

3号機HCU内包水サンプリング調査の結果について

※HCU：水圧制御ユニット

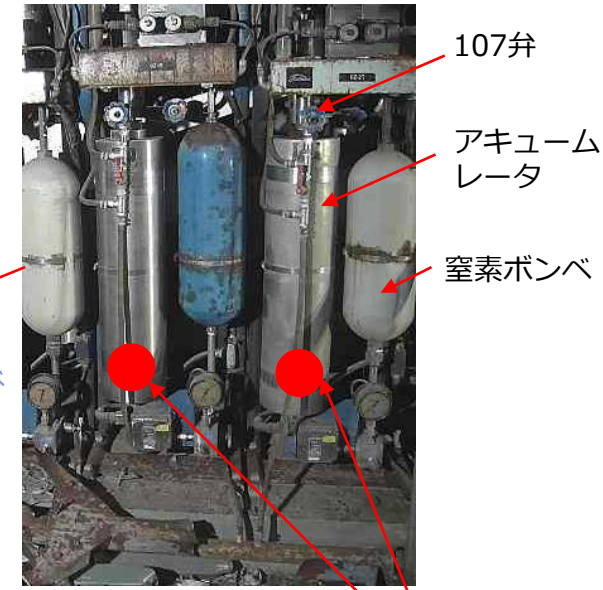
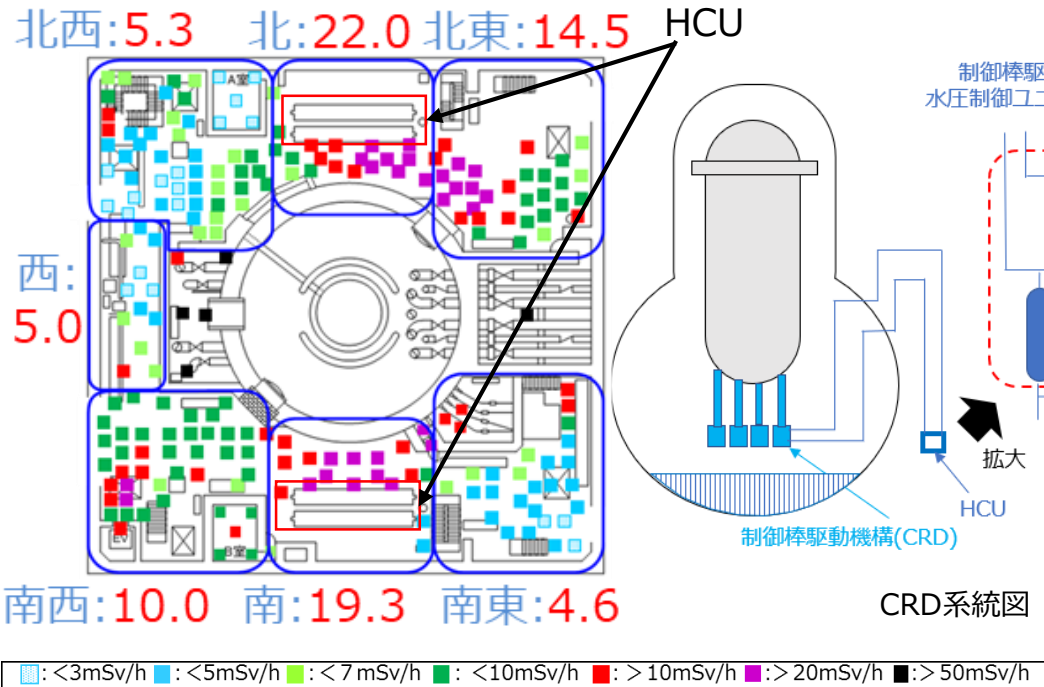
2024年9月26日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

1. HCU内包水サンプリング調査の概要

- 3号機R/B1階の北・南側の雰囲気線量は高く、線源としてHCUを確認。
 ※HCU(制御棒駆動水圧系水圧制御ユニット)は、原子炉底部に設置されているCRD(制御棒駆動機構)に、高圧水を供給・制御するもの
- 事故時において原子炉底部にあるCRDが損傷したことで、放射性物質がHCU系統に移行し、HCUが高線量化したと推定。
- HCUの線量低減方法の検討のため、内包水の分析結果が必要であり、高線量線源であるHCUの内包水サンプリング作業を、8/2~8/20にかけて実施。



HCU外観

アキュムレータ下部に線源があると推定

R/B1階雰囲気線量

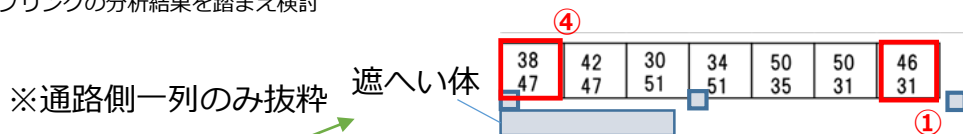
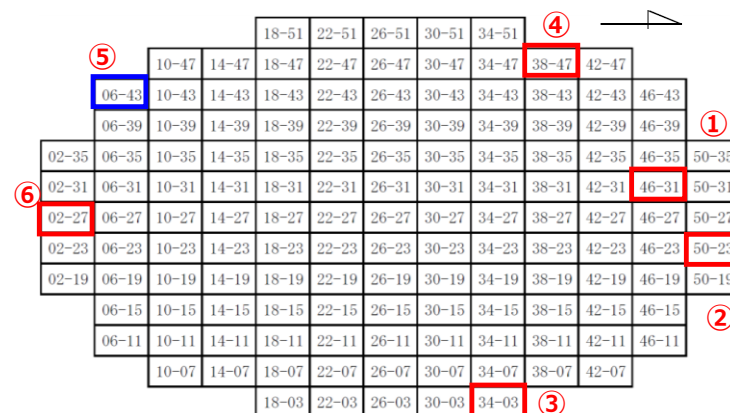
測定年：2020年

2. サンプリング対象

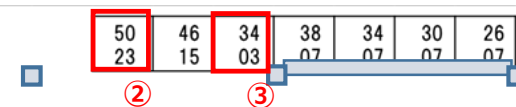
- サンプリング対象のHCUは、アクセス性・作業性・線量を考慮し、6か所（下図①～⑥）を選定・実施。
- 対象の内5か所について、サンプリング実施できたが、1か所（下図⑤）については、サンプリングに用いる既設弁の固着により実施できなかった。
- なお、HCU系統は通常時(震災前)において満水の系統であるが、今回のサンプリングで採取された内包水は少量(採取量約10～50mL)であった。

選定理由	
アクセス性	高線量環境下であることから、アクセス性を踏まえて通路側一列に限定
作業性 (取付・弁操作)	HCU正面に遮へい体が設置されているため、施工可能な場所を選定（北側一部除く）
線量 (HCUの近傍)	HCUの近傍は線量の高低が確認されていることから、内包水の傾向確認のため高い箇所と低い箇所を選定 ※南側ユニットは高線量（遮へい内側）であることから、被ばく低減のため2か所のみとする

【補足】原子炉底部の中心側とつながるHCUについては、高線量のためアクセスできない状況であり、今回の作業やサンプリングの分析結果を踏まえ検討

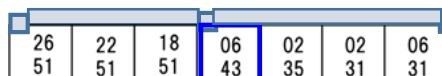


CRD口ケーション図 (原子炉底部)

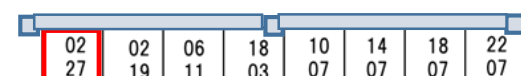


北側ユニット

南側ユニット



サンプリングできず



	①北側HCU 46-31 (2024/8/2採取)	②北側HCU 50-23 (2024/8/5採取)	③北側HCU 34-03 (2024/8/6採取)	④北側HCU 38-47 (2024/8/7採取)	⑤南側HCU 06-43 (2024/8/8採取)	⑥南側HCU 02-27 (2024/8/20採取)
採取量	約50ml	約30ml	約30ml	約20ml	-	約10ml

HCUサンプリング箇所

3. 分析項目

- 分析項目を下表に示す。水処理作業のための分析項目に加えて事故調査のための分析項目について、分析を実施。
- HCUサンプリングで得た試料は、構内ラボへの持込み線量基準(1mSv/h)を満足するため、約2~6mL^{※1}に分取を実施。

処理作業のための分析項目
Cs-134
Cs-137
Sr-90
H-3
全α
pH
導電率
Cl
Ca ^{※4}
Mg
Na
SS
TOC
油分
発泡性

事故調査のための分析項目
Co-60 ^{※3,6}
Ru-106 ^{※2,6}
Sb-125 ^{※2,6}
Eu-154 ^{※2,6}
Am-241 (γ) ^{※2,6}
I-129 (γ) ^{※2,6}
Ag-108m ^{※2,6}
Ba-133 ^{※2,6}
Ag-110m ^{※2,6}
Ce-144 ^{※2,6}
Eu-152 ^{※2,6}
Eu-155 ^{※2,6}
K-40 ^{※5,6}
K ^{※5}
B ^{※2}

- ※1 少量に小分けした試料の総量
- ※2 核燃料物質・FP等燃料デブリ由来のもの
- ※3 炉内構造物・PCV内構造物由来のもの
- ※4 コンクリート由来のもの
- ※5 事故時の海水注入によるもの
- ※6 γ核種分析について、Cs濃度が高すぎるため、他の核種の検出限界が高くなり、検出限界以下になると想定される

4. HCUの内包水サンプリング結果 (1 / 2)

測定項目	単位	①北側HCU 46-31 (2024/8/2採取)	②北側HCU 50-23 (2024/8/5採取)	③北側HCU 34-03 (2024/8/6採取)	④北側HCU 38-47 (2024/8/7採取)	⑤南側HCU 06-43 (2024/8/8採取)	⑥南側HCU 02-27 (2024/8/20採取)
Cs-134	Bq/L	1.66E+08	2.70E+08	2.66E+08	1.17E+08	採取不可 (採取に使用する 弁が固着のため)	1.38E+08
Cs-137	Bq/L	1.17E+10	1.89E+10	1.99E+10	8.30E+09		1.05E+10
Sr-90	Bq/L	2.18E+09	2.63E+09	2.52E+09	2.12E+09		2.58E+09
H-3	Bq/L	1.05E+07	8.99E+06	1.37E+07	1.08E+07		5.27E+06
全α	Bq/L	2.17E+03	1.24E+03	3.10E+03	2.91E+05		7.08E+03
pH※	—	5.6	6.3	6.5	5.5		7.4
導電率※	μS/cm	110	38	42	63		50
Cl	mg/L	2700	4500	4900	3000		2200
Ca	mg/L	22	<50	<50	29		<20
Mg	mg/L	130	260	310	170		110
Na	mg/L	1300	2400	2700	1400		1200
SS	mg/L	250	<500	<500	960		<200
TOC	mg/L	14	55	<50	28		38
油分	mg/L	<30	<150	<150	<60	<60	
発泡性※	—	なし	なし	なし	なし	なし	

(補足)

※については、分析時に実施した精製水による希釈(100~500倍)の影響あり。

5. HCUの内包水サンプリング結果 (2 / 2)

測定項目	単位	①北側HCU 46-31 (2024/8/2採取)	②北側HCU 50-23 (2024/8/5採取)	③北側HCU 34-03 (2024/8/6採取)	④北側HCU 38-47 (2024/8/7採取)	⑤南側HCU 06-43 (2024/8/8採取)	⑥南側HCU 02-27 (2024/8/20採取)
Co-60	Bq/L	<2.34E+06	<3.23E+06	<3.57E+06	<1.45E+06	採取不可 (採取に使用する弁が固着のため)	<1.42E+06
Ru-106	Bq/L	<1.10E+08	<1.38E+08	<1.43E+08	<5.72E+07		<6.65E+07
Sb-125	Bq/L	<7.90E+07	<9.65E+07	<1.01E+08	<4.01E+07		<4.25E+07
Eu-154	Bq/L	<7.23E+06	<9.41E+06	<9.41E+06	<3.76E+06		<3.76E+06
Am-241 (γ)	Bq/L	<1.16E+07	<1.34E+07	<1.38E+07	<6.01E+06		<7.09E+06
I-129 (γ)	Bq/L	2.16E+03	8.93E+03	8.38E+03	5.20E+03		1.07E+04
Ag-108m	Bq/L	<2.58E+07	<3.38E+07	<3.30E+07	<1.36E+07		<2.56E+07
Ba-133	Bq/L	<2.91E+07	<3.65E+07	<3.70E+07	<1.61E+07		<1.58E+07
Ag-110m	Bq/L	<1.20E+07	<1.39E+07	<1.44E+07	<5.93E+06		<6.86E+06
Ce-144	Bq/L	<6.18E+07	<8.55E+07	<8.08E+07	<3.32E+07		<3.68E+07
Eu-152	Bq/L	<7.16E+07	<9.11E+07	<9.16E+07	<3.82E+07		<4.28E+07
Eu-155	Bq/L	<1.92E+07	<1.84E+07	<1.72E+07	<7.63E+06		<1.12E+07
K-40	Bq/L	<3.42E+07	<3.15E+07	<2.49E+07	<1.02E+07		<1.15E+07
K	mg/L	48	74	82	43		39
B	mg/L	260	440	430	210	260	

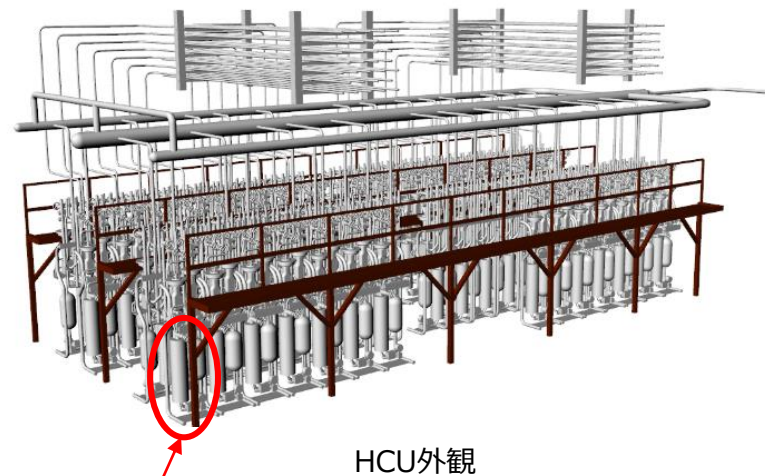
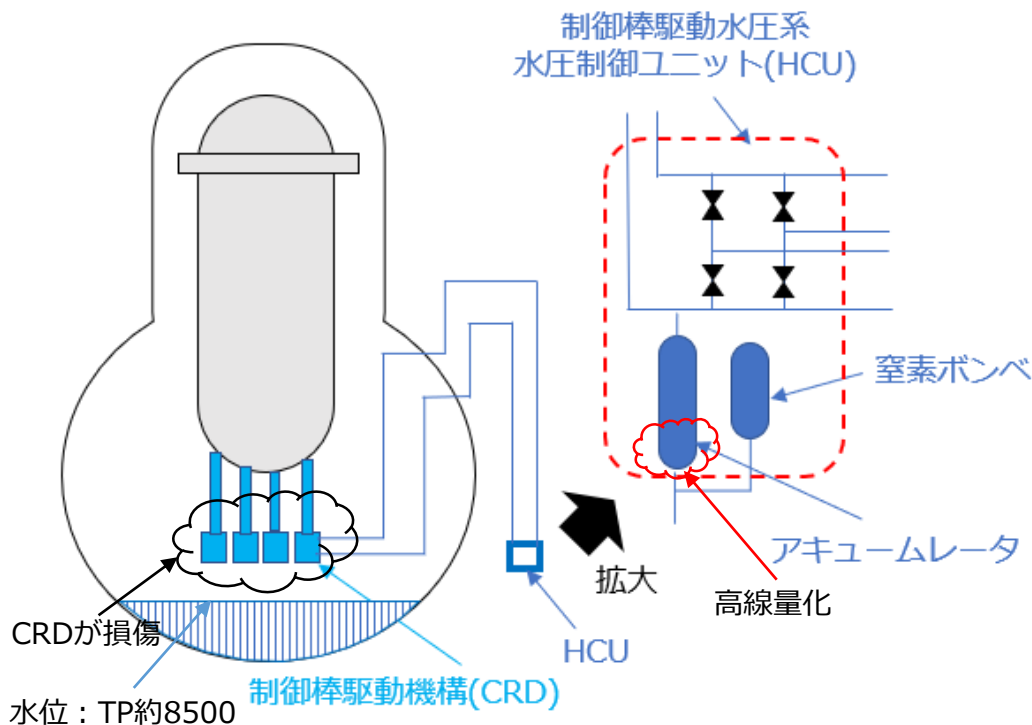
(補足)

Cs濃度が高いため、他の核種の検出限界が高くなり、検出限界以下になったと考えられる。

- HCU内包水のサンプリング結果は、Cs-137濃度が10乗[Bq/L]オーダー、H-3濃度が7乗[Bq/L]オーダーであり、過去に実施した1号機RCW熱交換器内包水と同程度の濃度。
- 今回の結果を踏まえ、デブリ取り出しに向けたHCUの線量低減および撤去方法等について検討していく。
- また、HCUおよびCRD系統は広範囲であるから、追加のサンプリングの要否については、上記の検討や事故調査の必要性に応じ計画する。
- なお、サンプリング結果については、1 Fの事故調査にも活用していく。

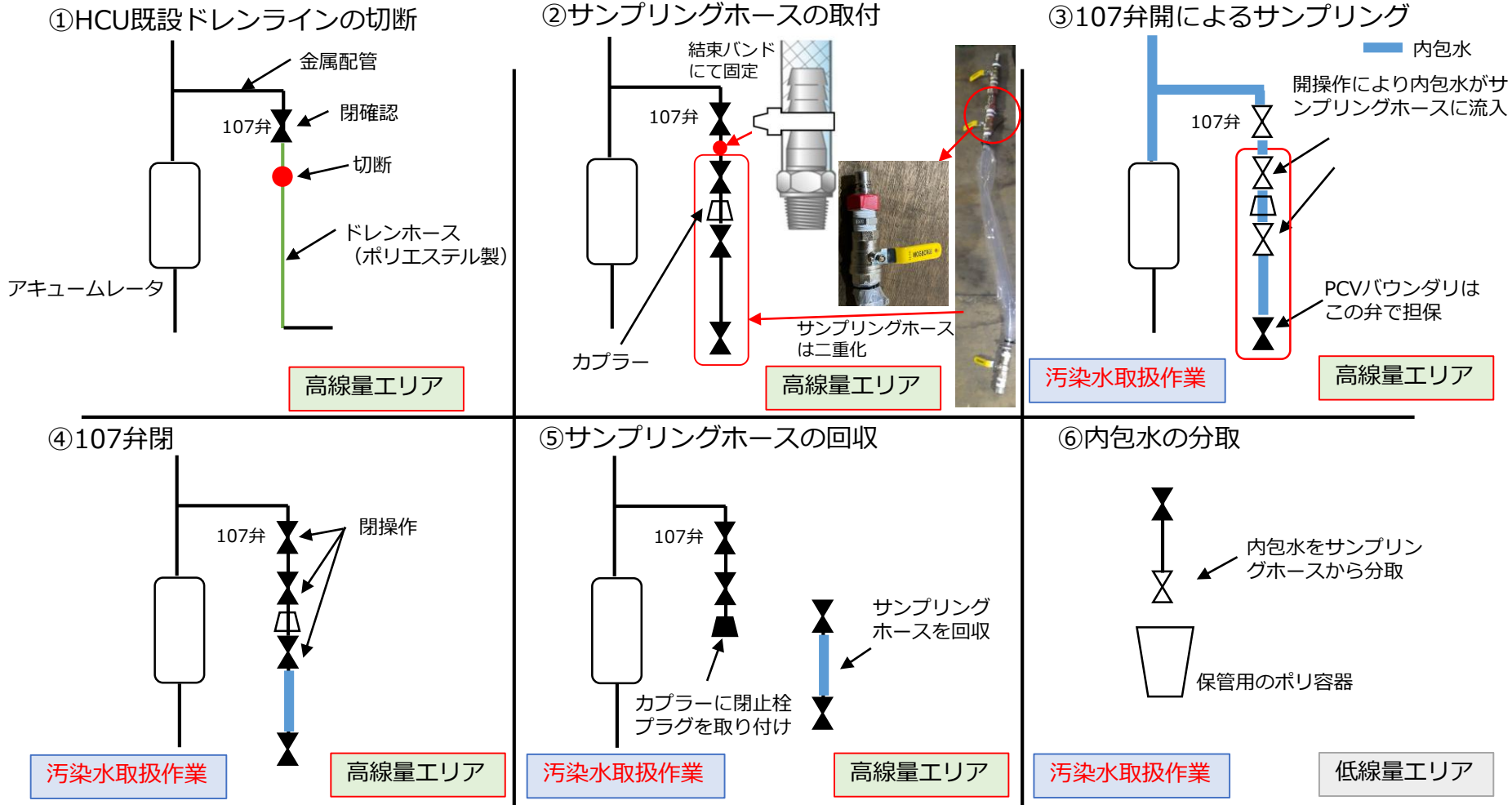
- HCUは、CRを炉心内に挿入したり引抜したりするため、CRDに駆動水等を送る装置。また、非常時にCRを高圧水で緊急挿入（スクラム）させるための窒素ポンベが付いている。
- HCUはR/B1階の北・南側のそれぞれに4列設置されており、アキュムレータと窒素ポンベの組が、北・南側合わせて計137体あり。
- 事故時に、原子炉底部にあるCRDが損傷し、放射性物質がHCU系統に移行したことで、HCUが高線量化したと推定。

※CR：制御棒

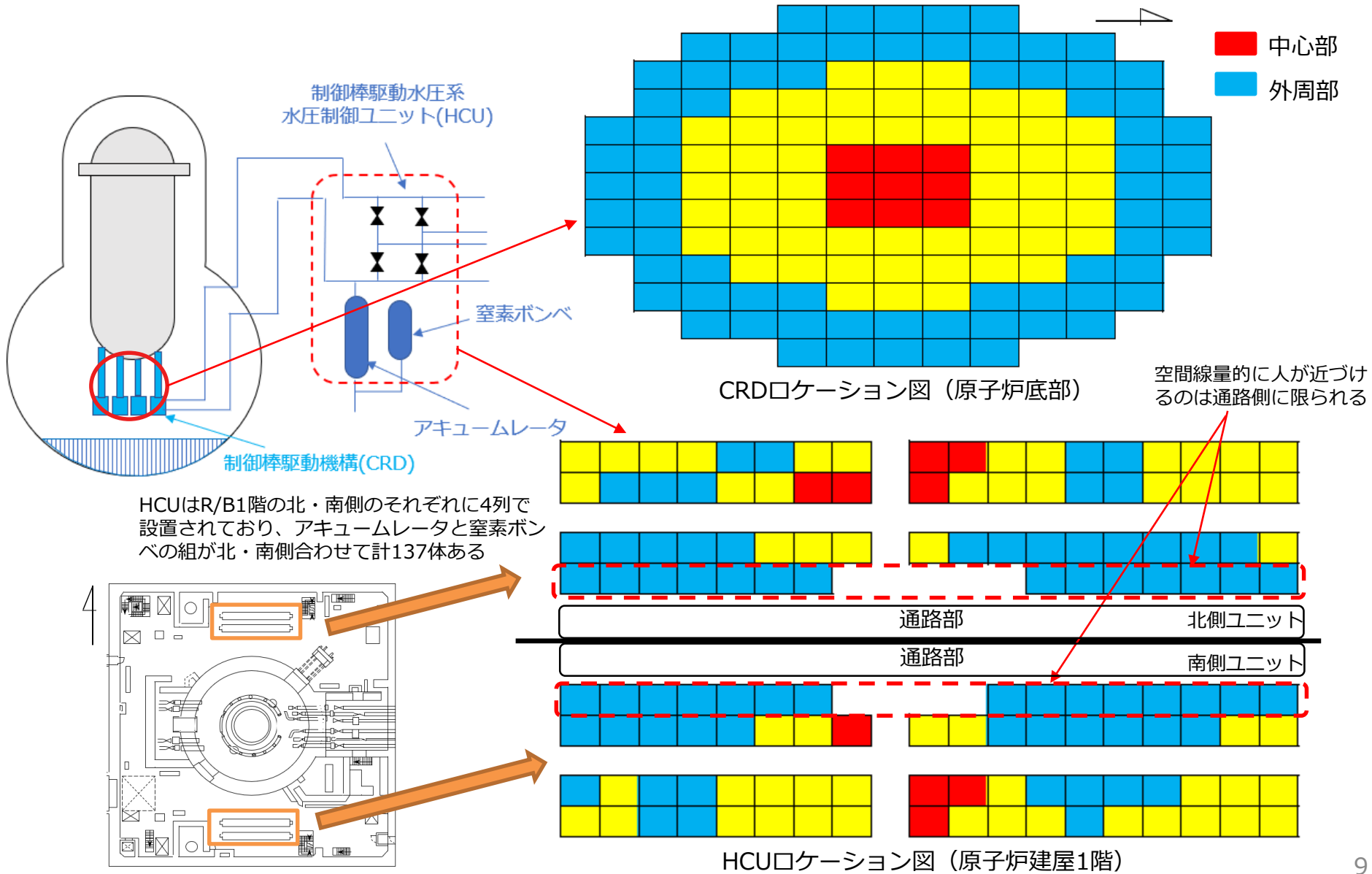


HCU外観
アキュムレータと窒素ポンベの組が北・南側で合わせて137体ある

- HCUは、RPV/PCVと連通していることから、事故時の放射性物質を含んだ系統水が滞留していると推定。
- HCU既設ドレン弁（107弁）と新たに取り付ける弁を利用して、PCVバウンダリを維持しながらサンプリング（最大200ml/1か所）を実施。



- 高線量環境下であることから、①～③/④～⑤をそれぞれ約2分で実施。（M/Uにて確認済）
- 作業監視は遠隔カメラにて実施。
- ⑥内包水の分取作業は低線量エリアで実施。



1号機RCW熱交換器(C)下部 Cs-137, H-3, 全α濃度

測定項目	濃度 (Bq/L)	採取日
Cs-137	3.20E+10	2023/6/29
H-3	6.96E+07	2023/6/29
全α	1.74E+03	2023/6/29