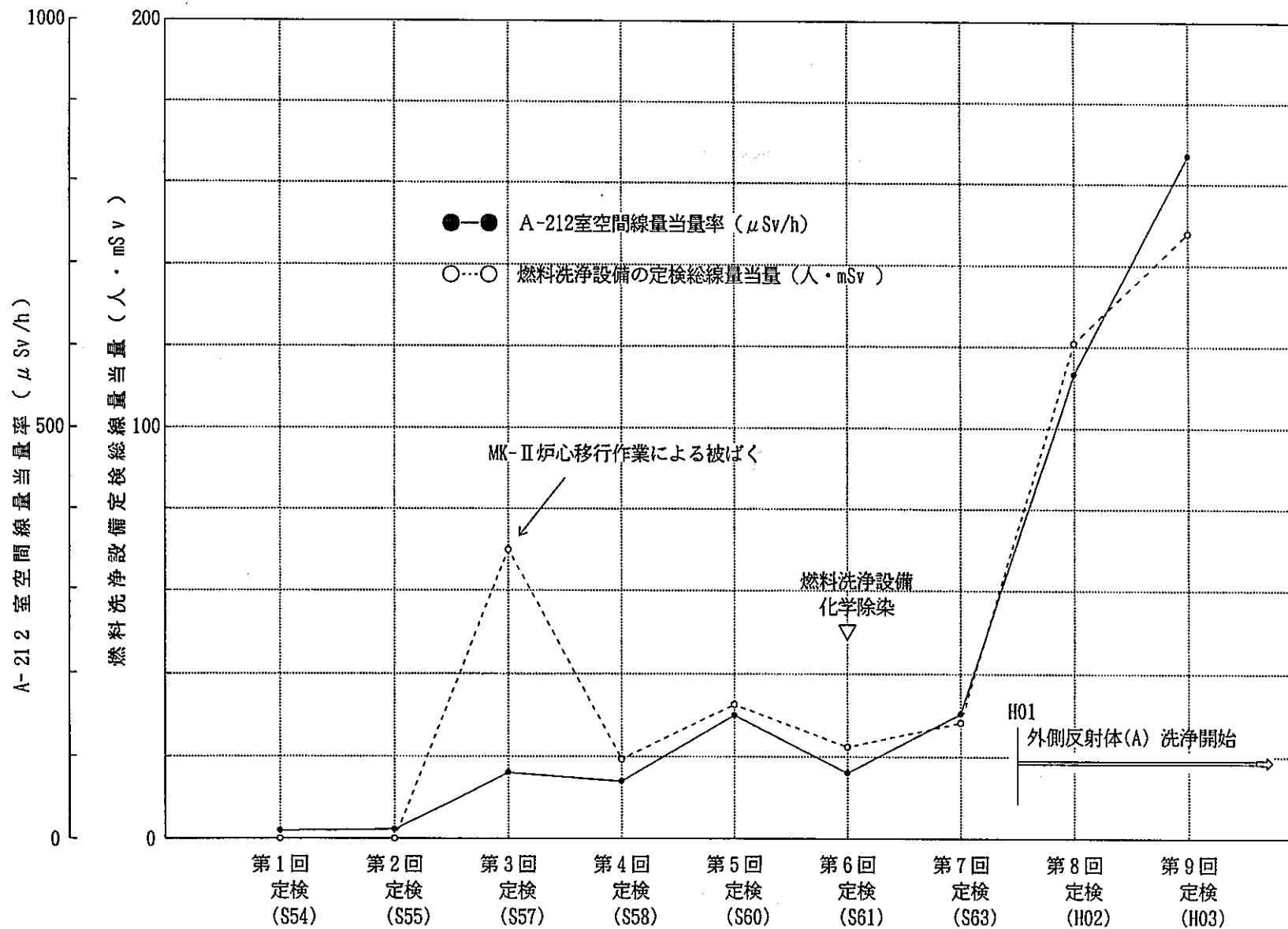


図2.4 A-212室空間線量当量率の推移及び
燃料洗浄設備の定期検査時の総線量当量の推移

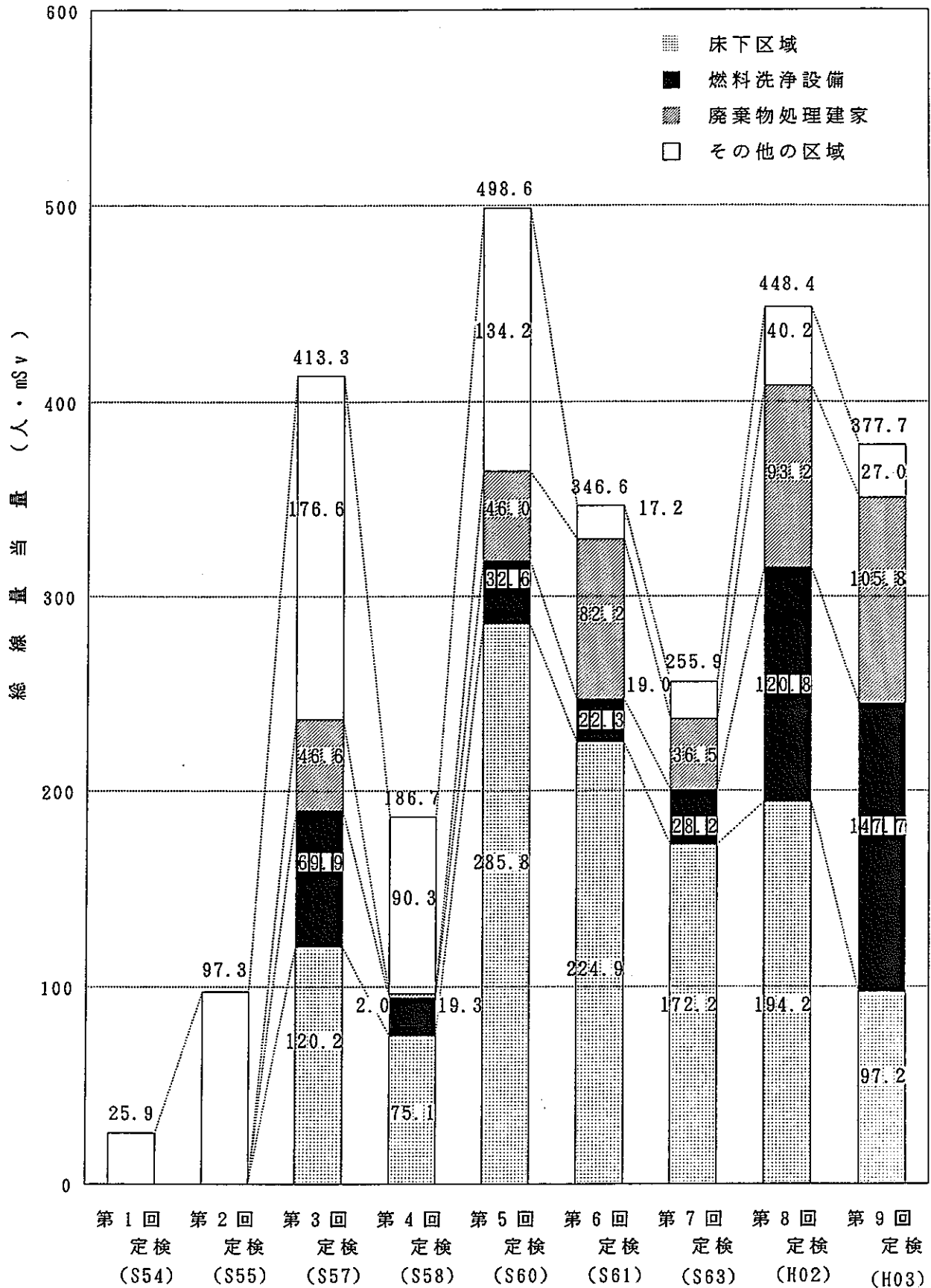


図2.5 「常陽」定期検査時の線量当量の推移

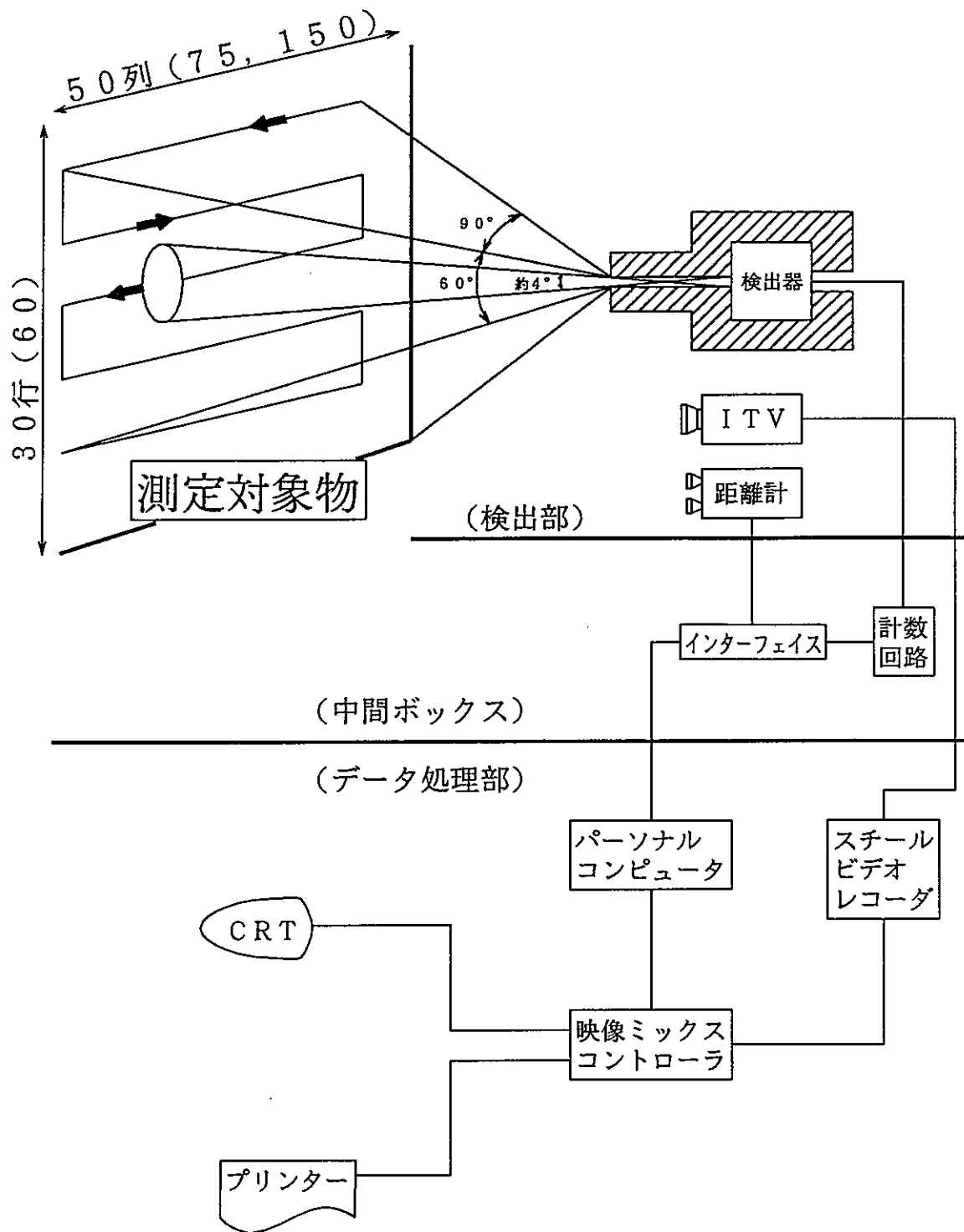


図3.1 放射線映像化装置 (RID) の構成

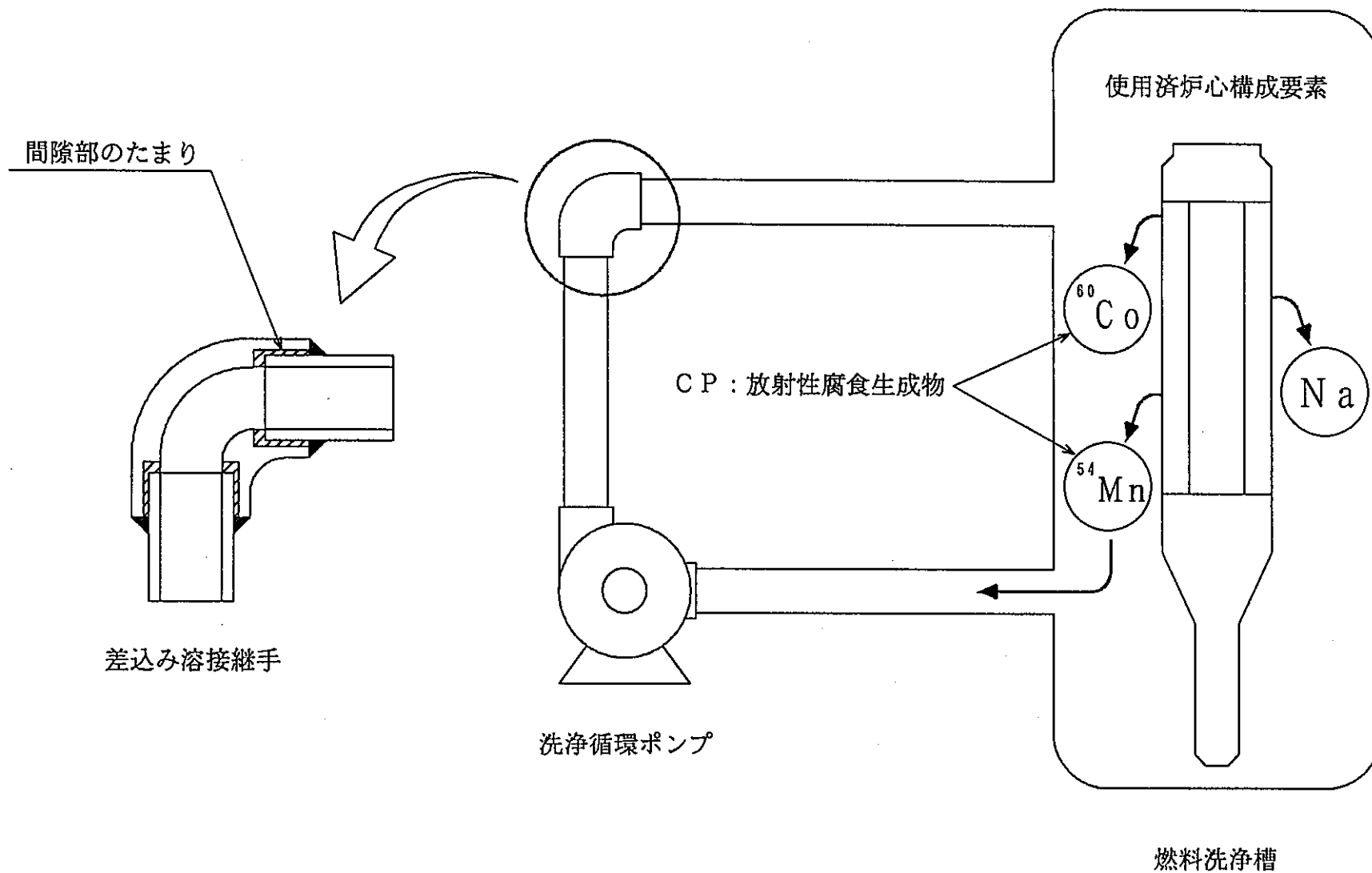


図3.2 脱塩水循環系配管差込み溶接継手の概略

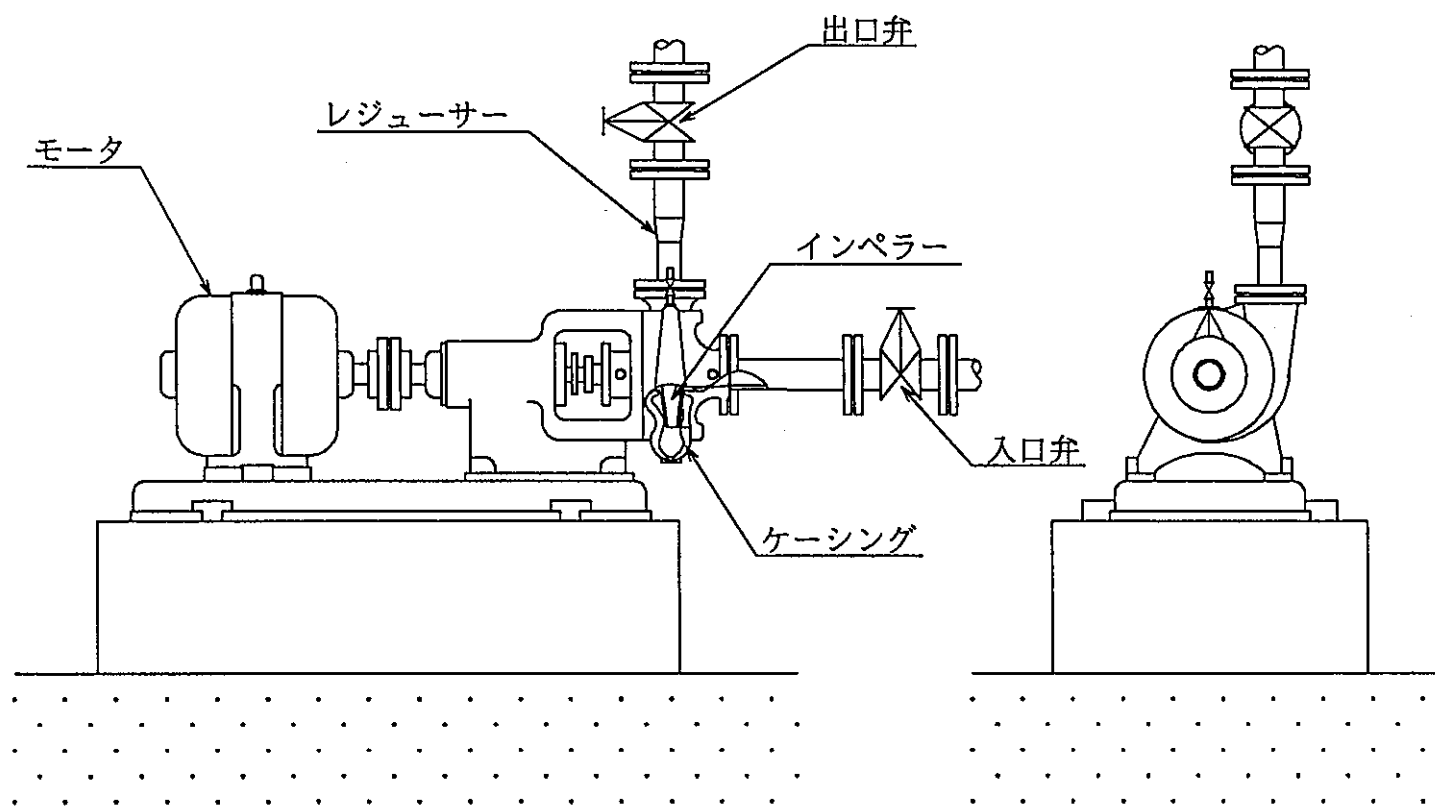


図3.3 洗浄循環ポンプの概略

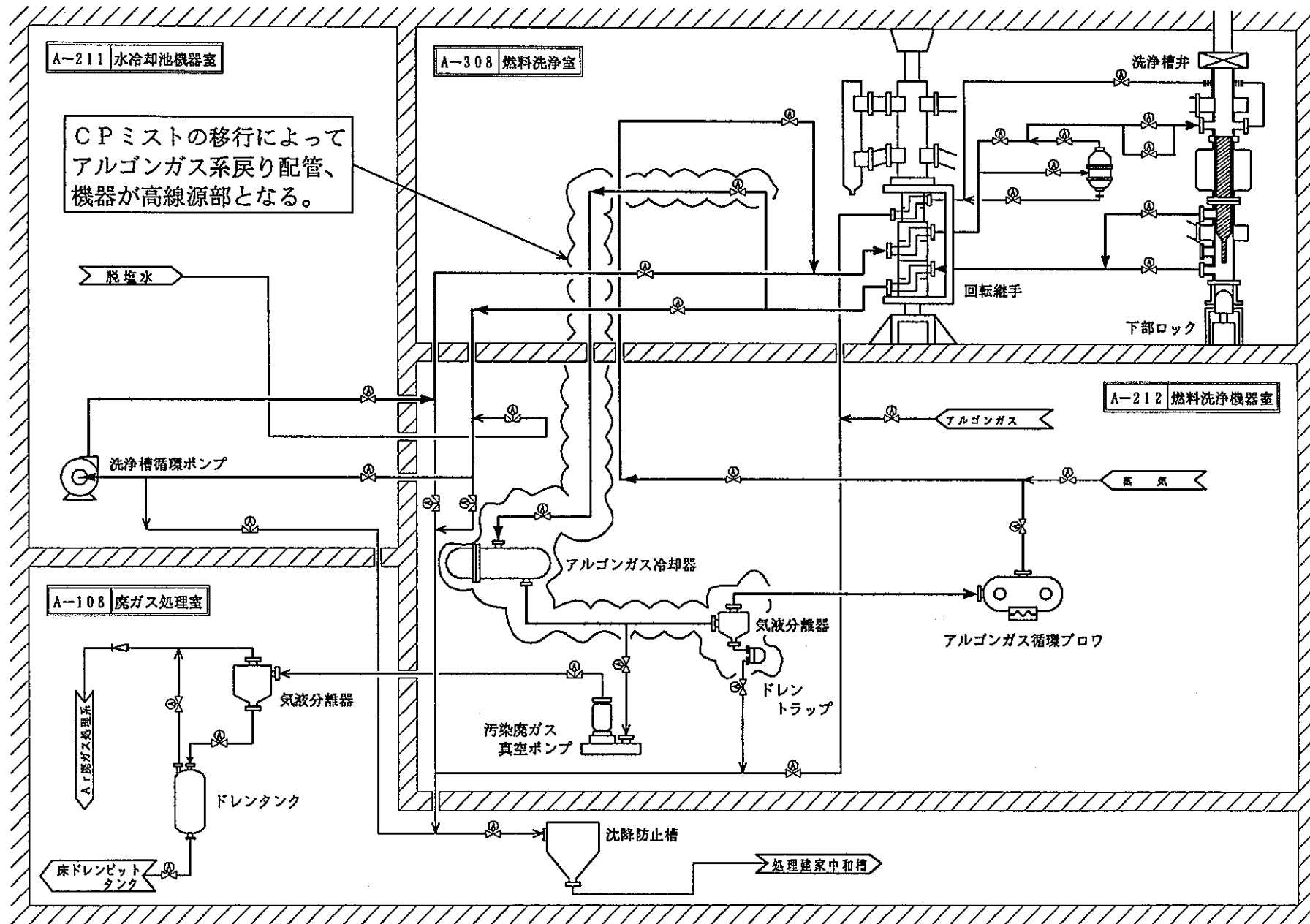
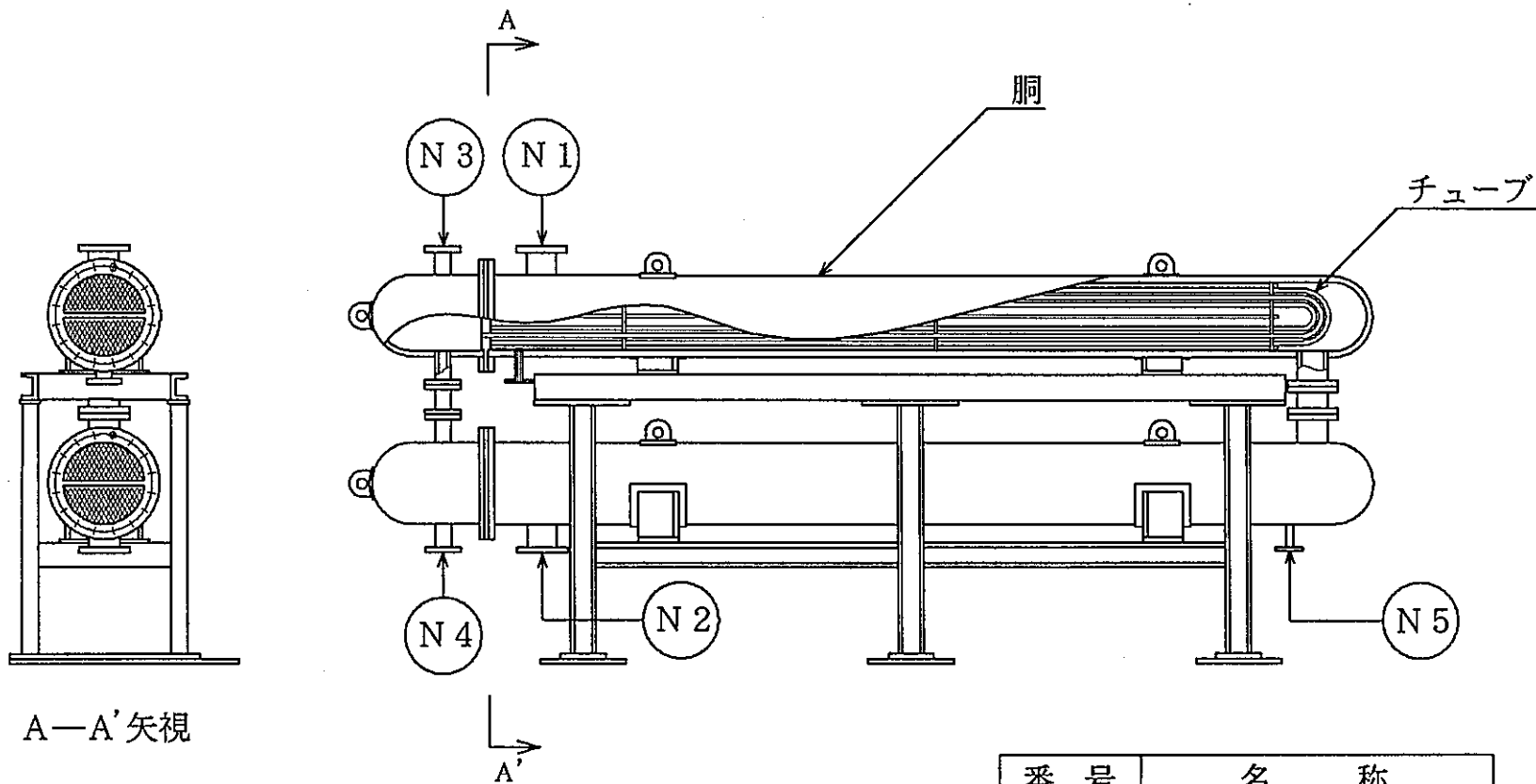


図3.4 アルゴンガス系の高線量当量率部



番号	名称
N 1	アルゴンガス入口
N 2	アルゴンガス出口
N 3	冷却水入口
N 4	冷却水出口
N 5	ドレン

図3.5 アルゴンガス冷却器の概略

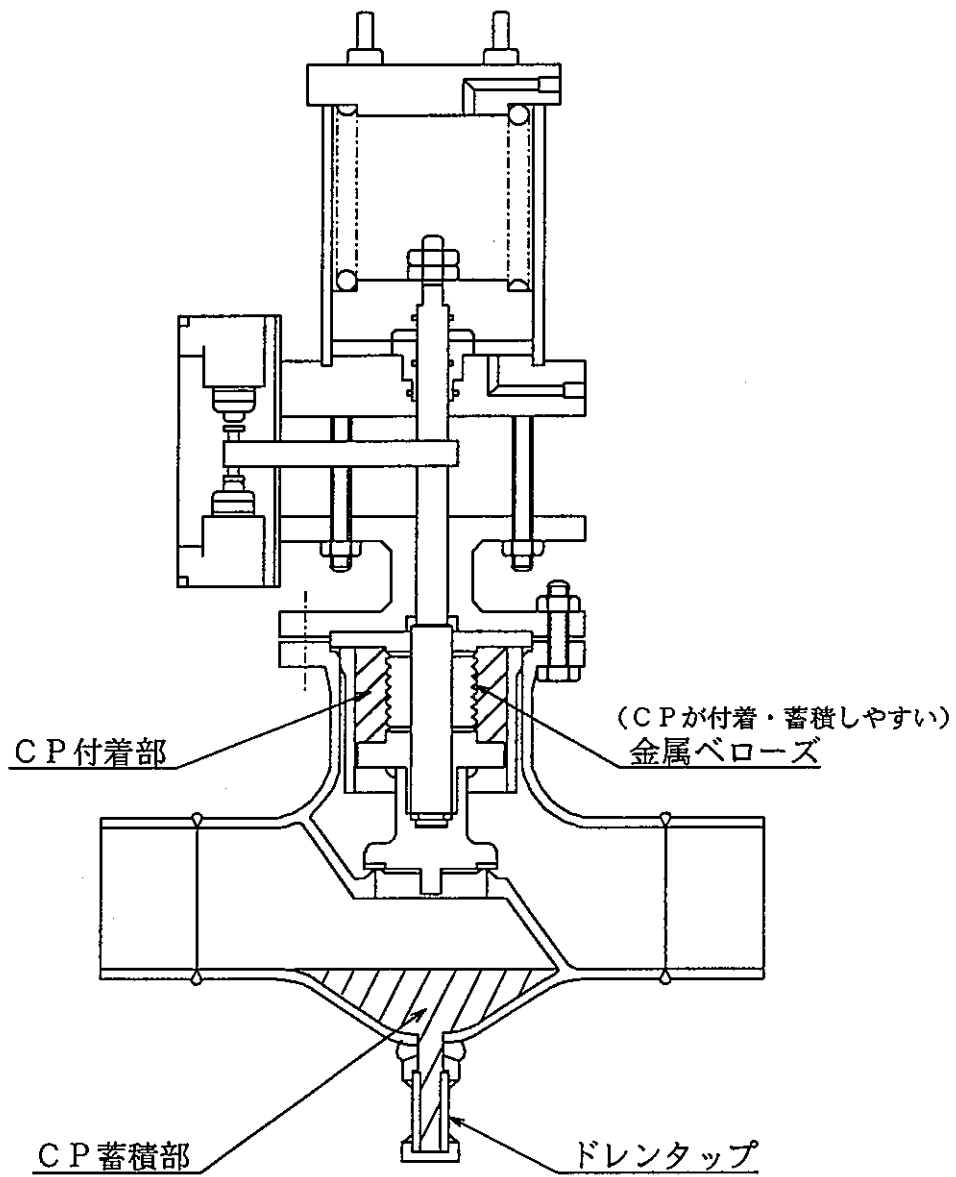
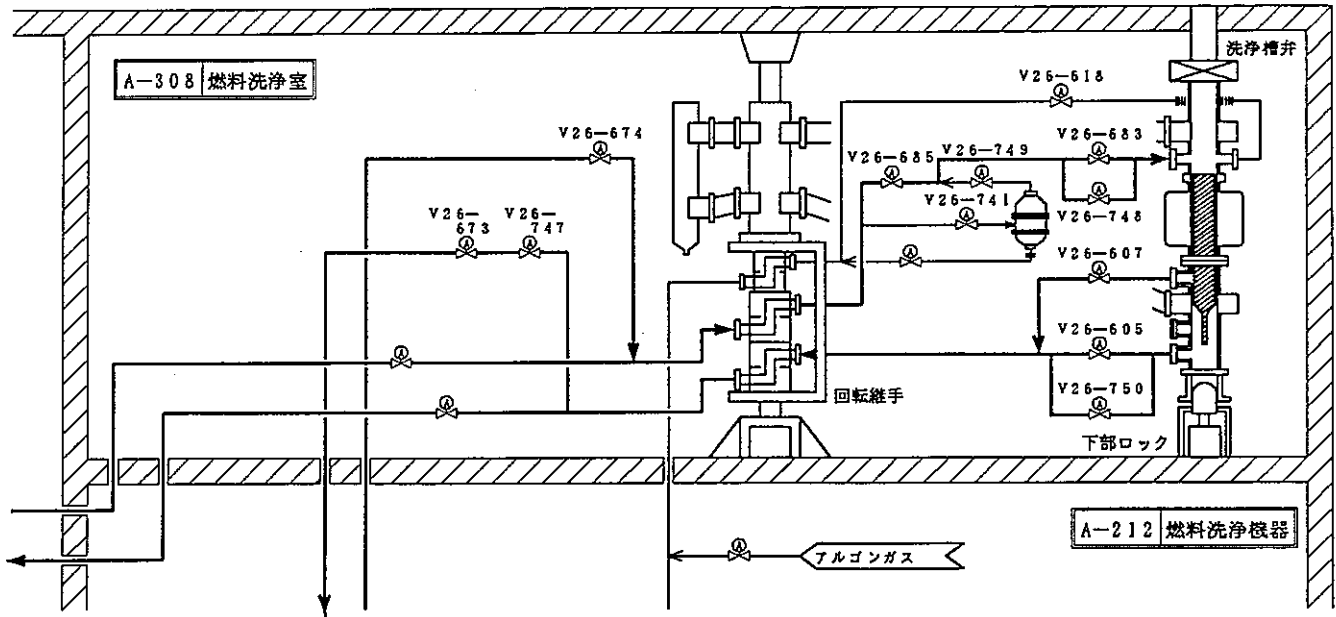


図3.6 アルゴンガス系弁の概略



弁表面の線量当量率測定結果 (測定1993.12)

(CPが蓄積しやすい構造となっている弁を■部で示す)

弁 No.	口径	表面線量当量率 (mSv/h)	設置場所	ドレンカップの 有無	ドレンラインの 有無
V26-673	4 B	9.0	A-308 床	○	×
V26-674	4 B	3.5	A-308 床	○	×
V26-747	4 B	2.0	A-308 床	○	×
V26-605	2 B	5	A-308 架台	×	×
V26-750	2 B	5	A-308 架台	×	×
V26-607	3 B	5.5	A-308 架台	○	×
V26-683	4 B	3.0	A-308 架台	○	○*1
V26-748	4 B	3.0	A-308 架台	○	○*1
V26-749	3 B	4	A-308 架台	○	○*2
V26-741	3 B	2.0	A-308 架台	○	×
V26-685	4 B	1.5	A-308 架台	○	○*2

*1 遠隔ドレン弁が付いているが、洗浄工程終了時にドレン工程がないため線量当量率測定時には比較的高い値となっている。

*2 自然ドレン構造となっているため、線量当量率は低い値となっている。

図3.7 アルゴンガス系弁の表面線量当量率

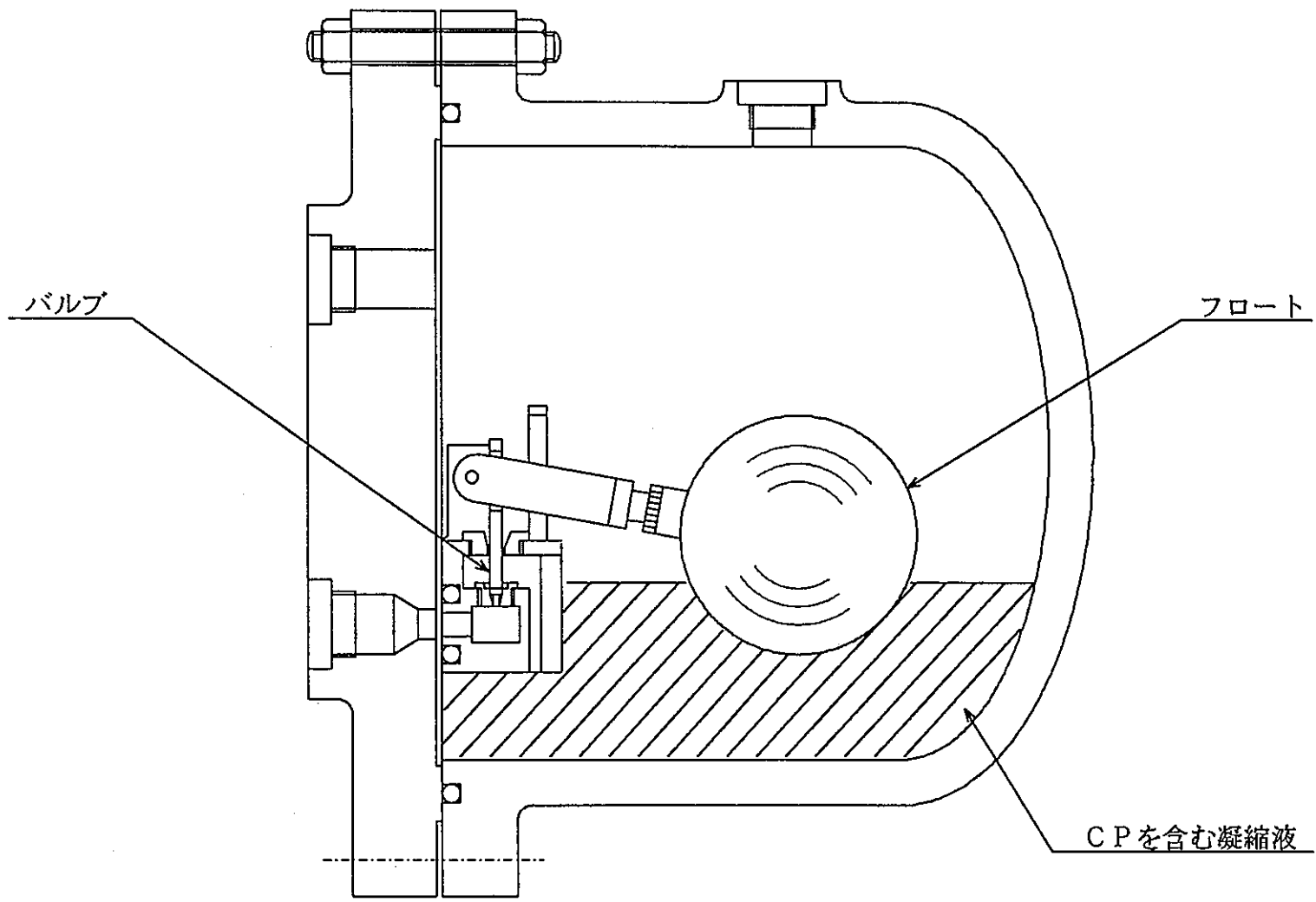


図3.8 ドレントラップの概略

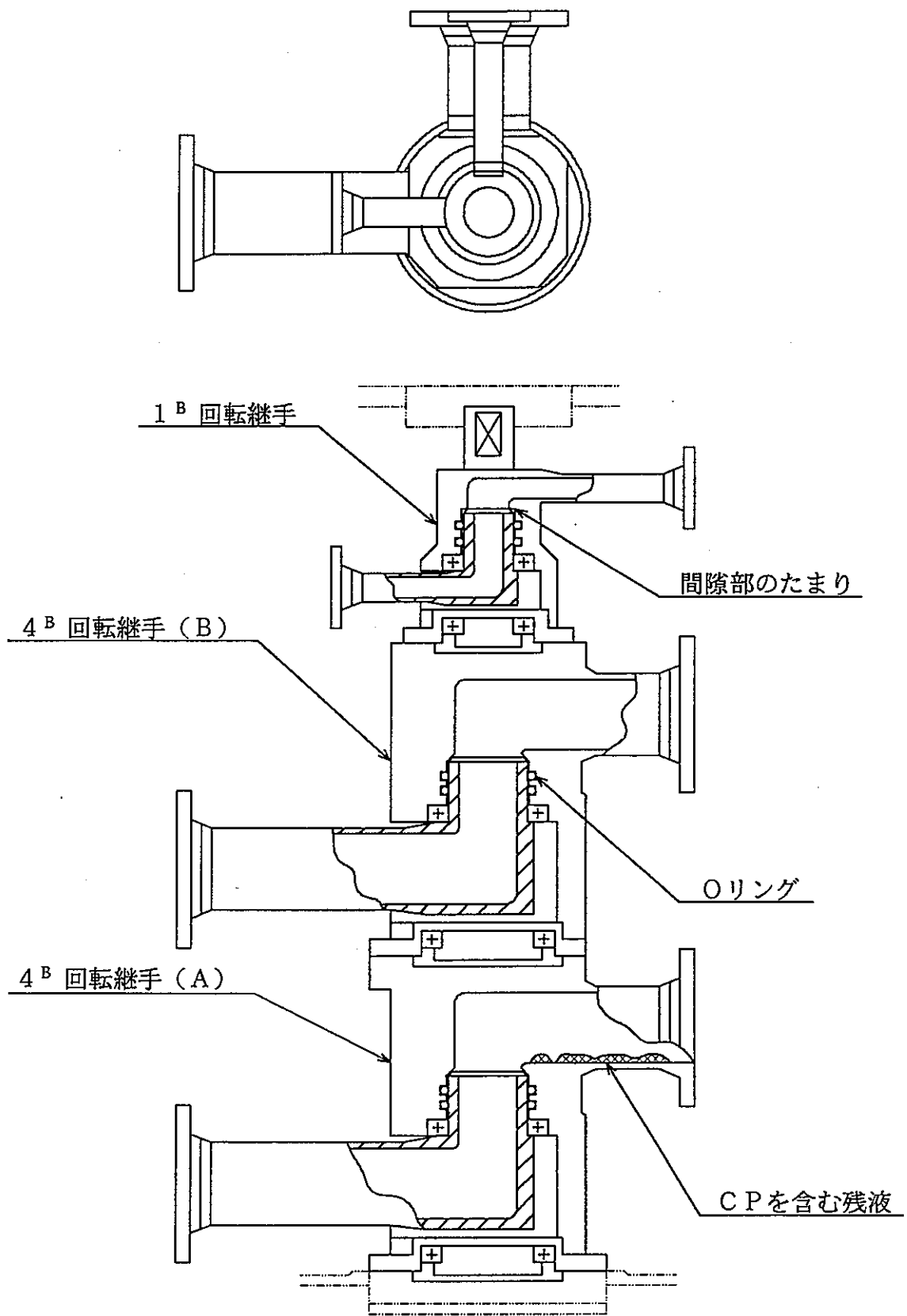


図3.9 燃料洗淨槽回転継手の概略

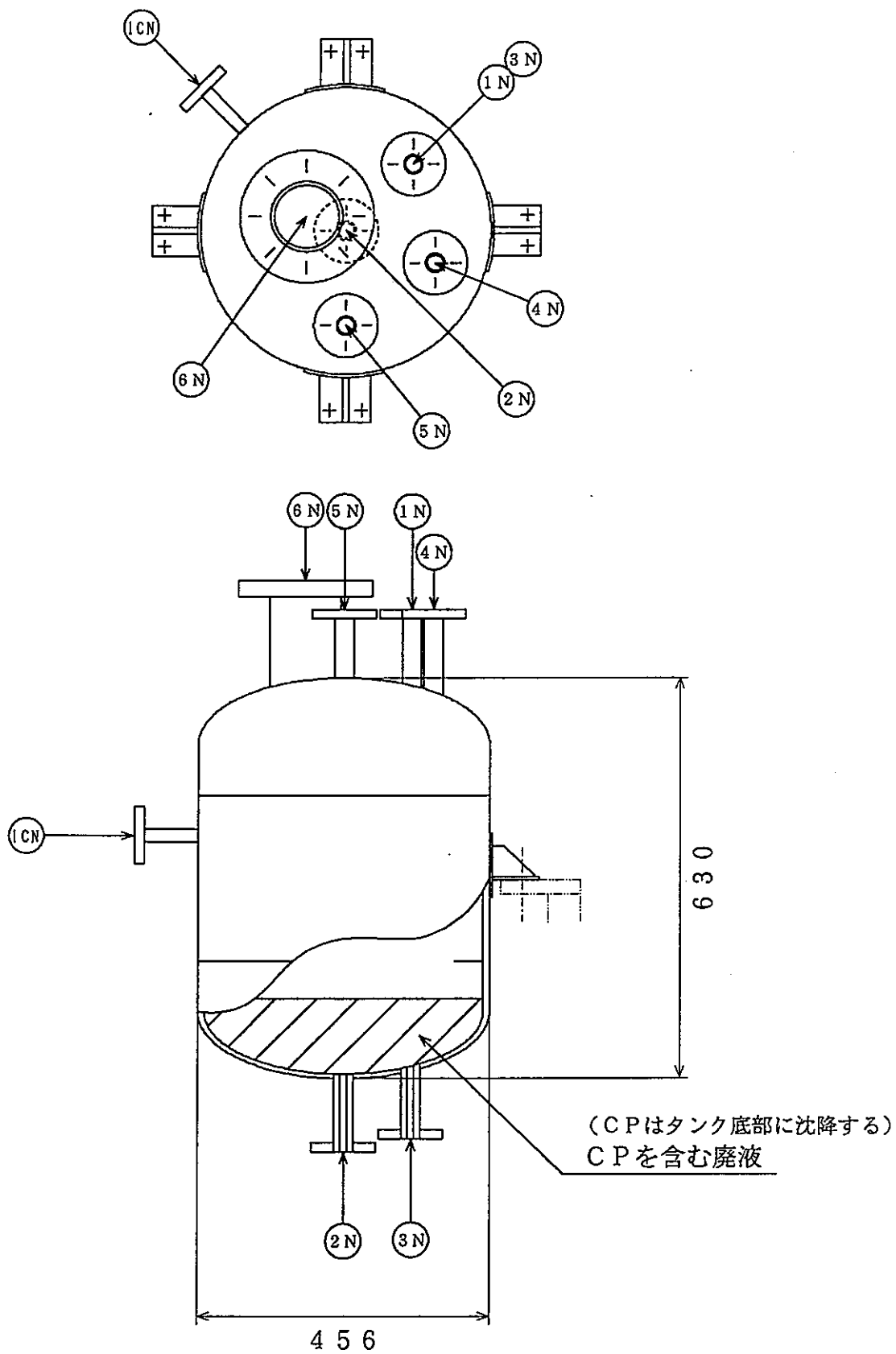


図3.10 気液分離器ドレンタンクの概略

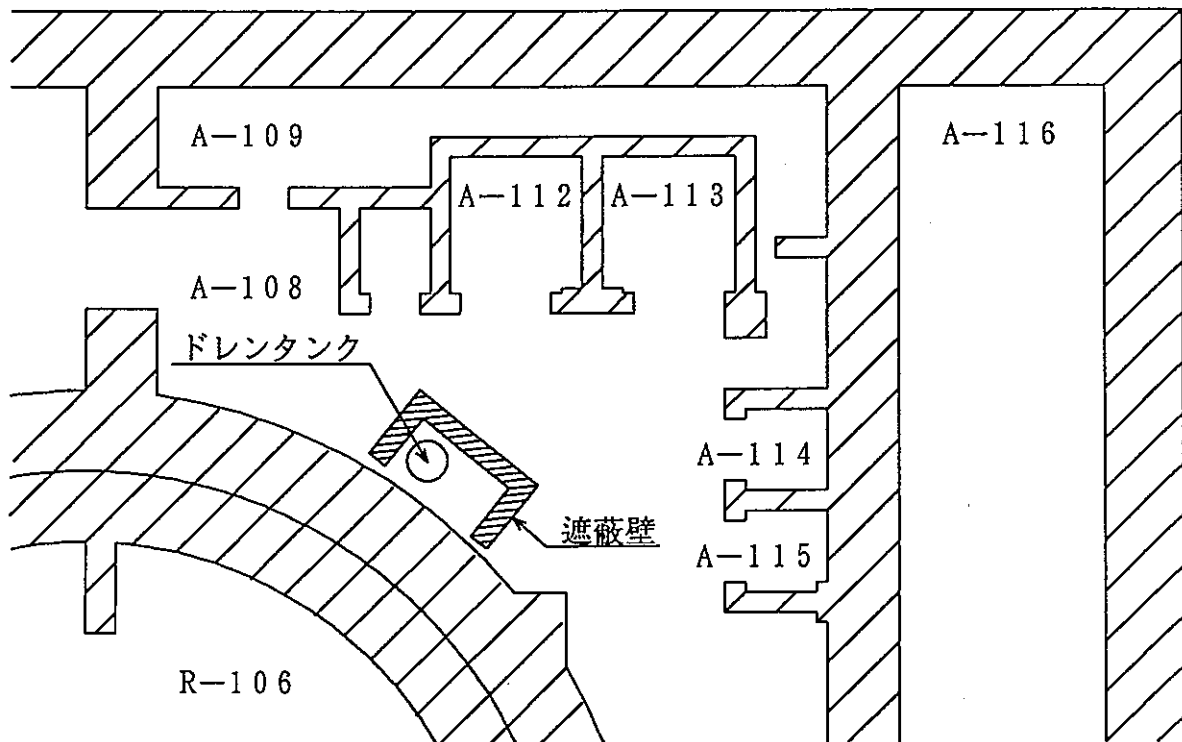
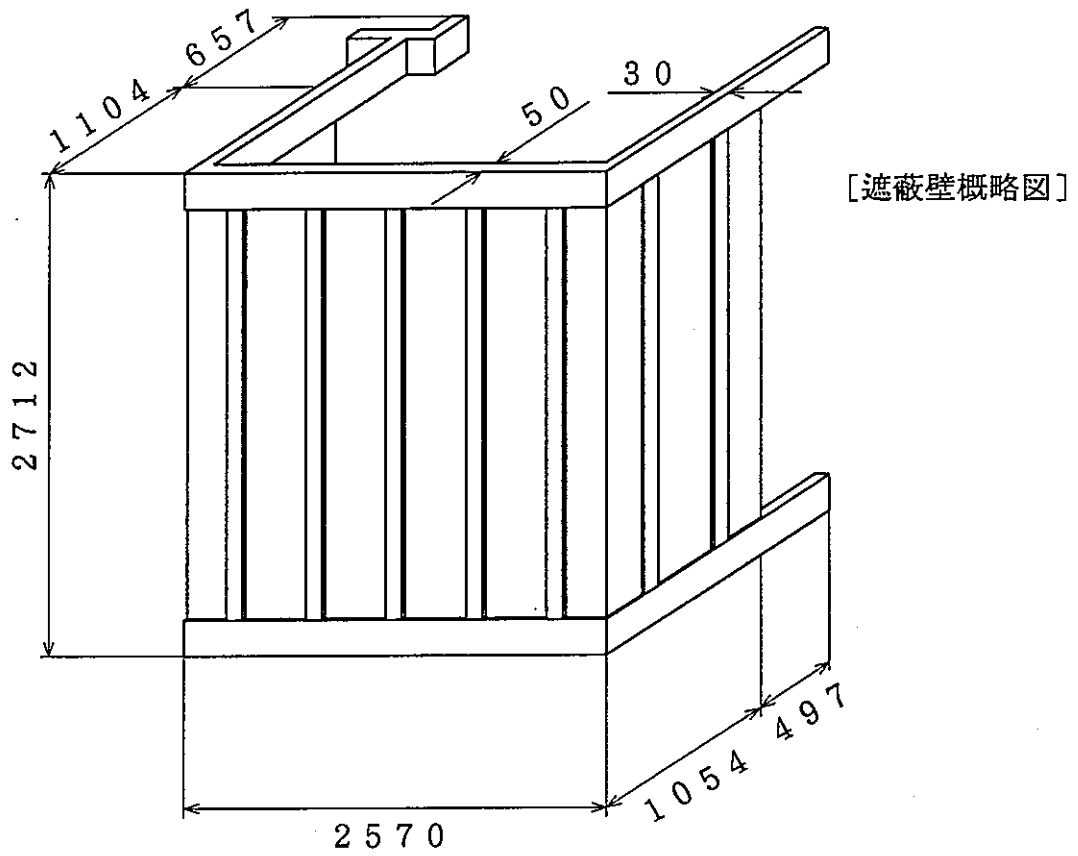


図3.11-(1) ドレンタンク遮蔽壁の概要

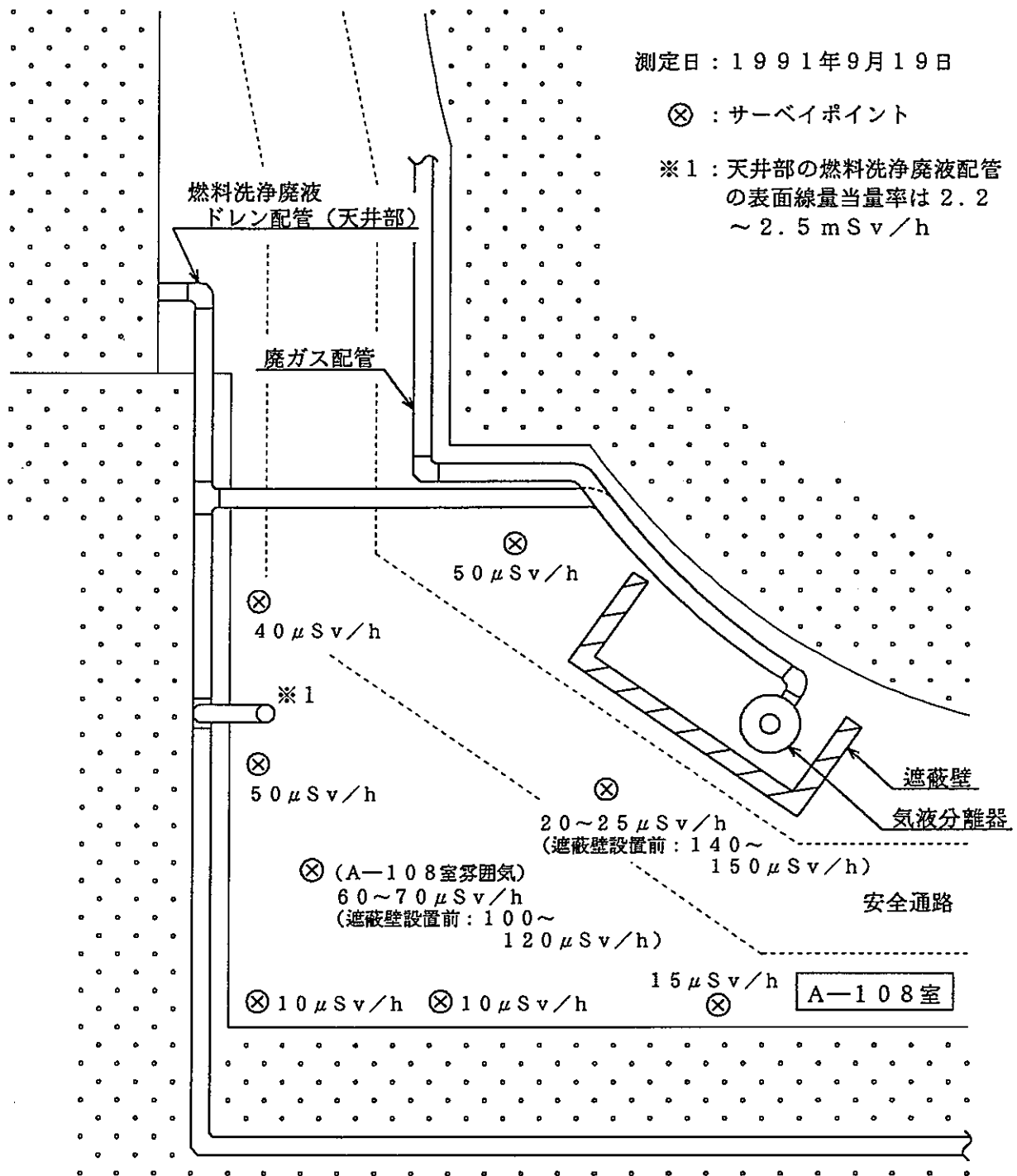


図3.11-(2) A-108室線量当量率の推移

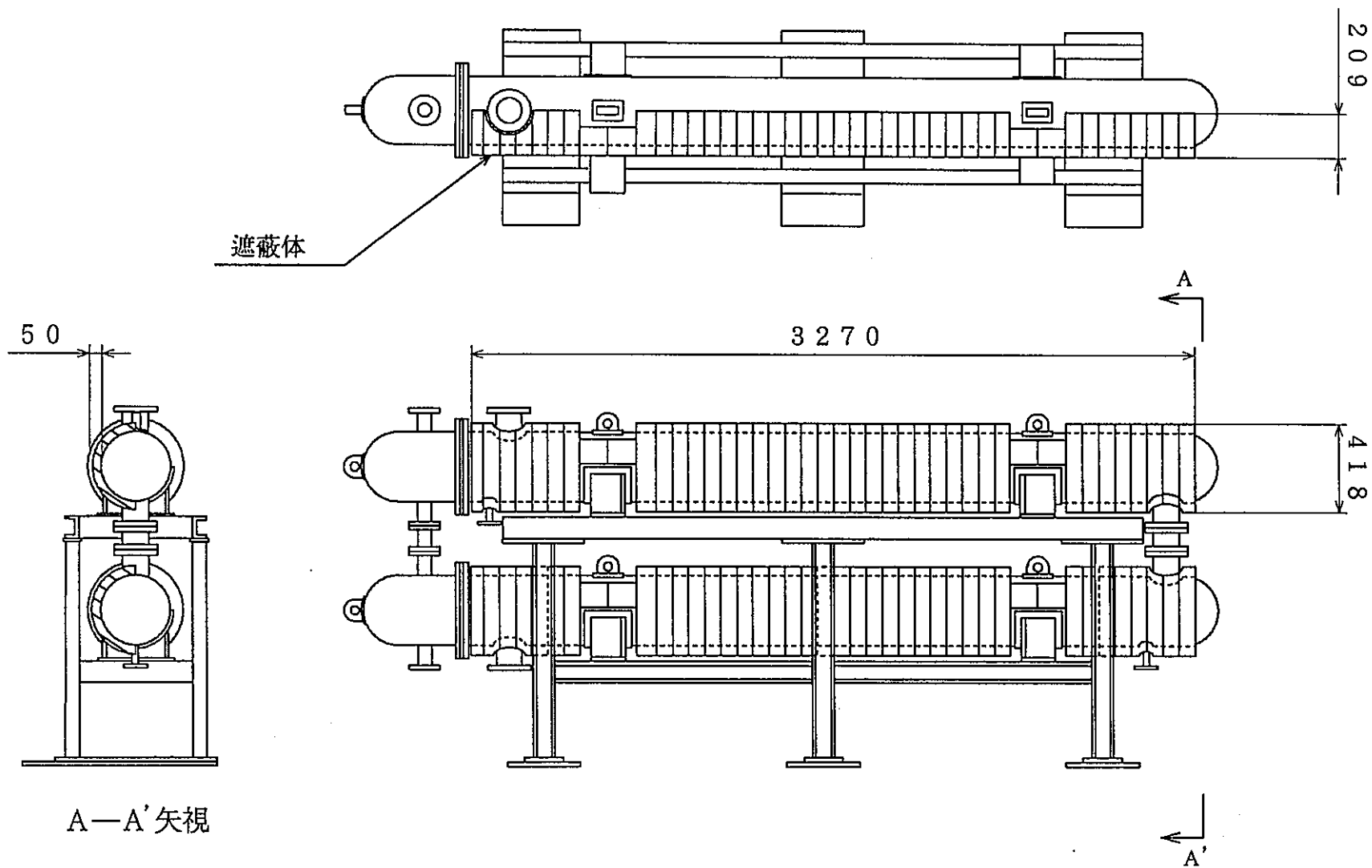


図3.12-(1) アルゴンガス冷却器遮蔽体の概要

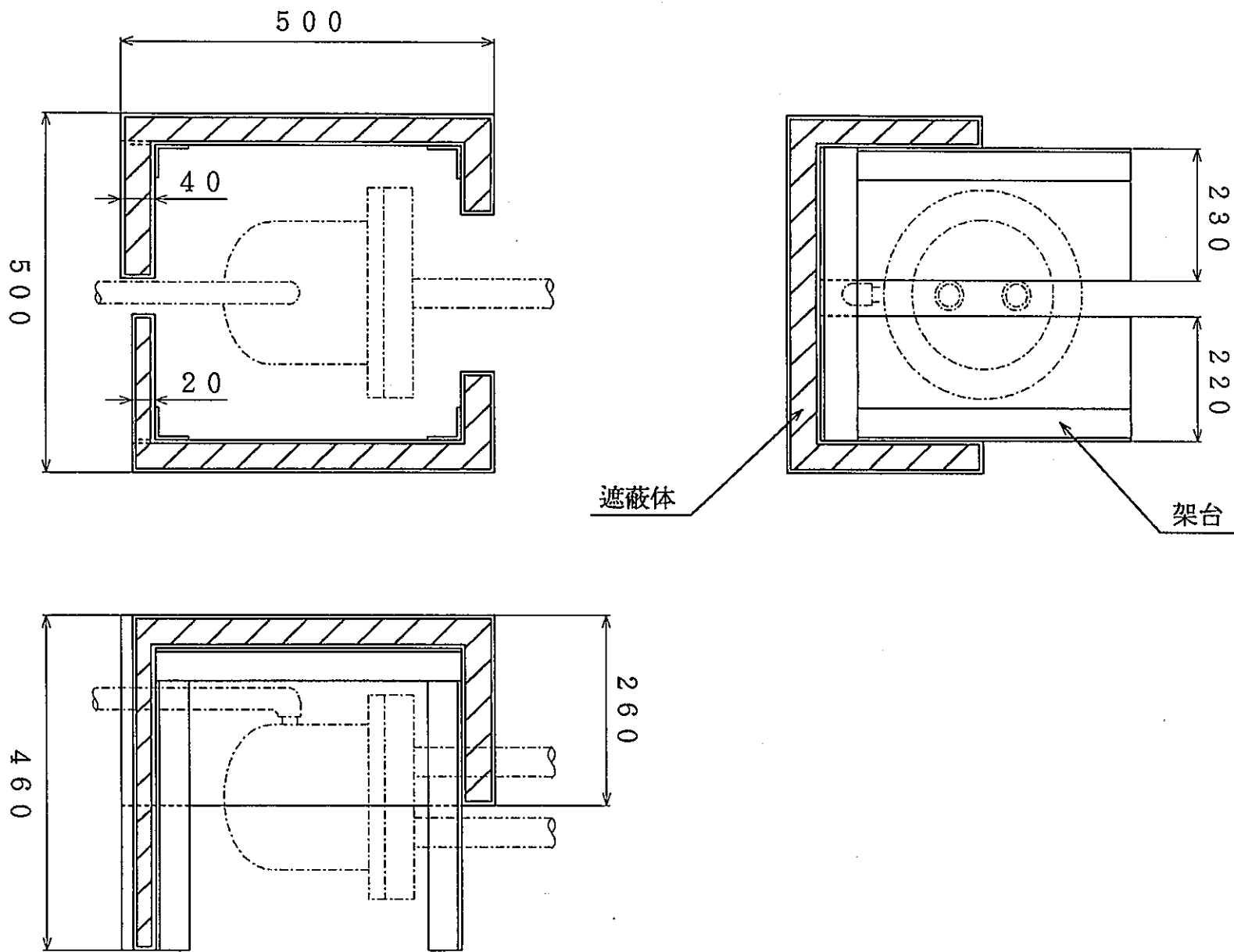


図3.12-(2) ドレントラップ遮蔽体の概要

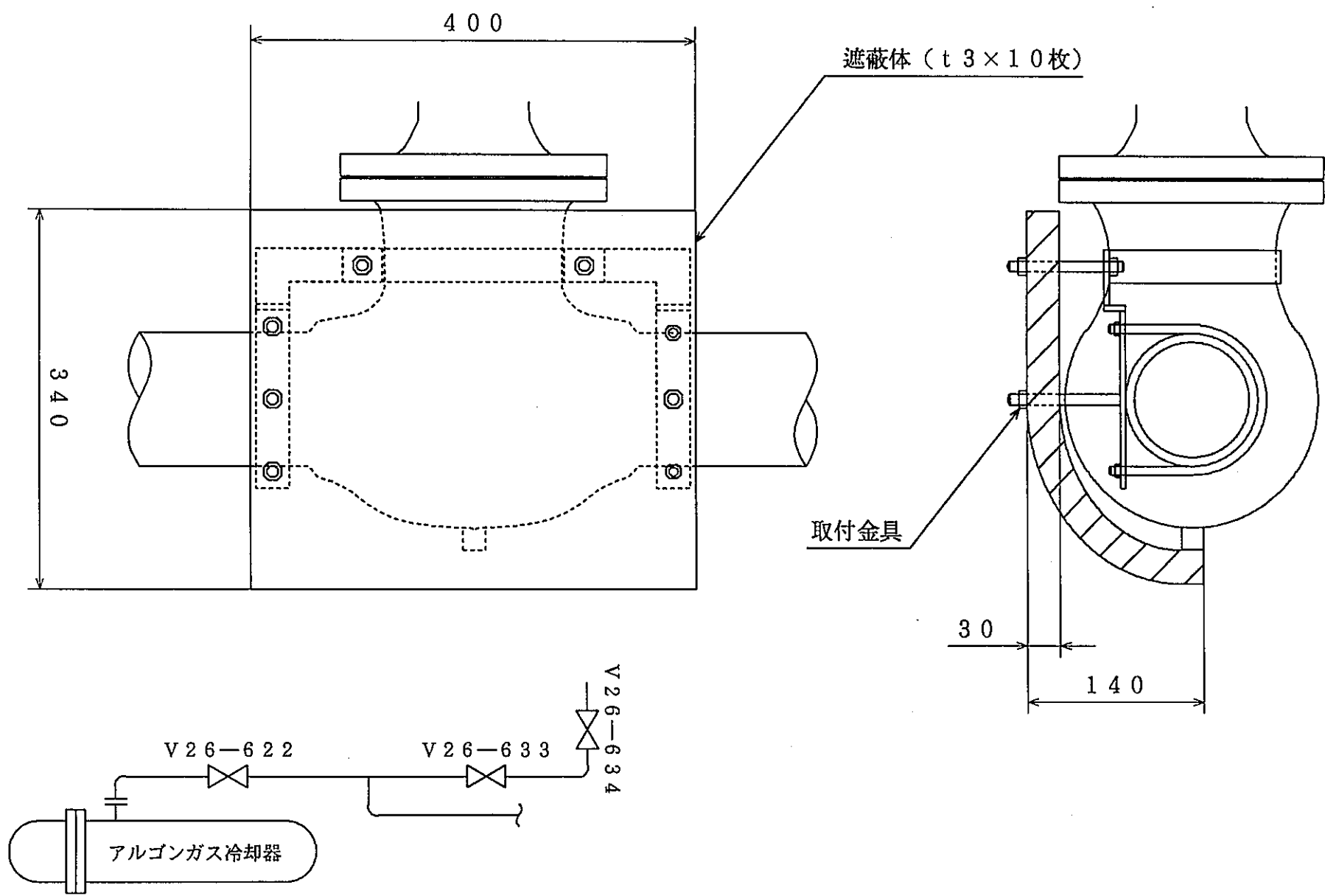


図3.12-(3) アルゴンガス系弁遮蔽体の概要

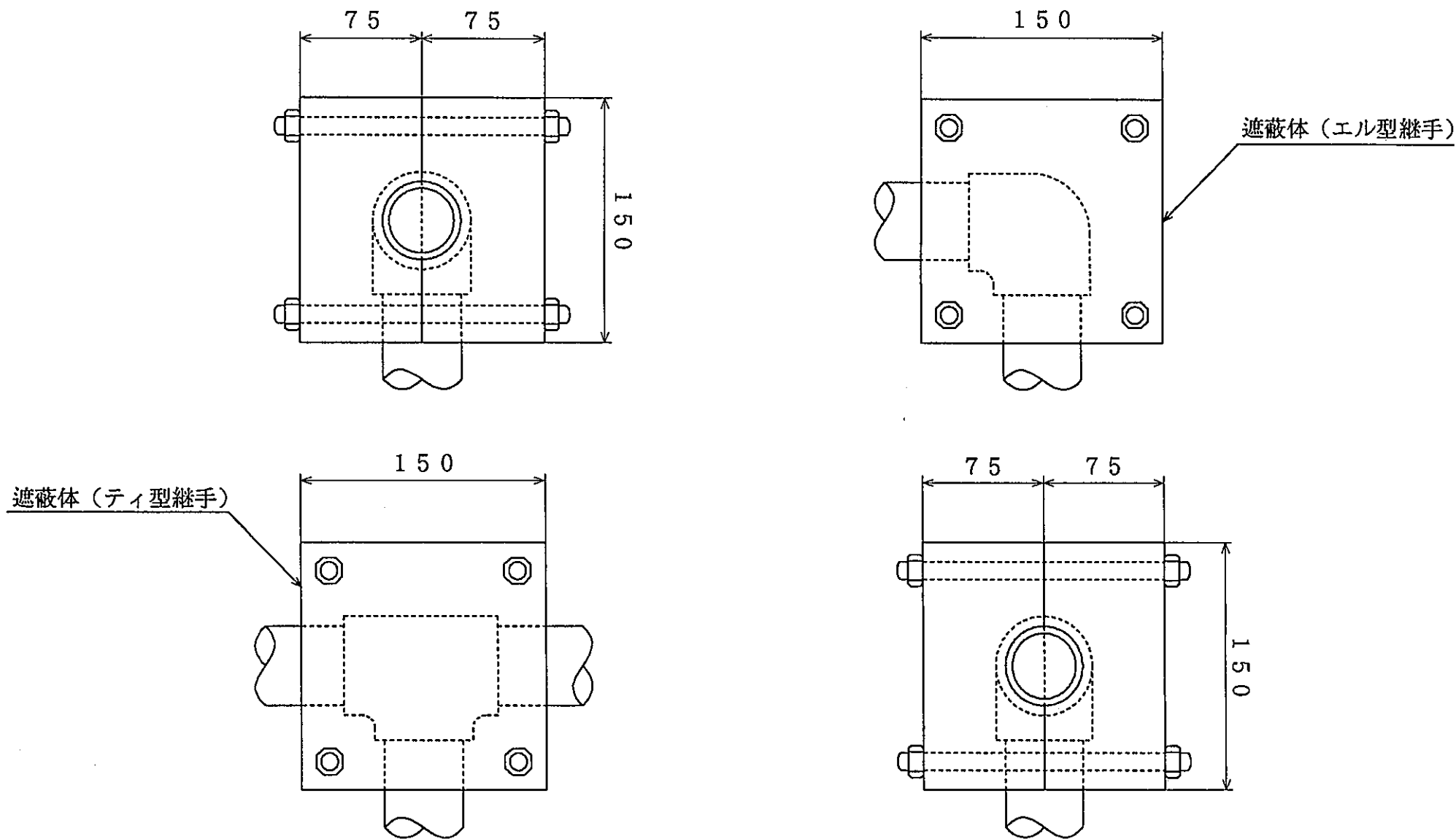


図3.12-(4) 脱塩水循環系配管継手部遮蔽体の概要

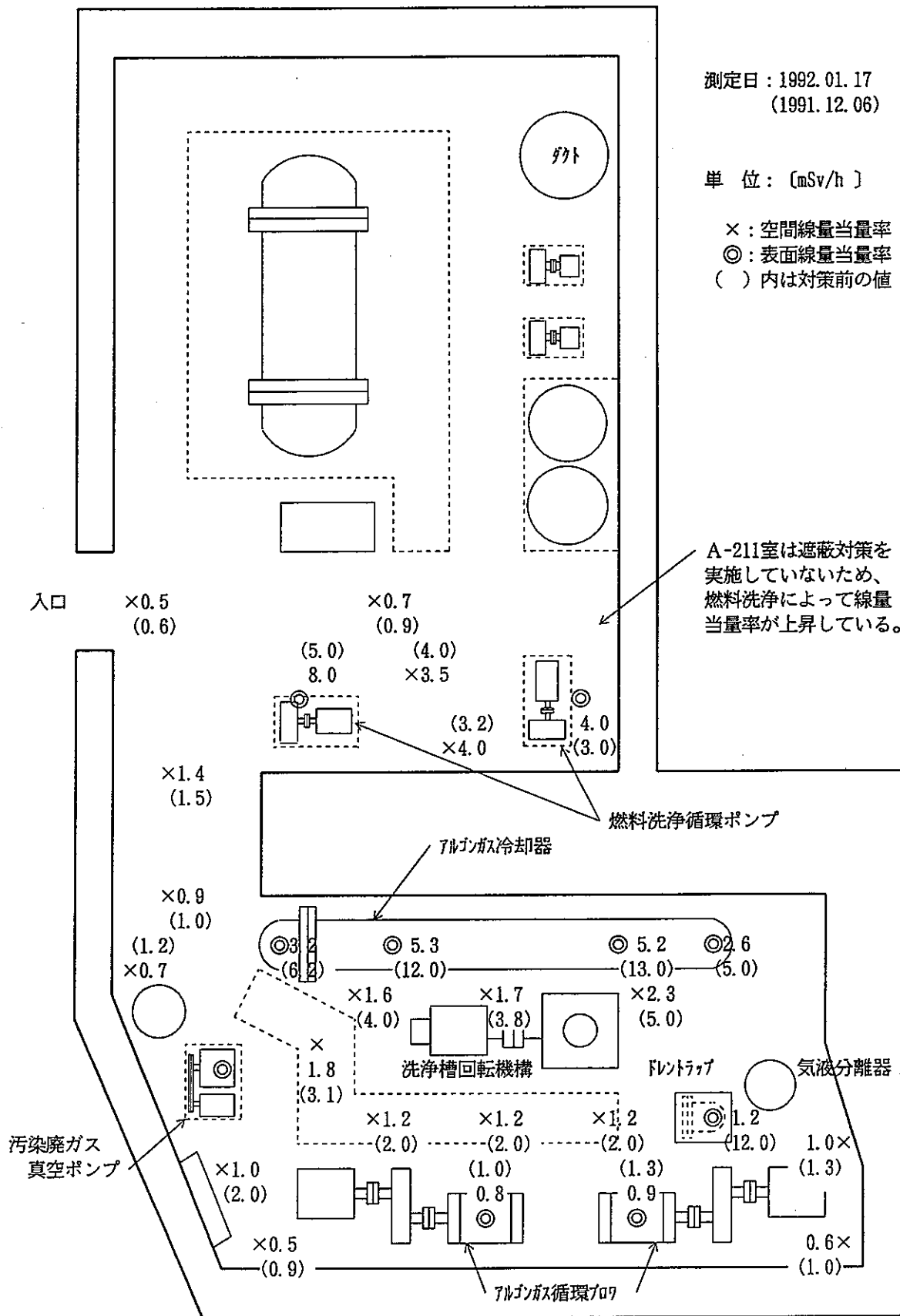


図3.12-(5) A-211, A-212室線量当量率の推移 (A-212室機器の遮蔽) ;

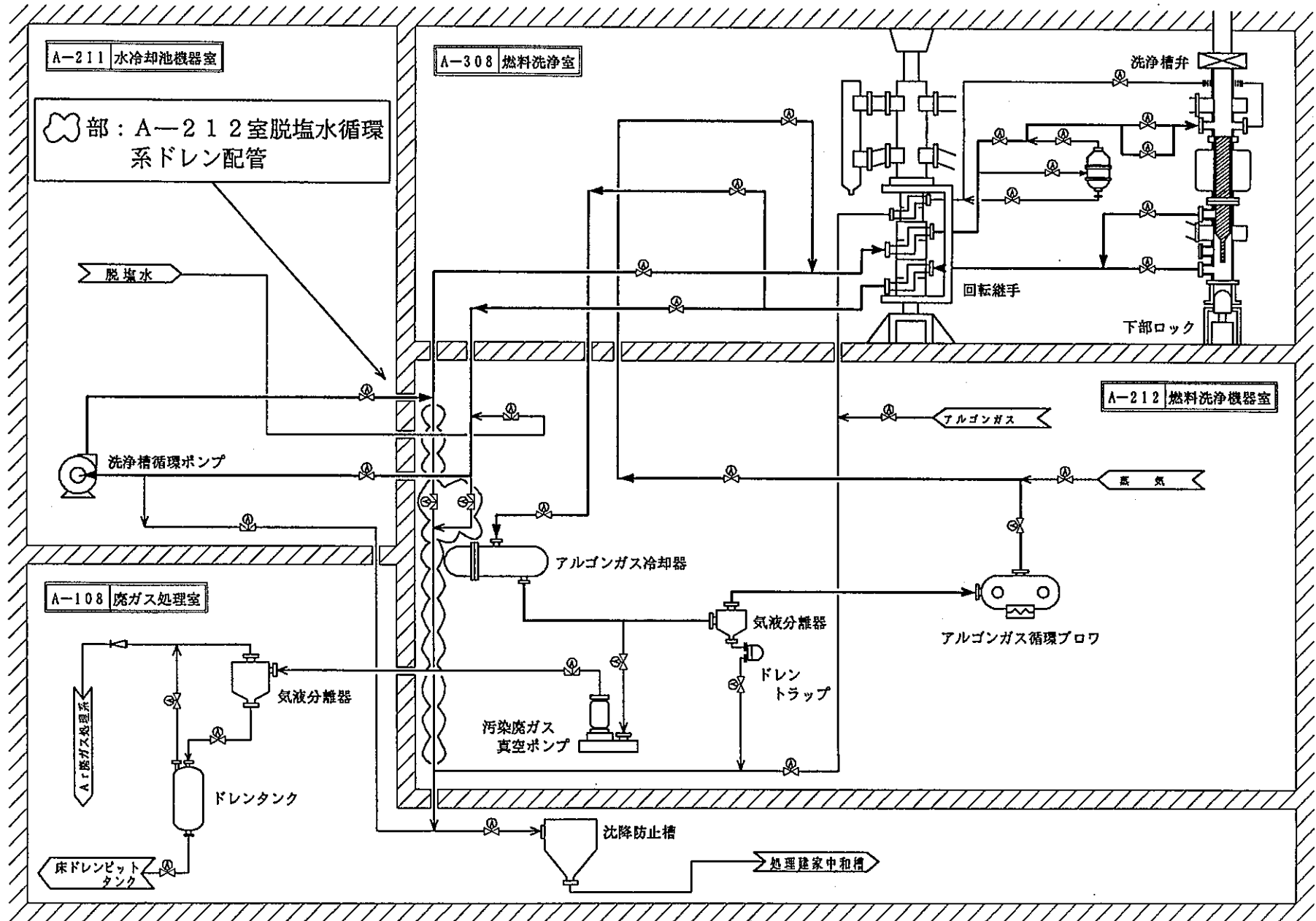


図3.13-(1) 燃料洗浄システムの概要

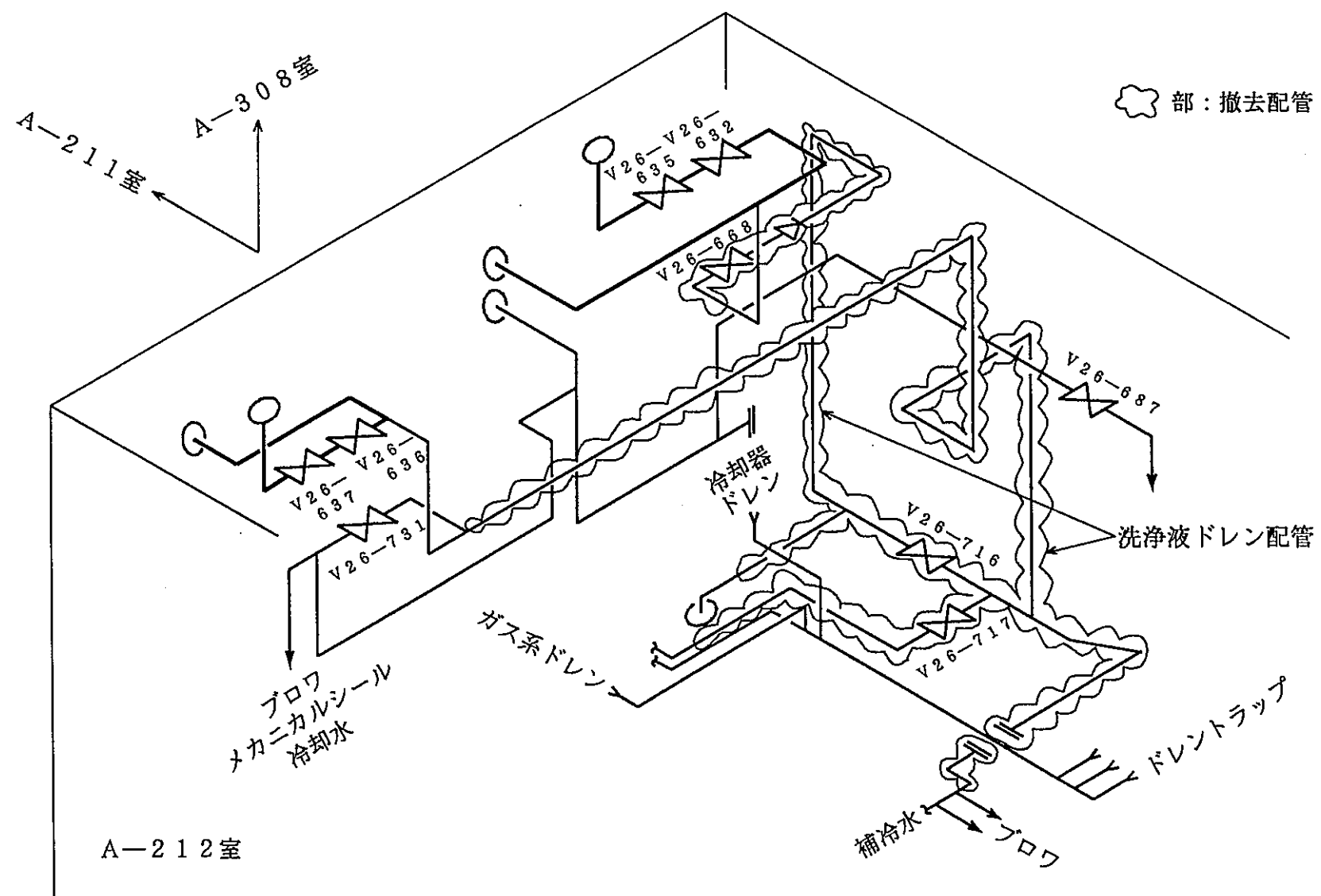


図3.13-(2) A-212室脱塩水循環系ドレン配管の撤去状況

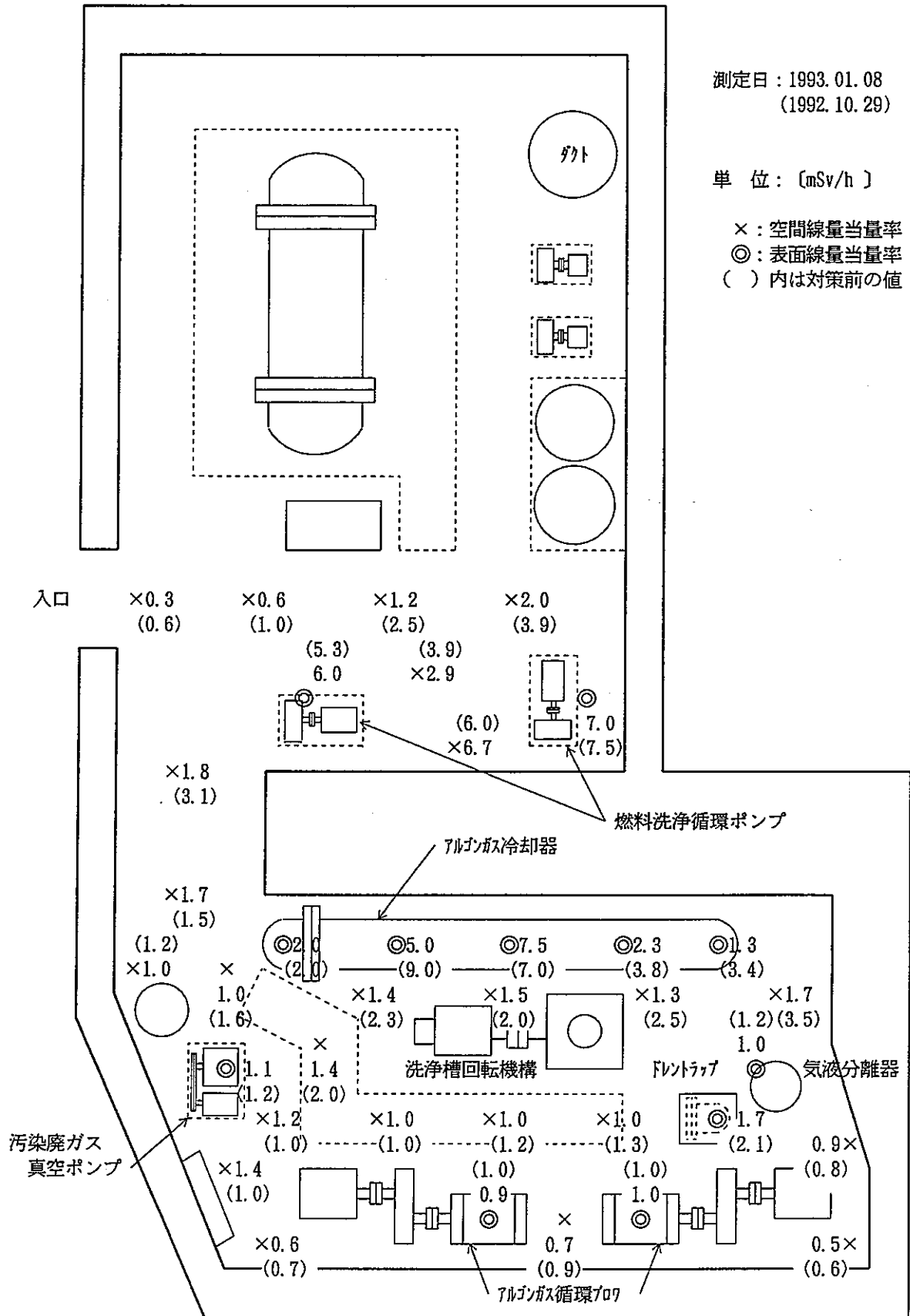


図3.13-(3) A-211, A-212室線量当量率の推移
(ドレン配管の撤去及び脱塩水循環系配管の遮蔽)

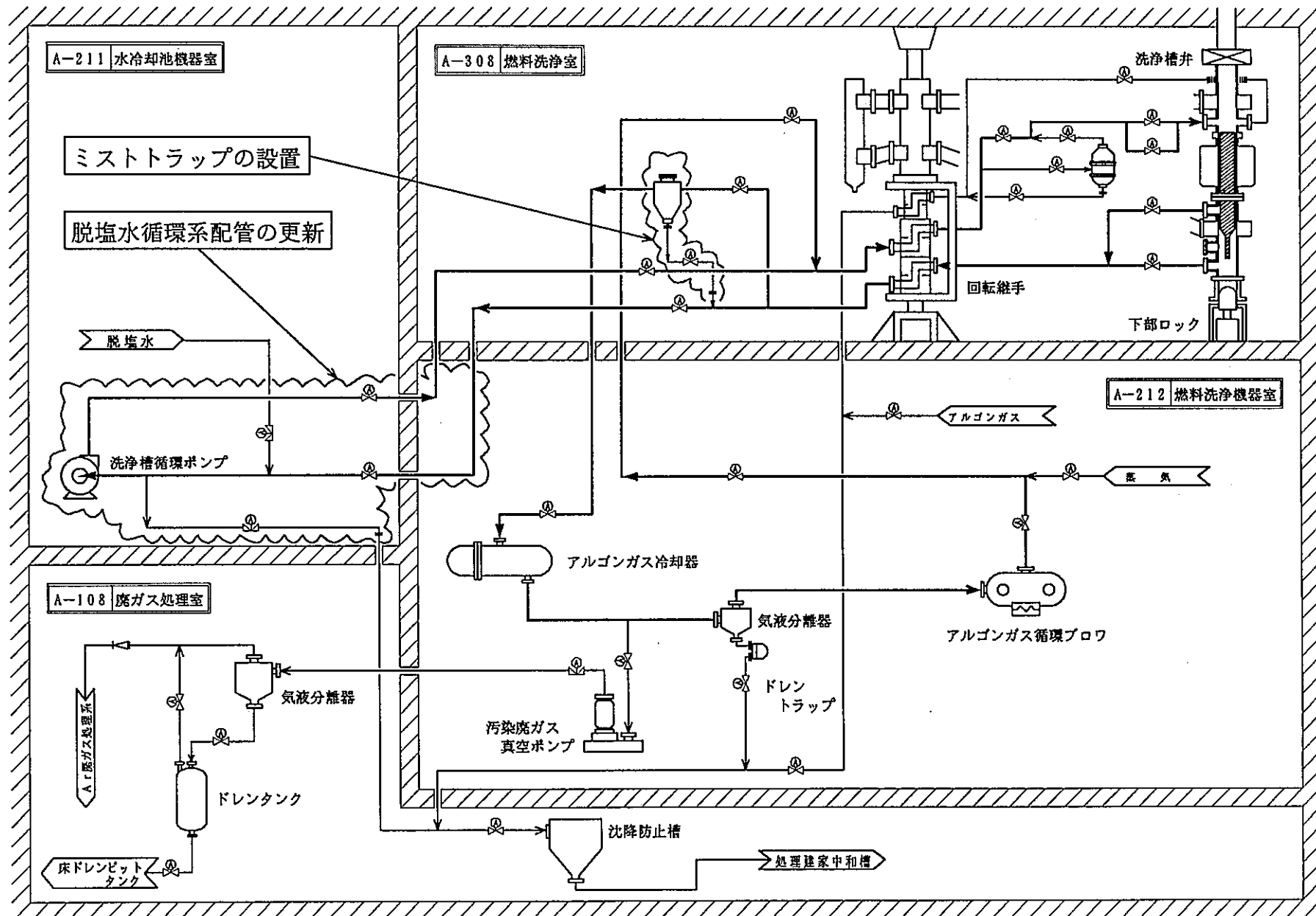
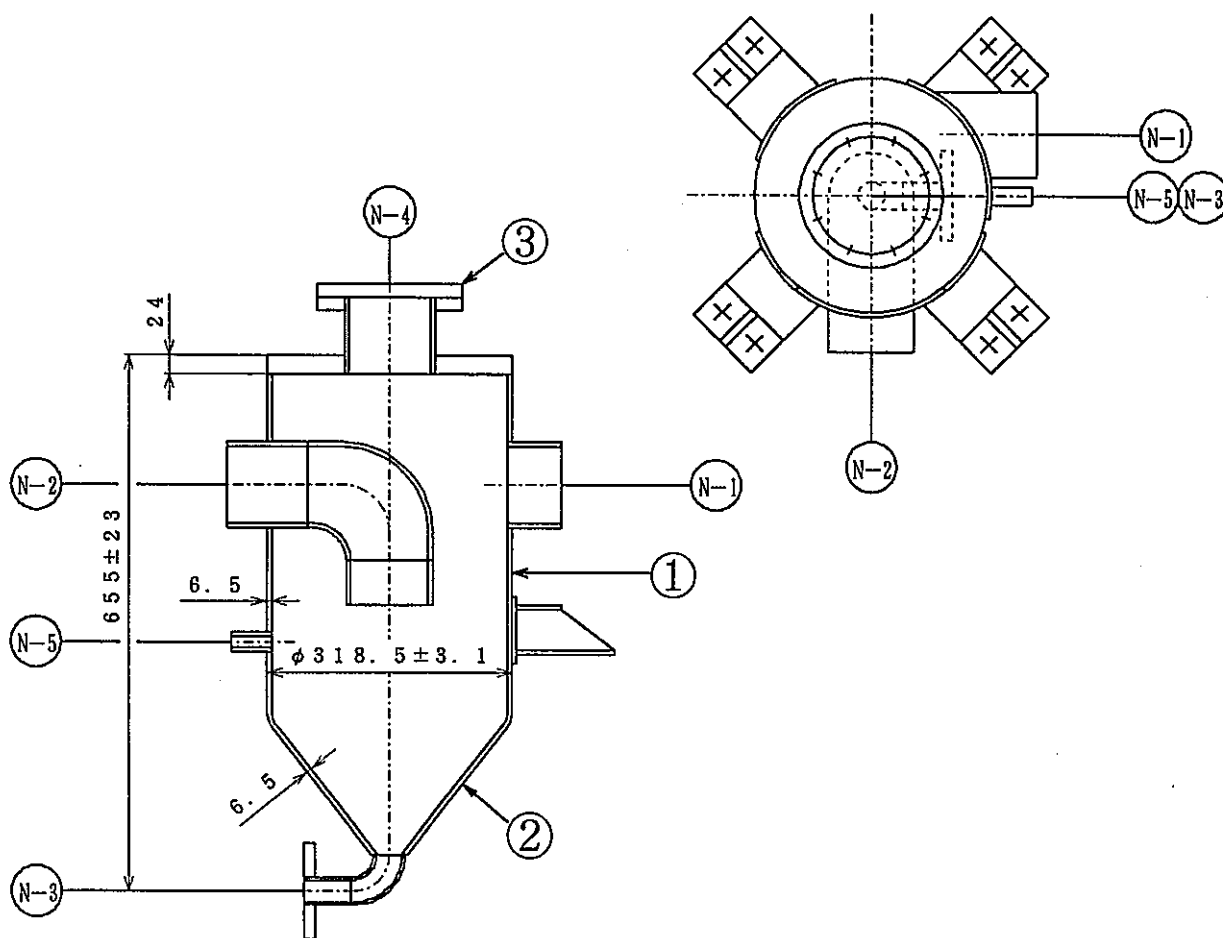


図3.14-(1) 脱塩水循環系配管の更新及びミストトラップの設置状況



N-5	ガス抜口	1/2 B	1	
N-4	点検口	4 B	1	
N-3	ドレン	1 B	1	
N-2	ガス出口	4 B	1	
N-1	ガス入口	4 B	1	
番号	名称	呼び径	個数	備考
管 台 表				

3	蓋板	1	SUS304
2	円すい鏡板	1	SUSF304
1	胴板	1	SUS304TP
番号	名称	個数	材料
部 品 表			

図3.14-(2) ミストトラップの概要

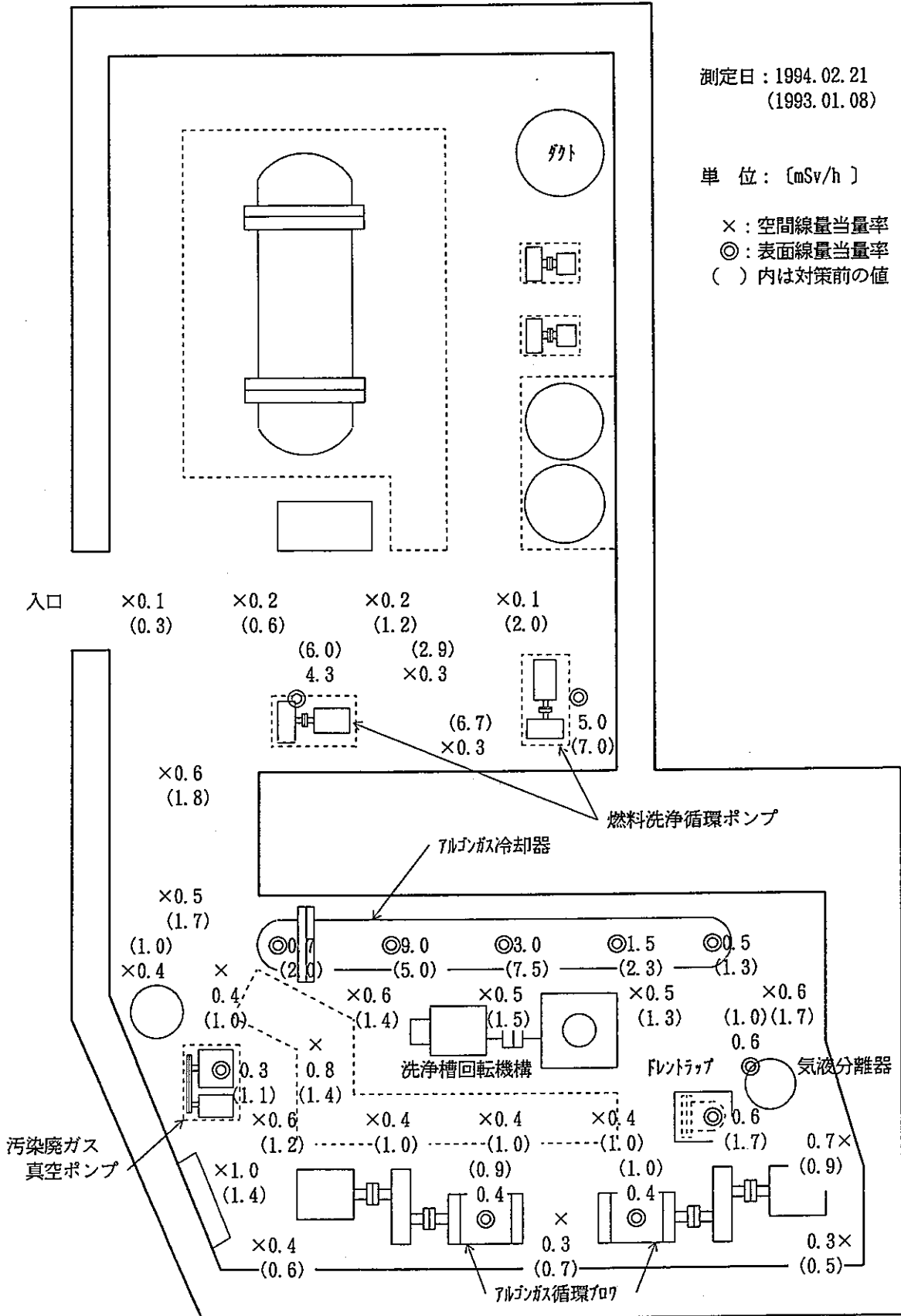


図3.14-(3) A-211, A-212室線量当量率の推移
(脱塩水循環系配管の更新)

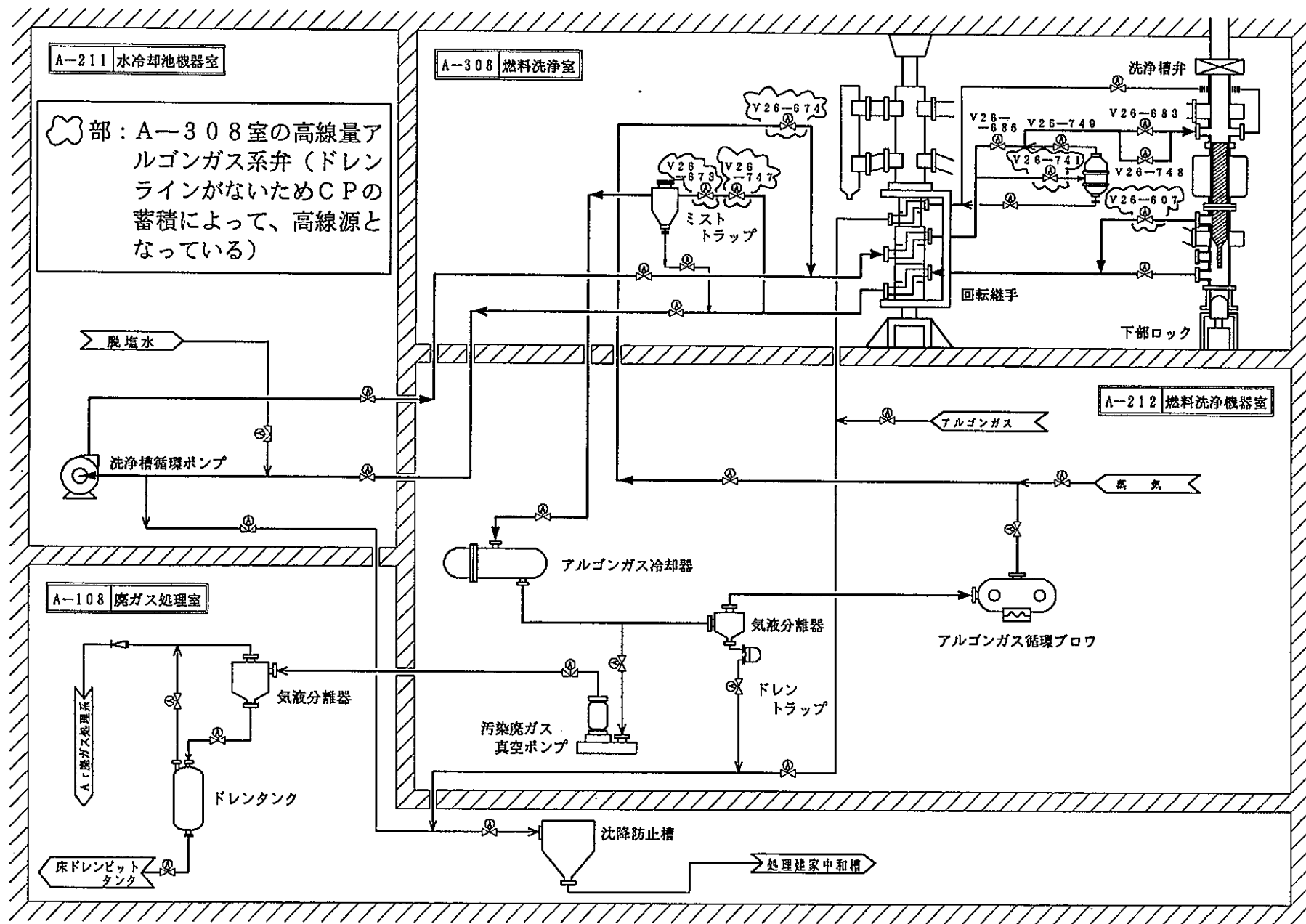


図3.15-(1) アルゴンガス系の高線源弁

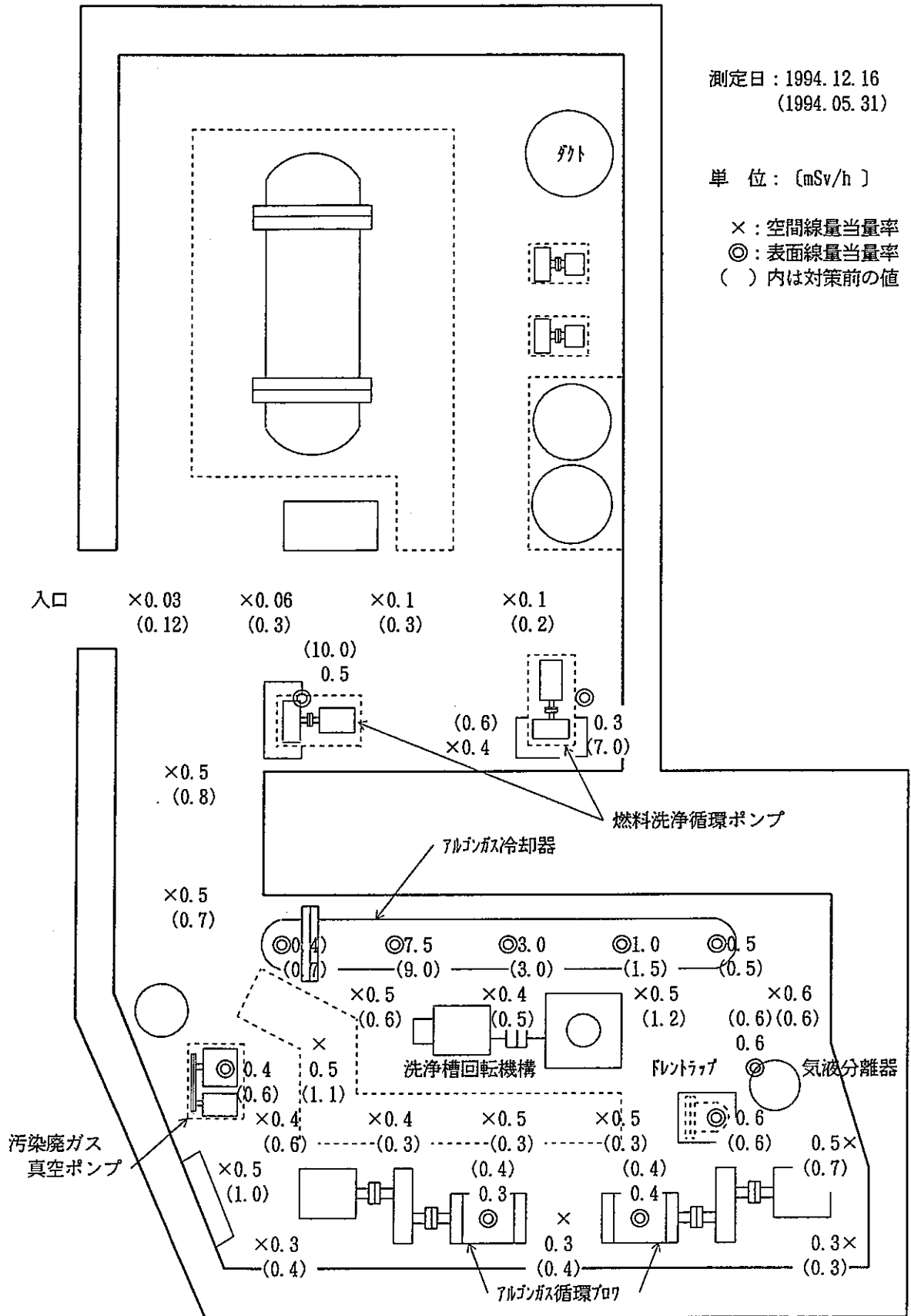


図3.15-(3) A-211, A-212室線量当量率の推移
(洗浄循環ポンプの遮蔽)

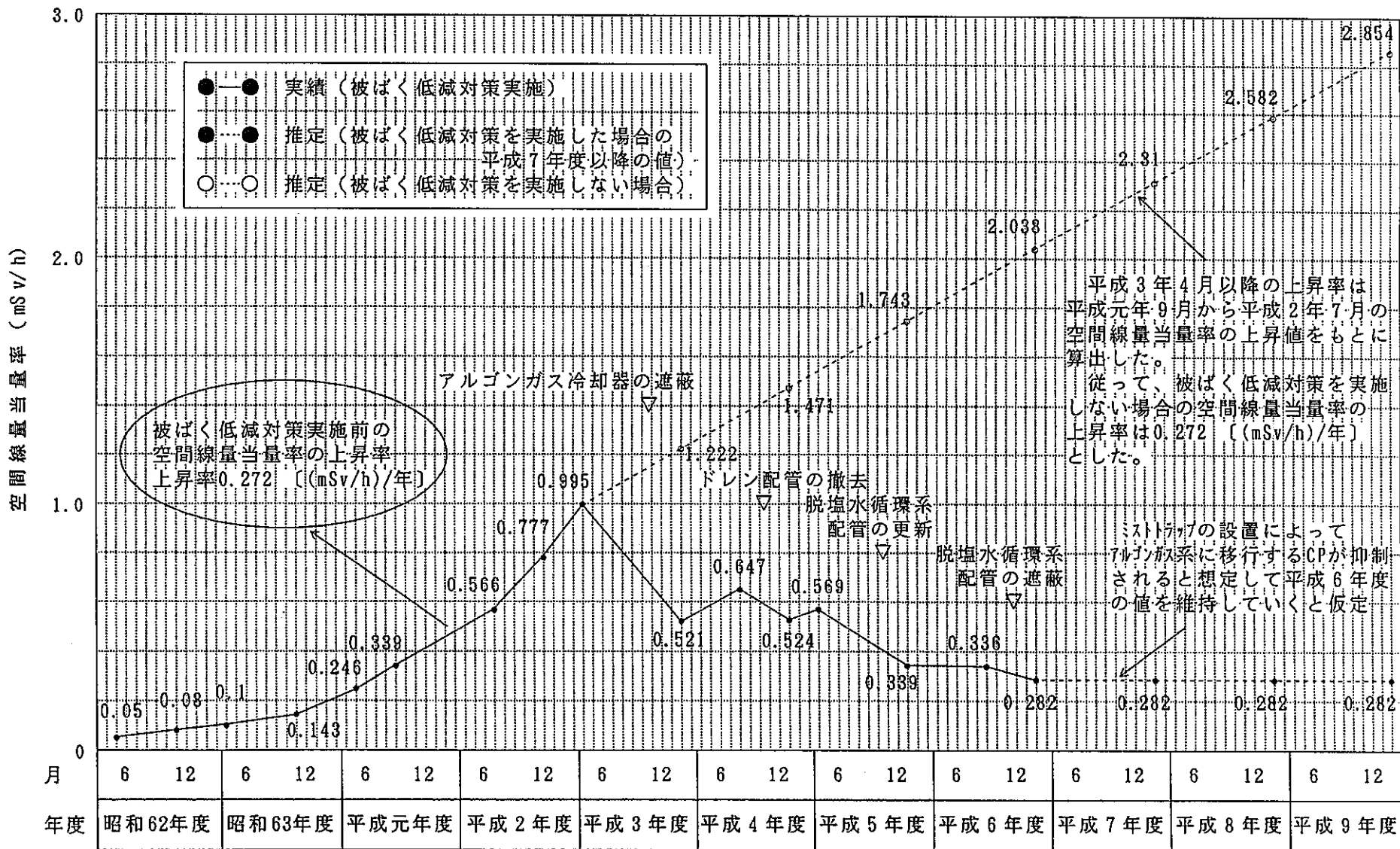


図4.2 A-212室空間線量当量率の推移

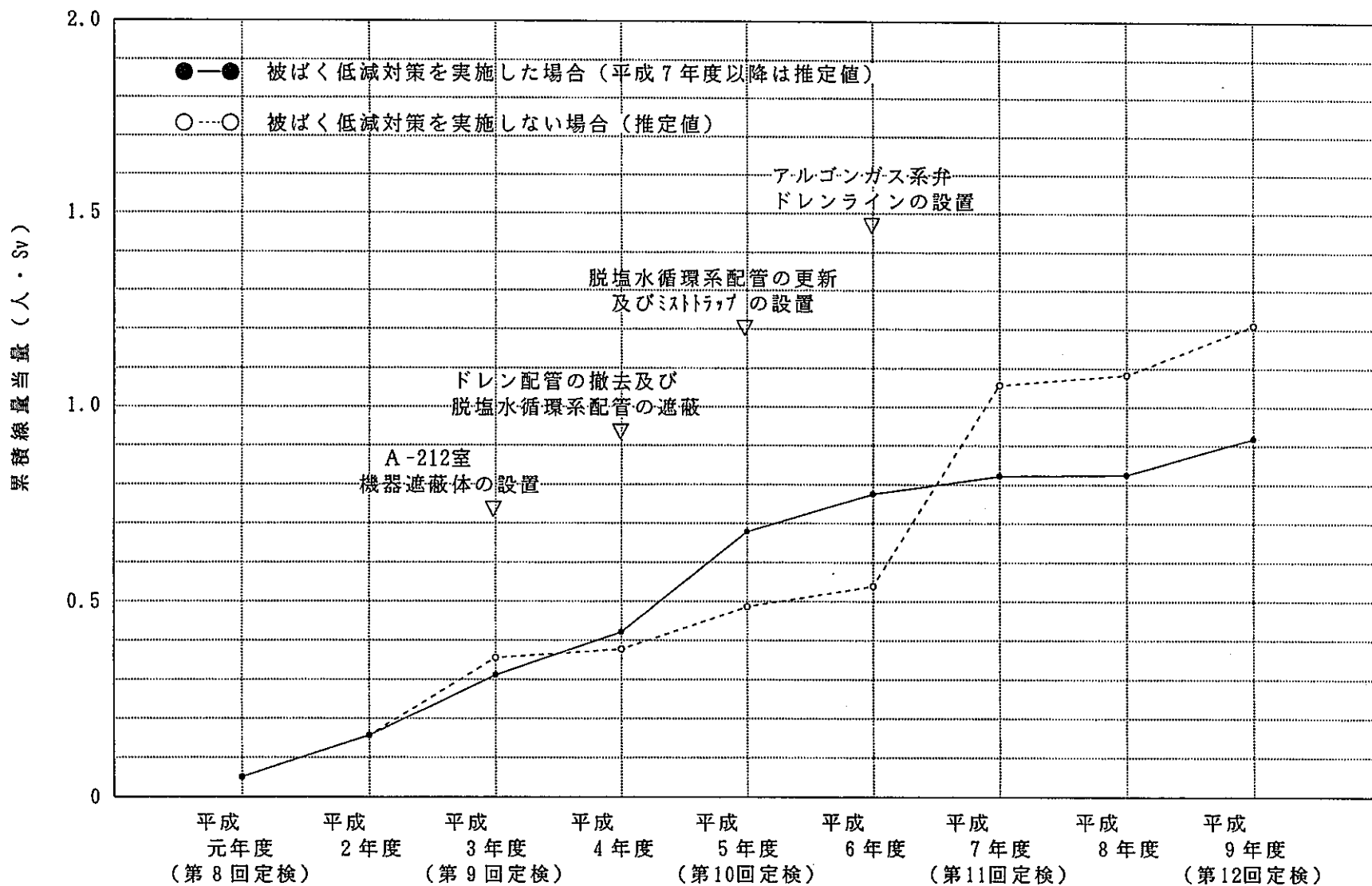
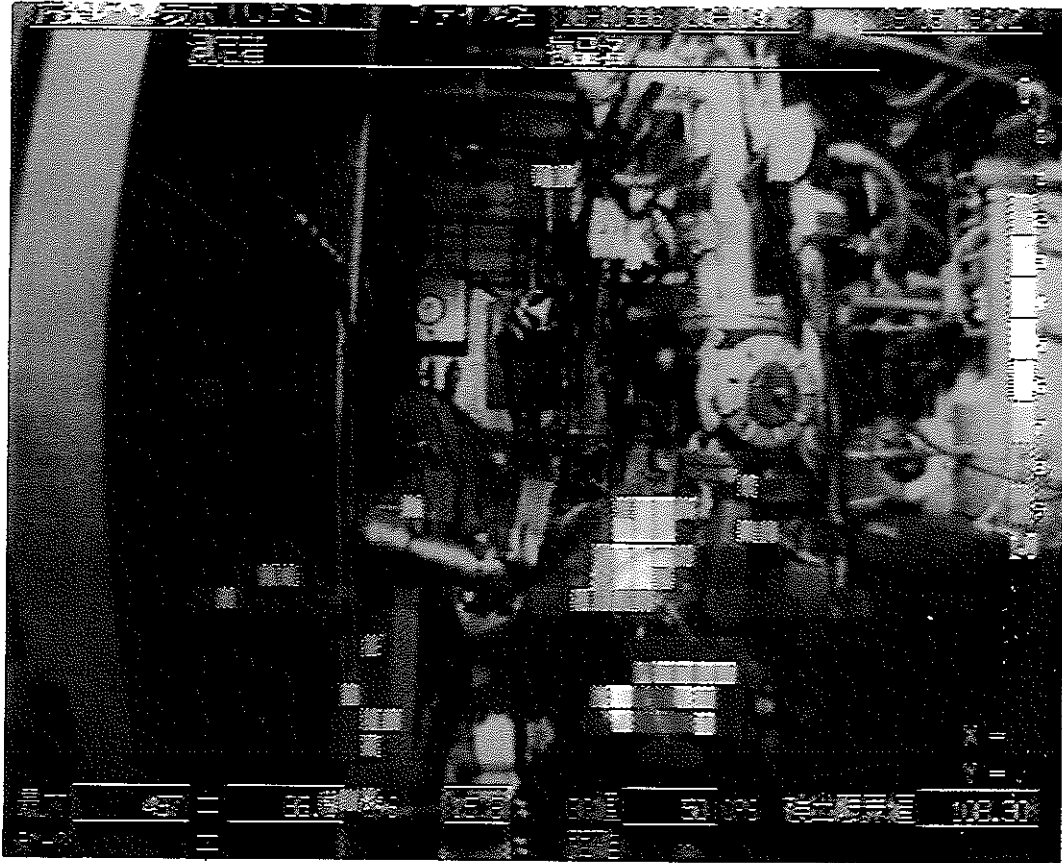


図4.3 燃料洗浄設備における累積線量当量の推移（推定）



1991.7 撮影 Max 13mSv/h

本映像は燃料洗浄循環ポンプケーシング部の
ものであり、特にケーシング下部（赤色）の線
量当量率が高くなっている。

また、その周辺部（青色）は脱塩水循環配管
及び弁となっている。

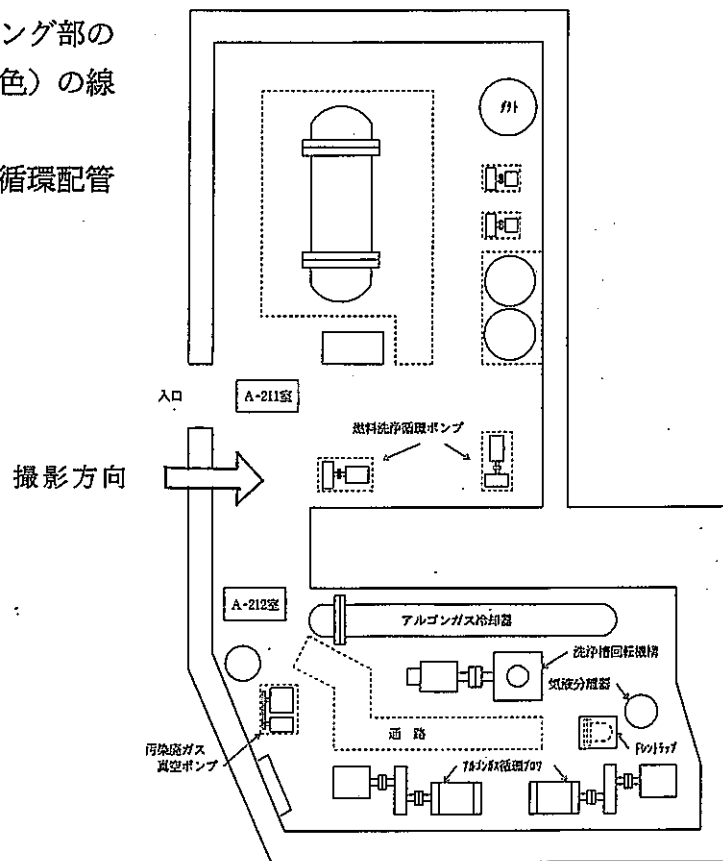


写真3.1-(1) R I D測定結果（A-211室）



1991.7 撮影 Max 18mSv/h

本映像は脱塩水循環配管部のものであり、特にソケット式配管継ぎ手部（青色～赤色）の線量当量率が高くなっている。

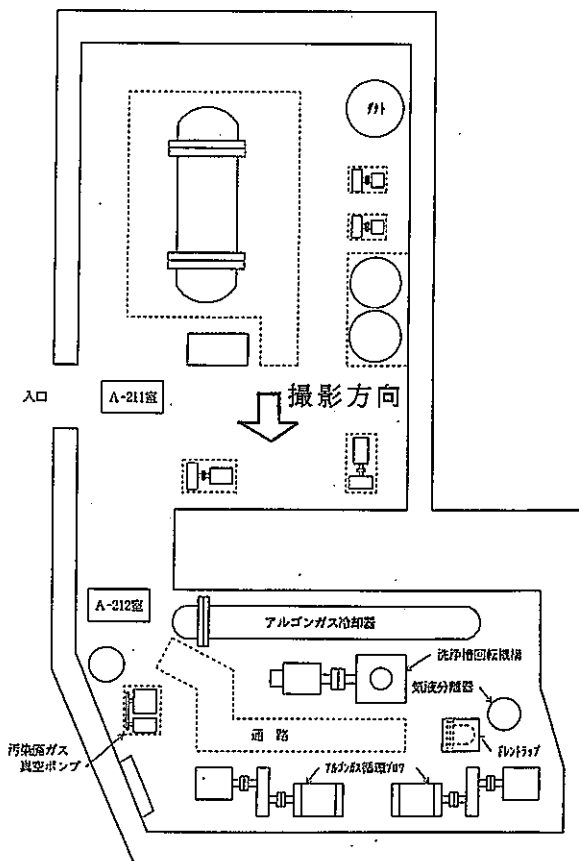
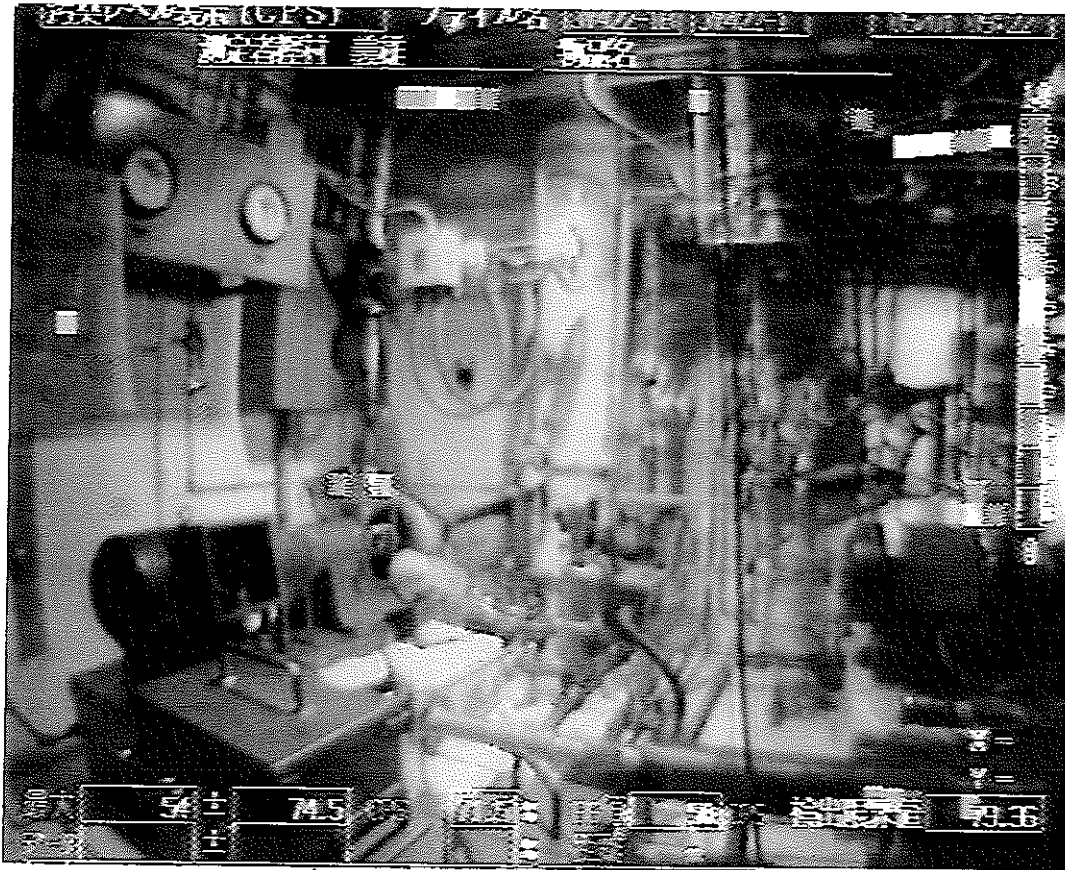


写真3.1-(2) R I D測定結果 (A-211室)



1991.7 撮影 Max 12mSv/h

本映像は燃料洗浄循環ポンプ周辺のものであり、ポンプ出口のソケット式異径継ぎ手部（赤色）の線量当量率が高くなっている。

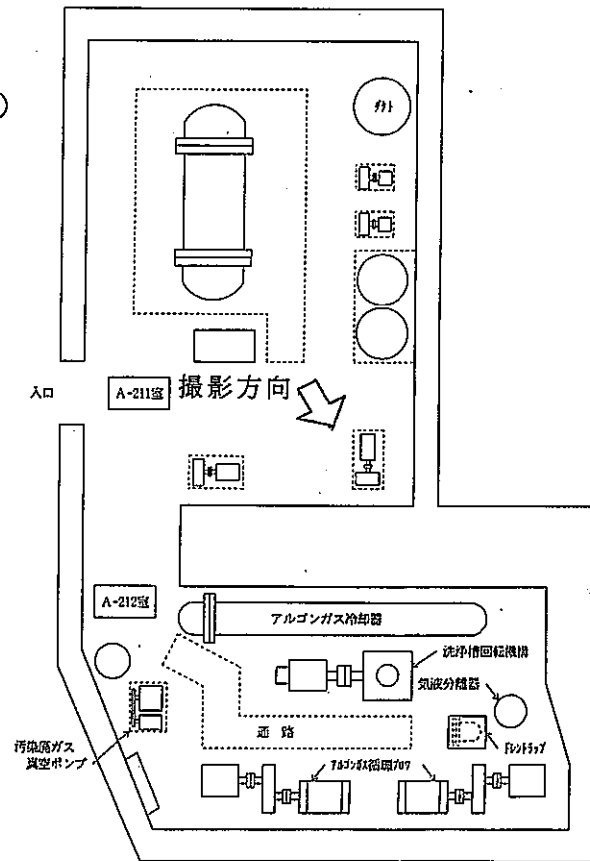
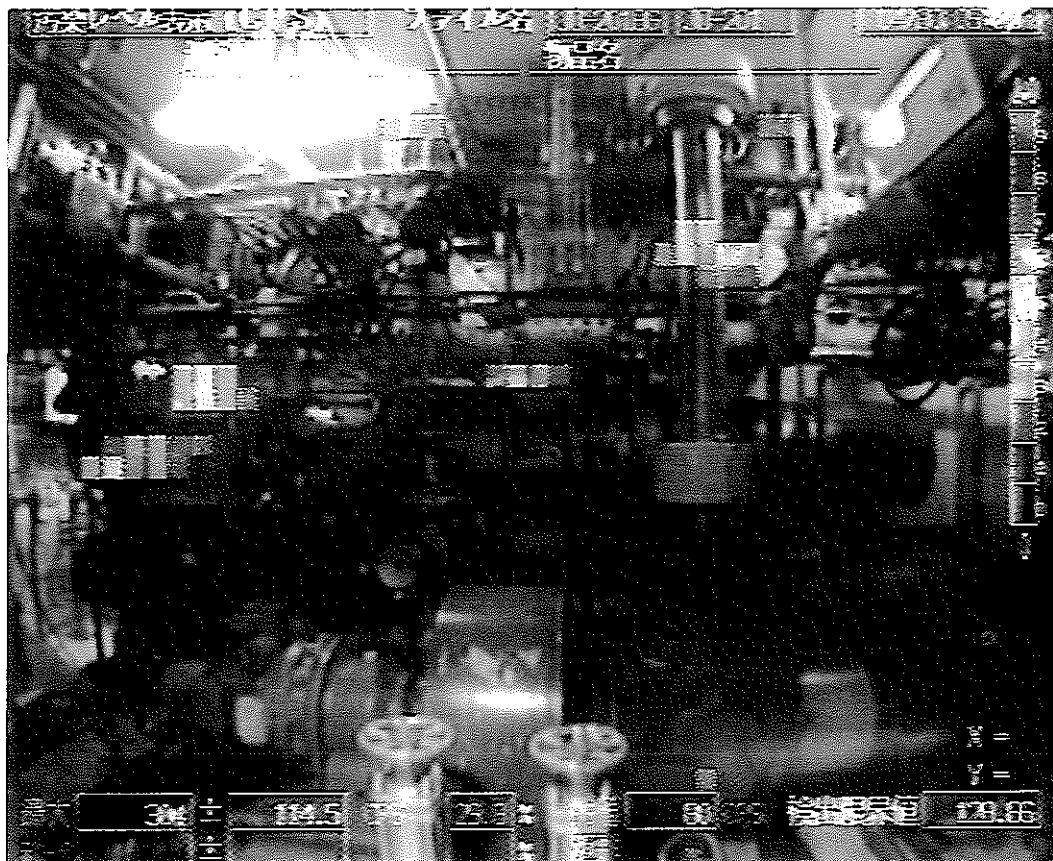


写真3.1-(3) R I D測定結果 (A-211室)



1991.7 撮影 Max 500mSv/h

本映像はアルゴンガス冷却器（正面）のものであり、特に右上のアルゴンガス系弁（赤色）の線量当量率が高くなっている。

また、左側の冷却器入弁及び冷却器入口部（黄色～青色）の線量当量率も比較的高くなっている。

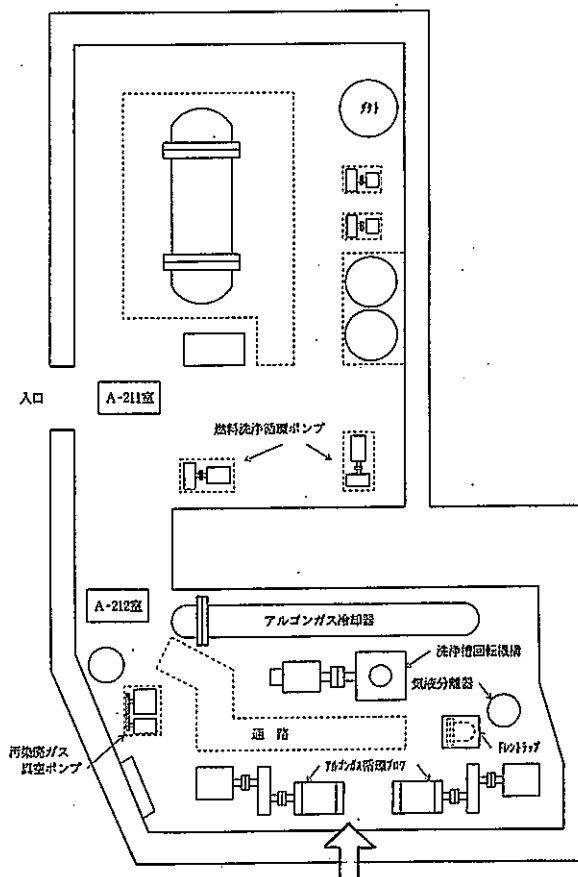
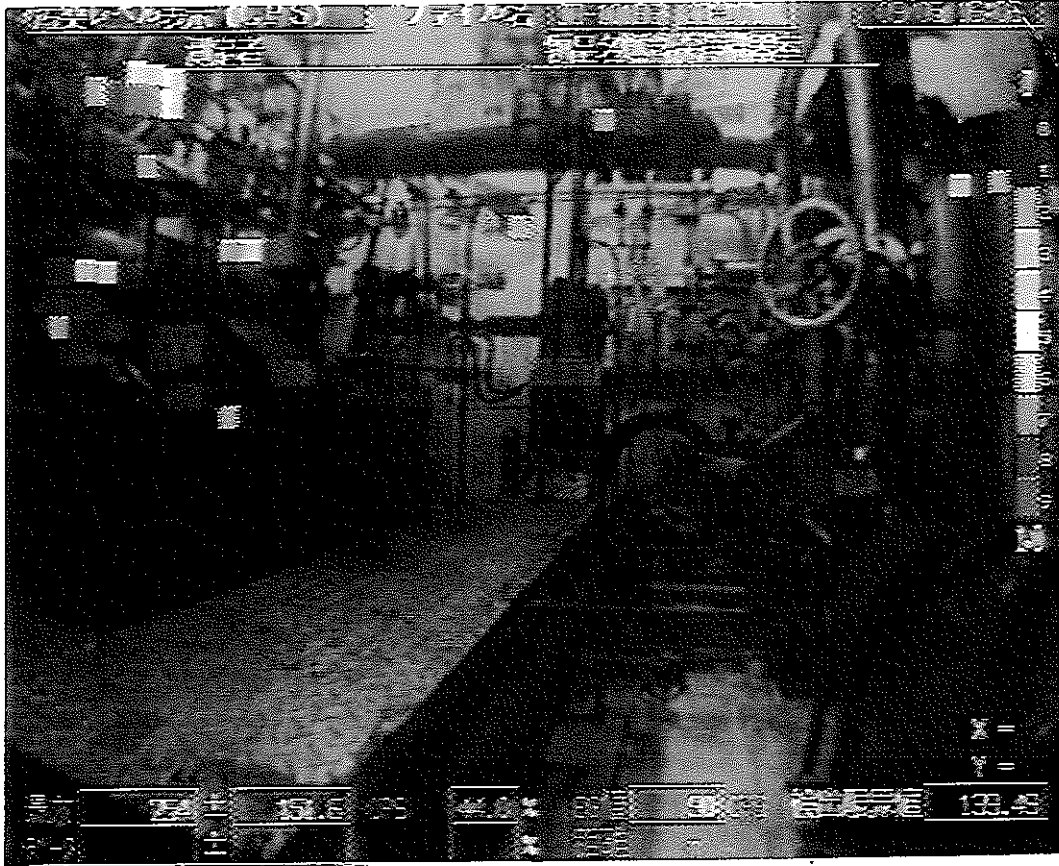


写真3.2 (1) R I D測定結果 (A-212室) 撮影方向



1991.7 撮影 Max 500mSv/h

本映像は気液分離器（正面）のものであり、特に左上のアルゴンガス系弁（赤色）の線量当量率が高くなっている。（写真2.2-①の赤色部と同じ弁である）

また、左側の脱塩水ドレン配管（青色）及び気液分離器下部の線量当量率も比較的高くなっている。（気液分離器右下のドレントラップは遮蔽材で覆われているため、線源として映っていない）。

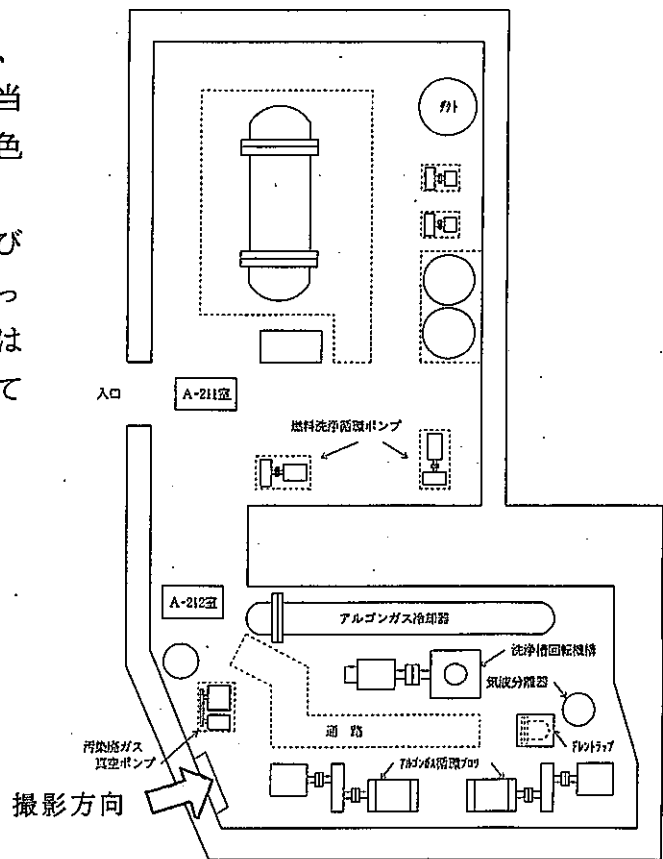


写真3.2 (2) R I D測定結果 (A-212室)



1991.7 撮影 Max 60mSv/h

本映像は燃料洗浄槽回転継手
 周辺のものであり、特に燃料洗
 浄槽遮蔽体下部（写真右上）及
 びアルゴンガス系弁（V26-747）
 （写真中央）の線量当量率が
 高くなっている。

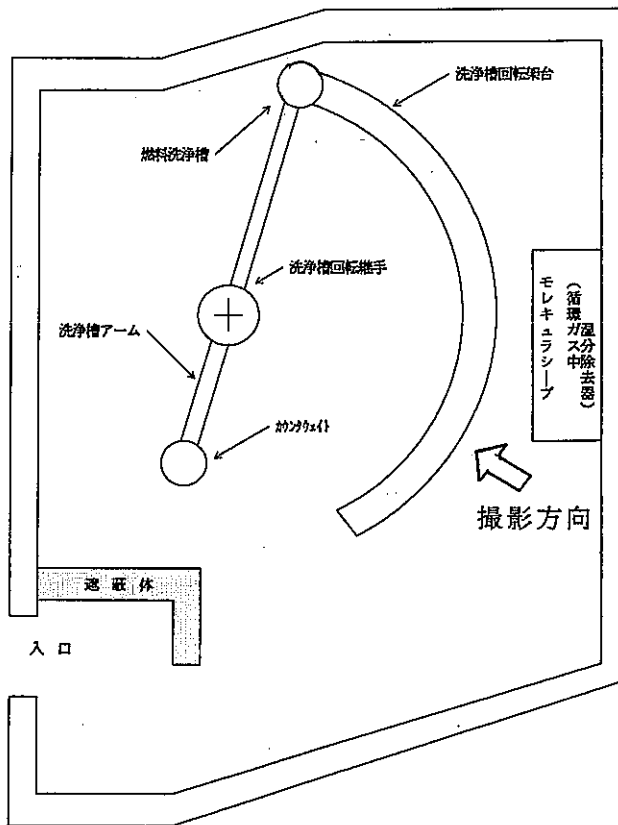
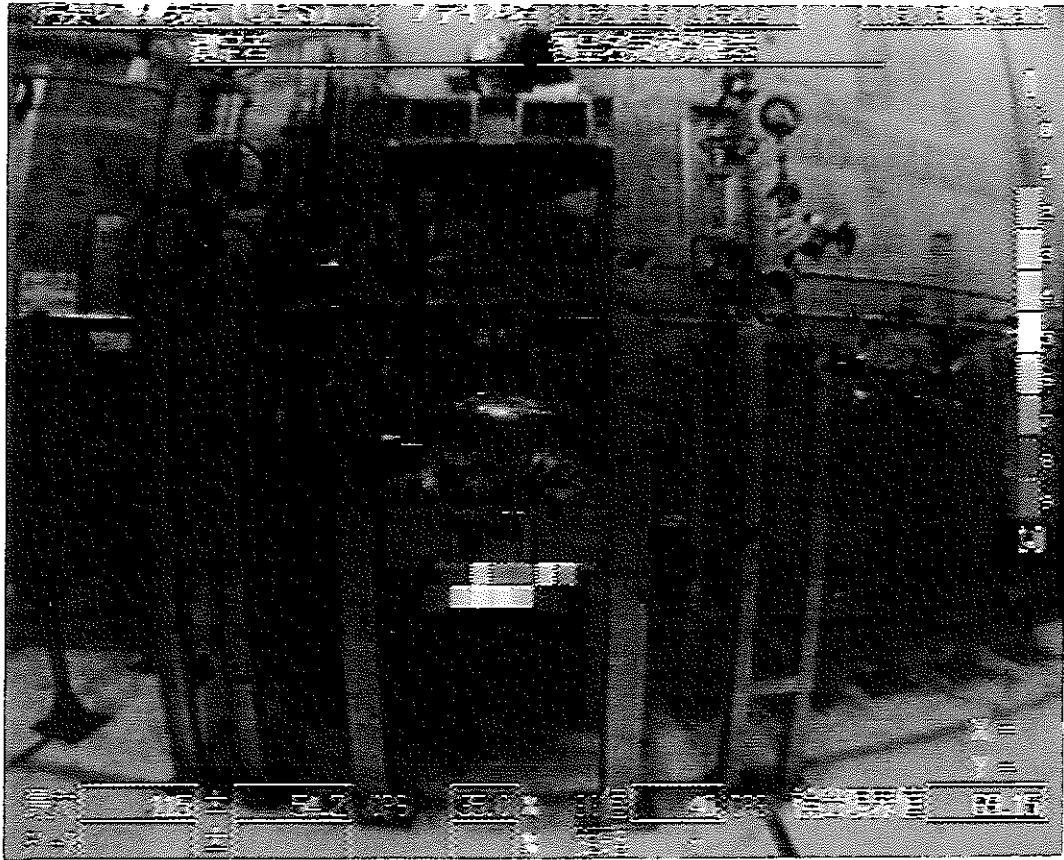


写真3.3 R I D測定結果（A-308室）



1991.7 撮影 Max 23mSv/h

本映像は気液分離器ドレン
タンク（正面）のものであり、
タンク下部（赤色）の線量当
量率が高くなっている。

（タンク内廃液中のCPが
沈降性を有するため、タンク
下部の線量当量率が高くなる）

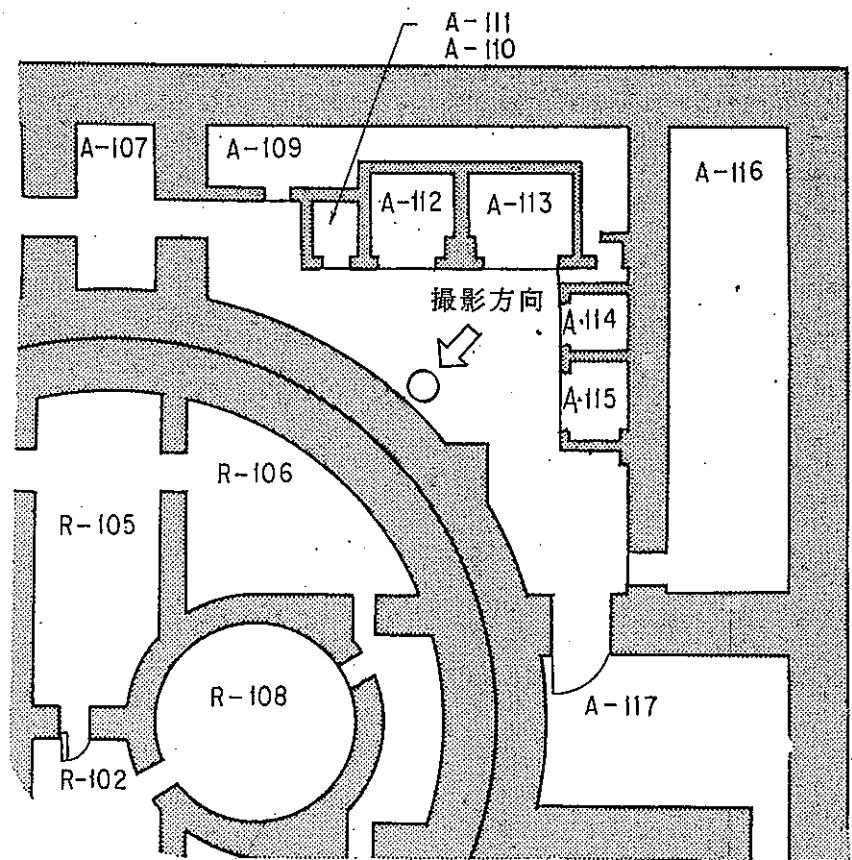


写真3.4 R I D測定結果（A-108室）

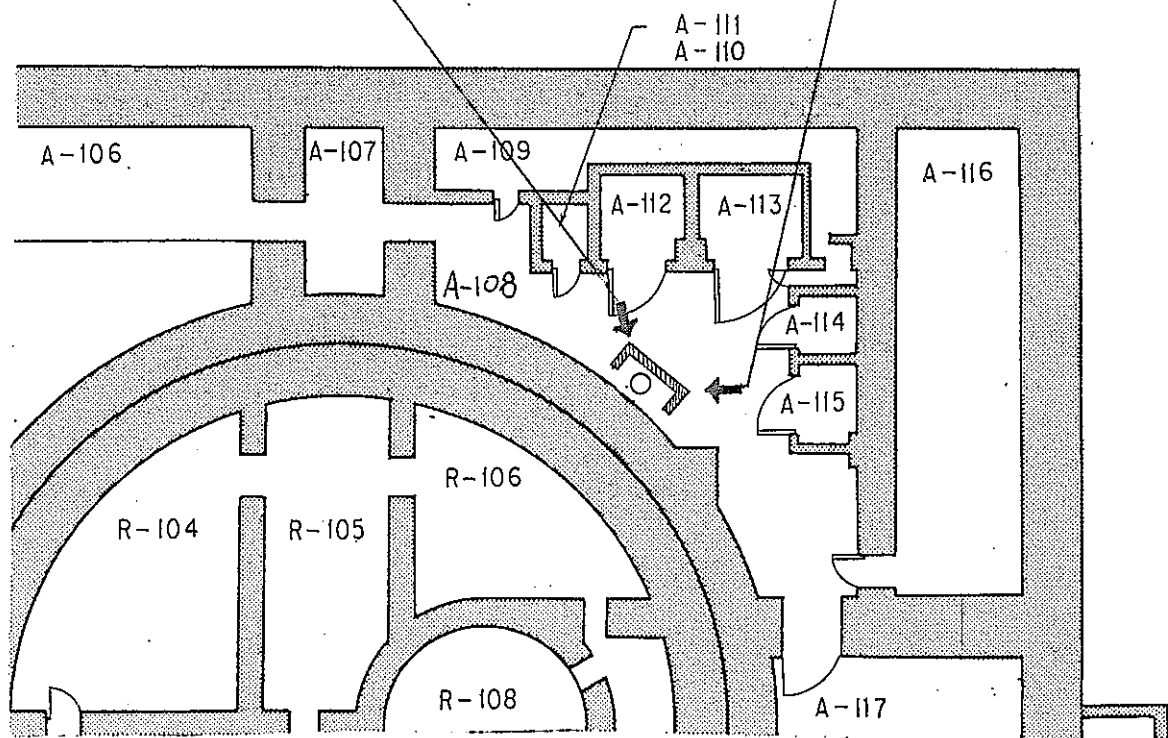
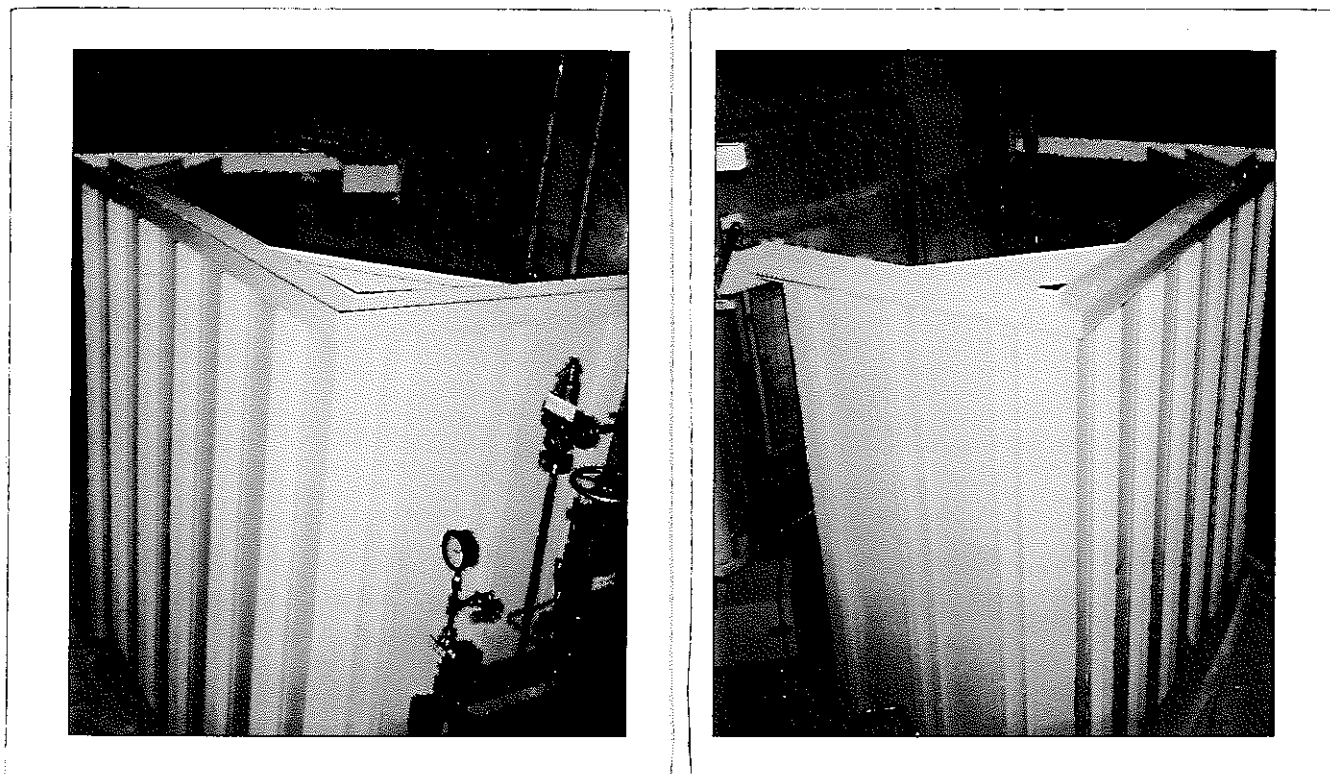
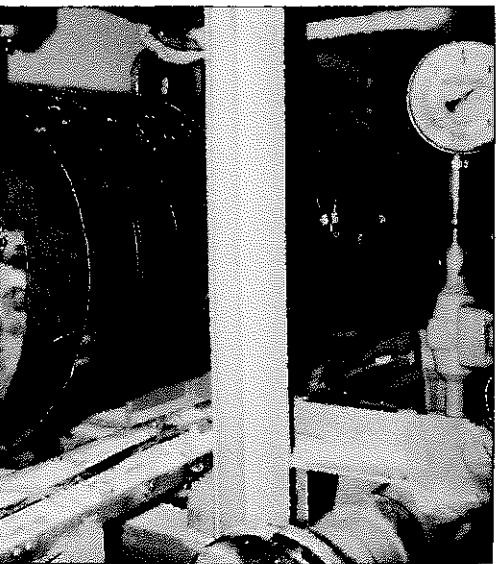
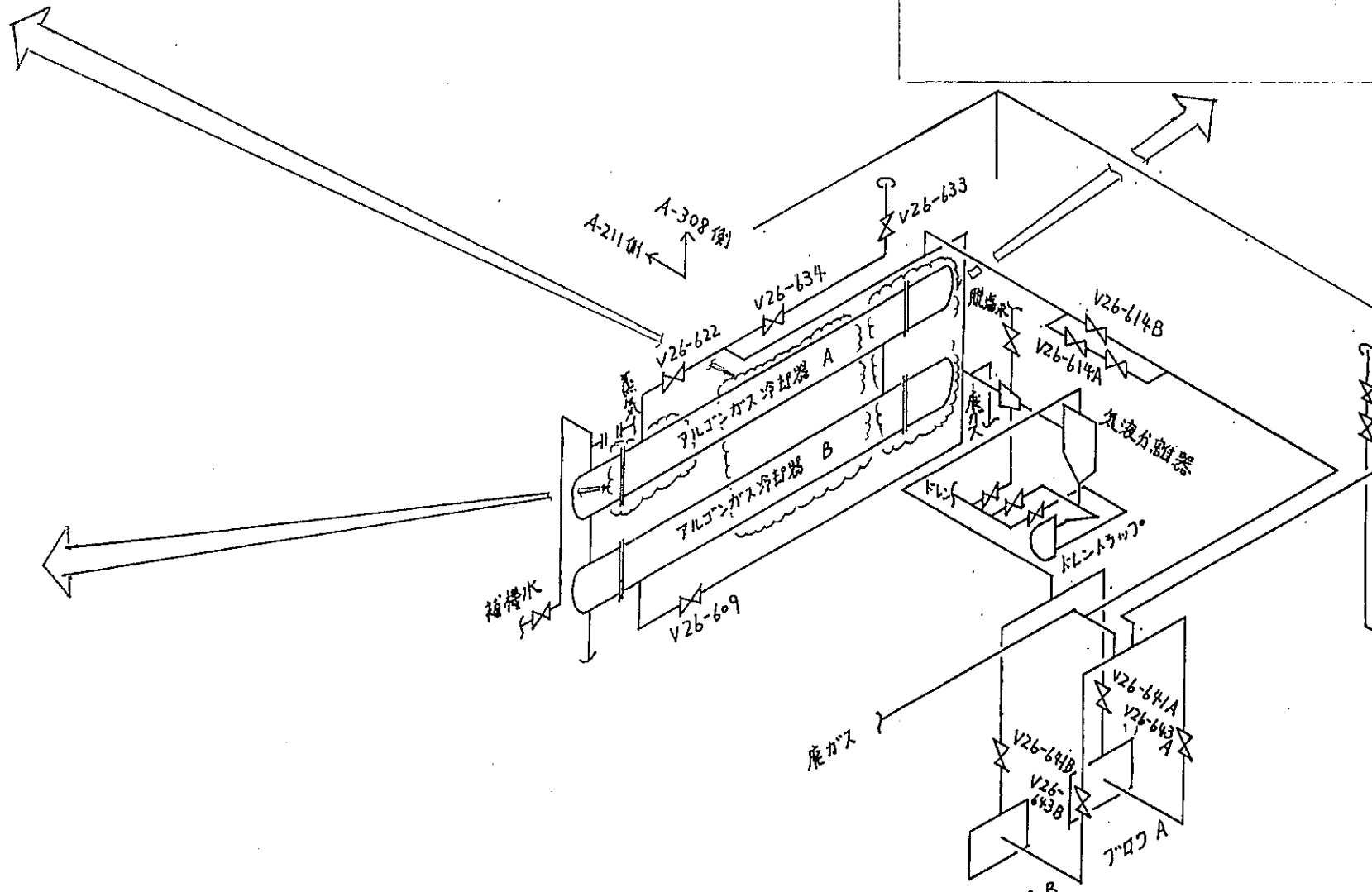
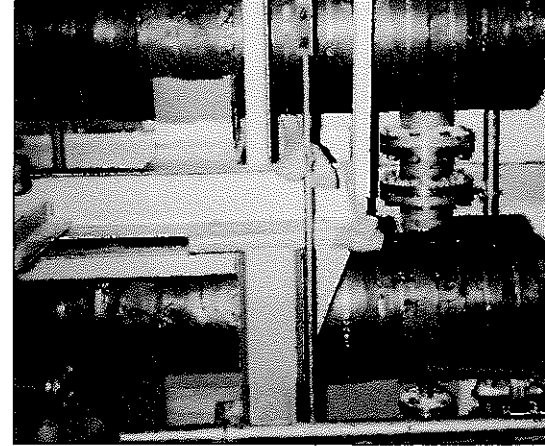
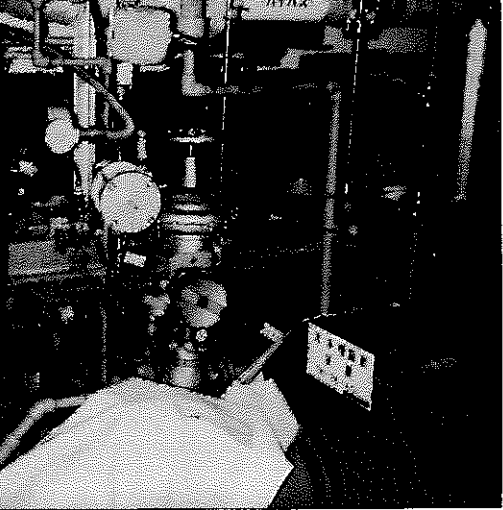
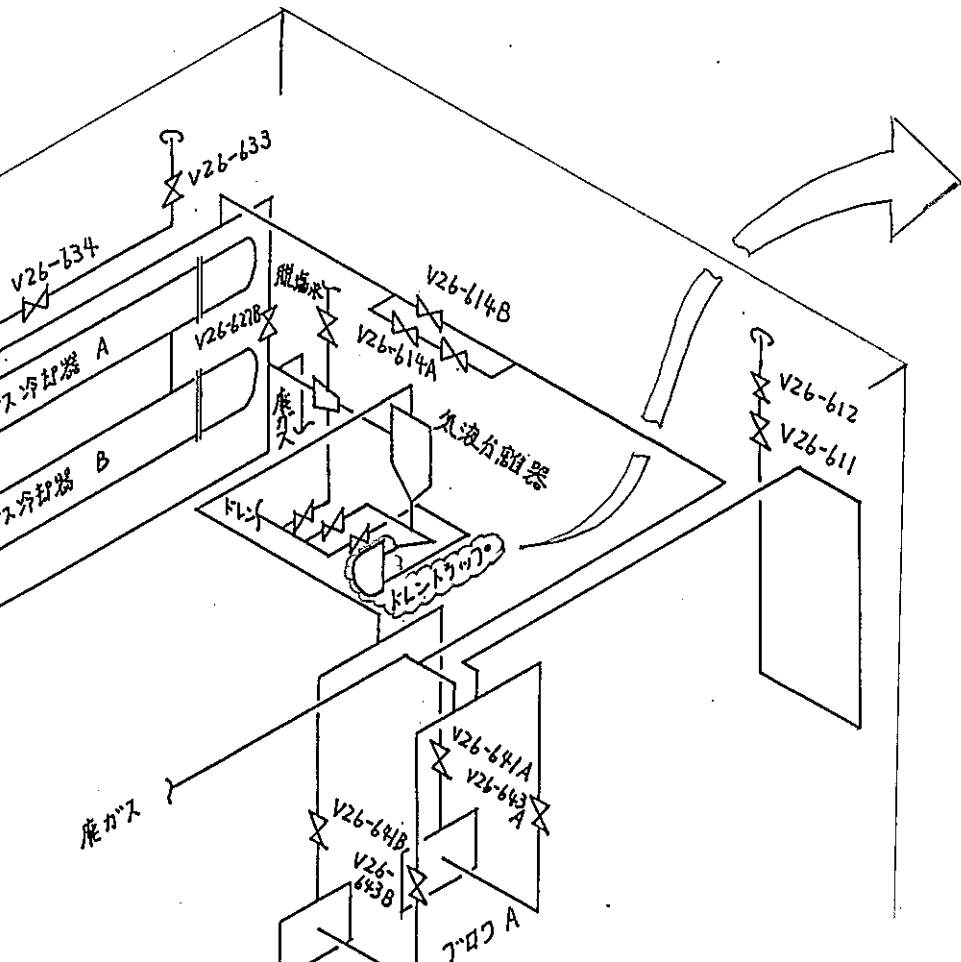
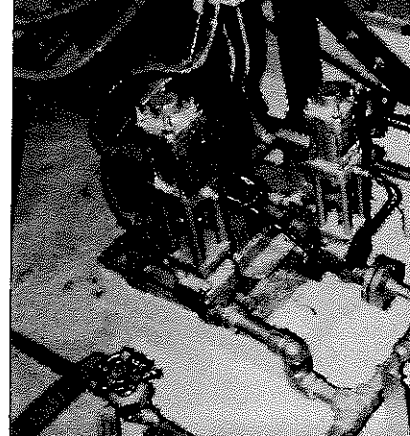
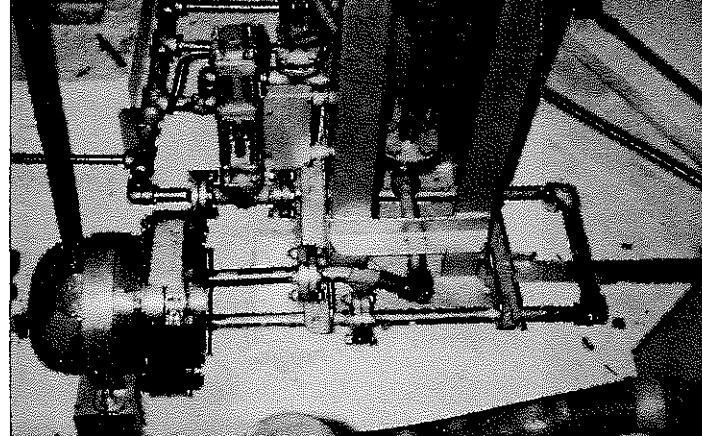
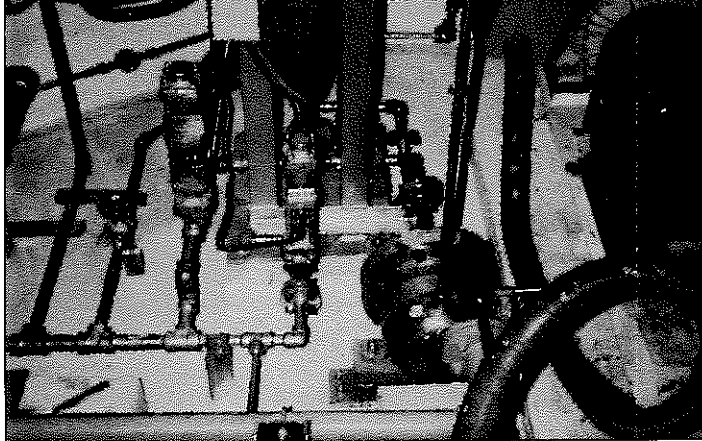


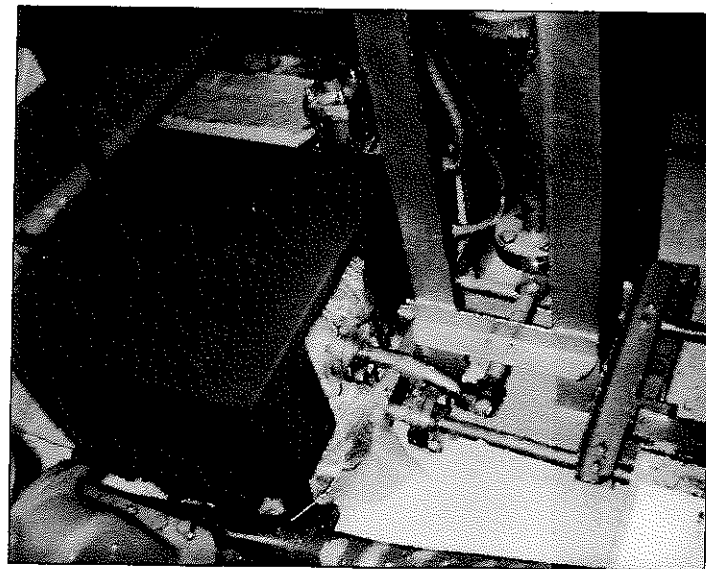
写真3.5 ドレンタンク遮蔽壁の設置状況

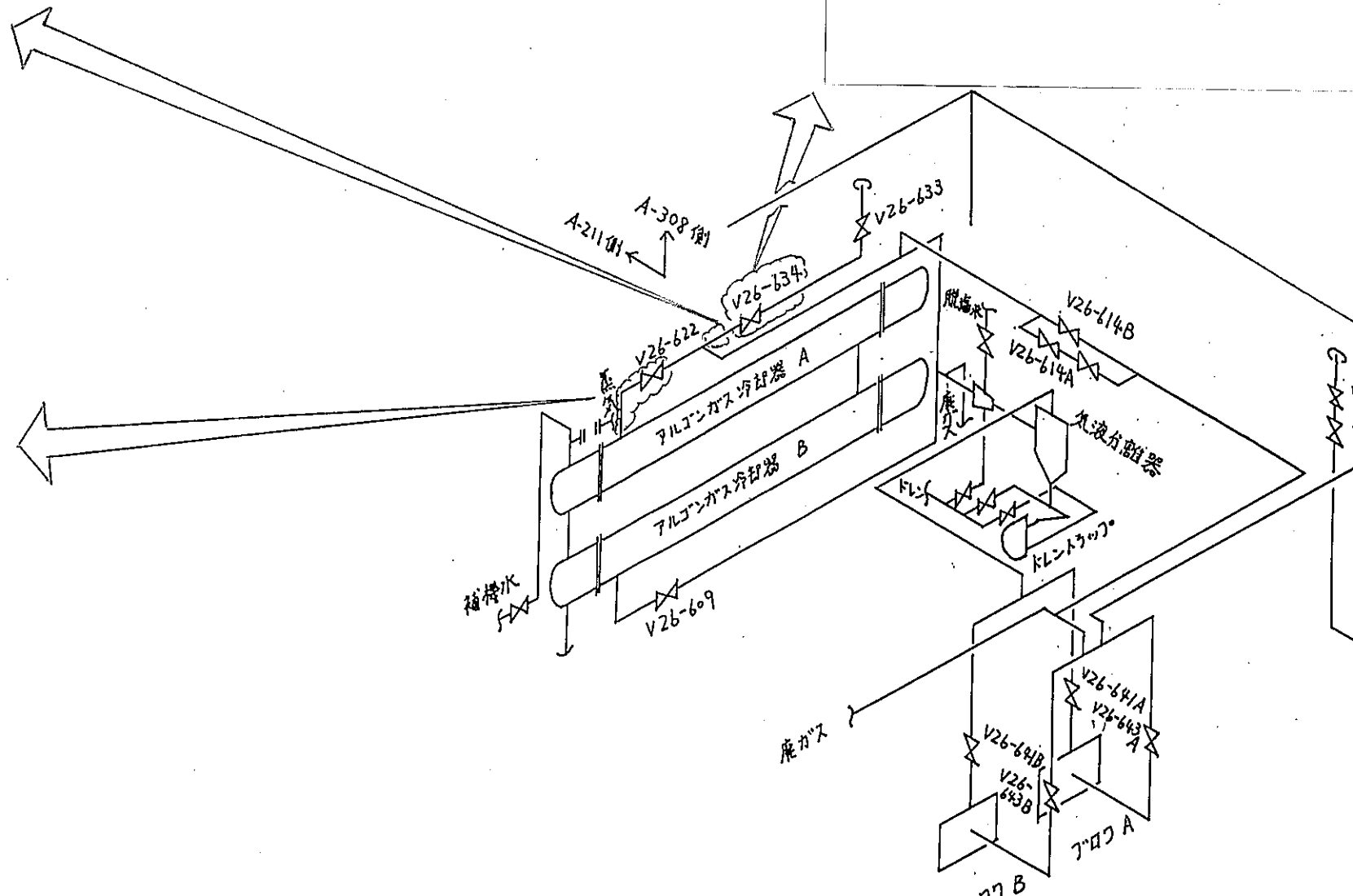
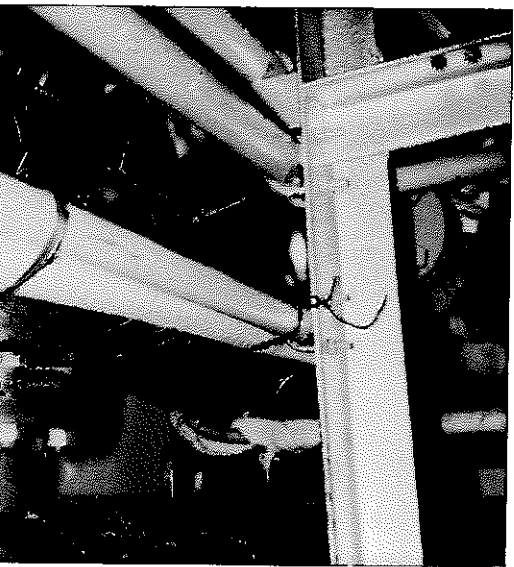
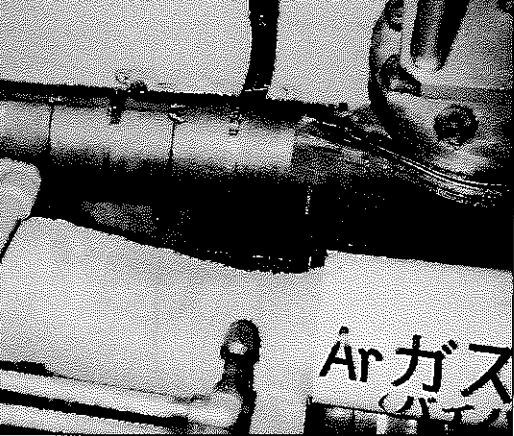


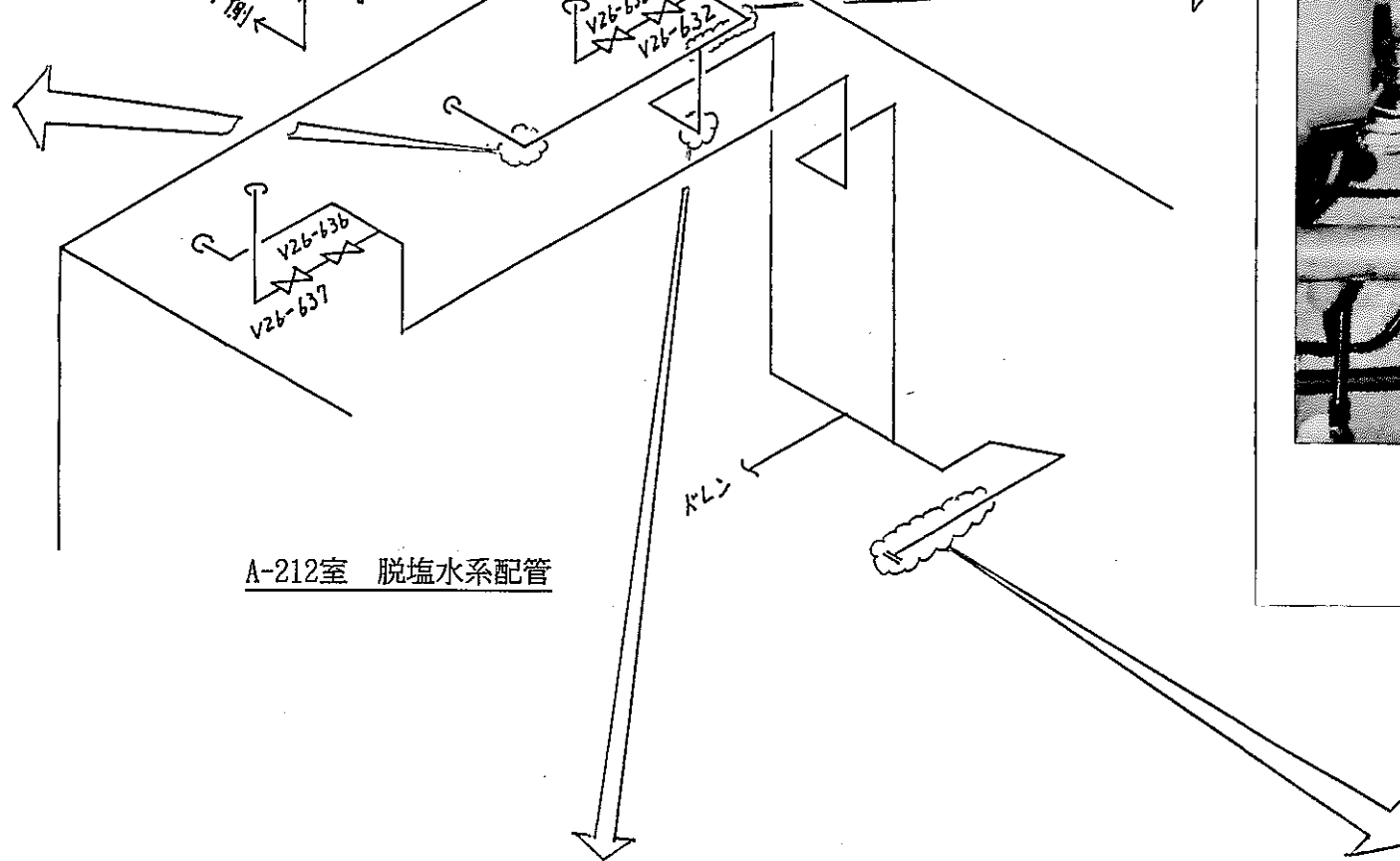
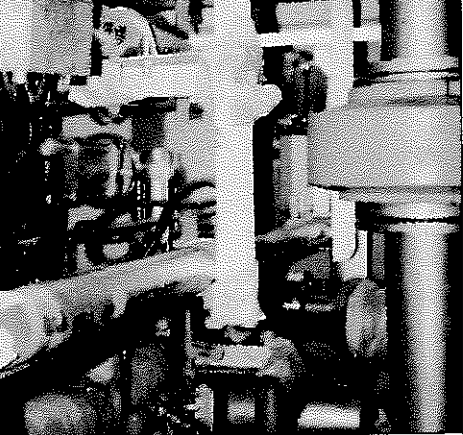


ドレンドラップ遮蔽前

ドレンドラップ遮蔽後







A-212室 脱塩水系配管

