

安全保護系検出器に係る溢水影響評価及び内部火災影響評価について

令和 2 年 11 月 13 日
日本原子力研究開発機構
原子力科学研究所

1. 経緯

令和 2 年 9 月 29 日の審査の進め方に関する面談を受け、安全・核セキュリティ統括部を通じ設工認申請漏れ防止対策について説明するよう指示があったため、改めて設工認申請漏れがないことの確認を行ったところ、設工認その 1 3 で申請した溢水影響評価及び内部火災影響評価に関する申請書中に安全保護系検出器に係る評価が抜けていることが判明した。このため、以降に示す安全保護系検出器に係る溢水影響評価及び内部火災影響評価を、補正にて設工認その 1 3 の該当する編の申請書に追記する。

2. 安全保護系に関する溢水防護、火災防護の基本方針

JRR-3 においては、内部溢水発生時や内部火災発生時は事象確認後、当該事象が施設の安全性に影響を及ぼすおそれのある場合には原子炉を停止するとしている。また、安全保護回路はその信頼性を確保するため、フェールセーフの設計と 1 out of 2 のロジックにより構成されている。

上記の方針及び設計を踏まえ、JRR-3 では安全保護回路のうち原子炉の運転状態の異常を検知し、原子炉を停止させる回路を内部溢水及び内部火災の防護対象としている。防護対象となる安全保護回路の整理フローを図 1 に、整理結果を表 1 に示す。

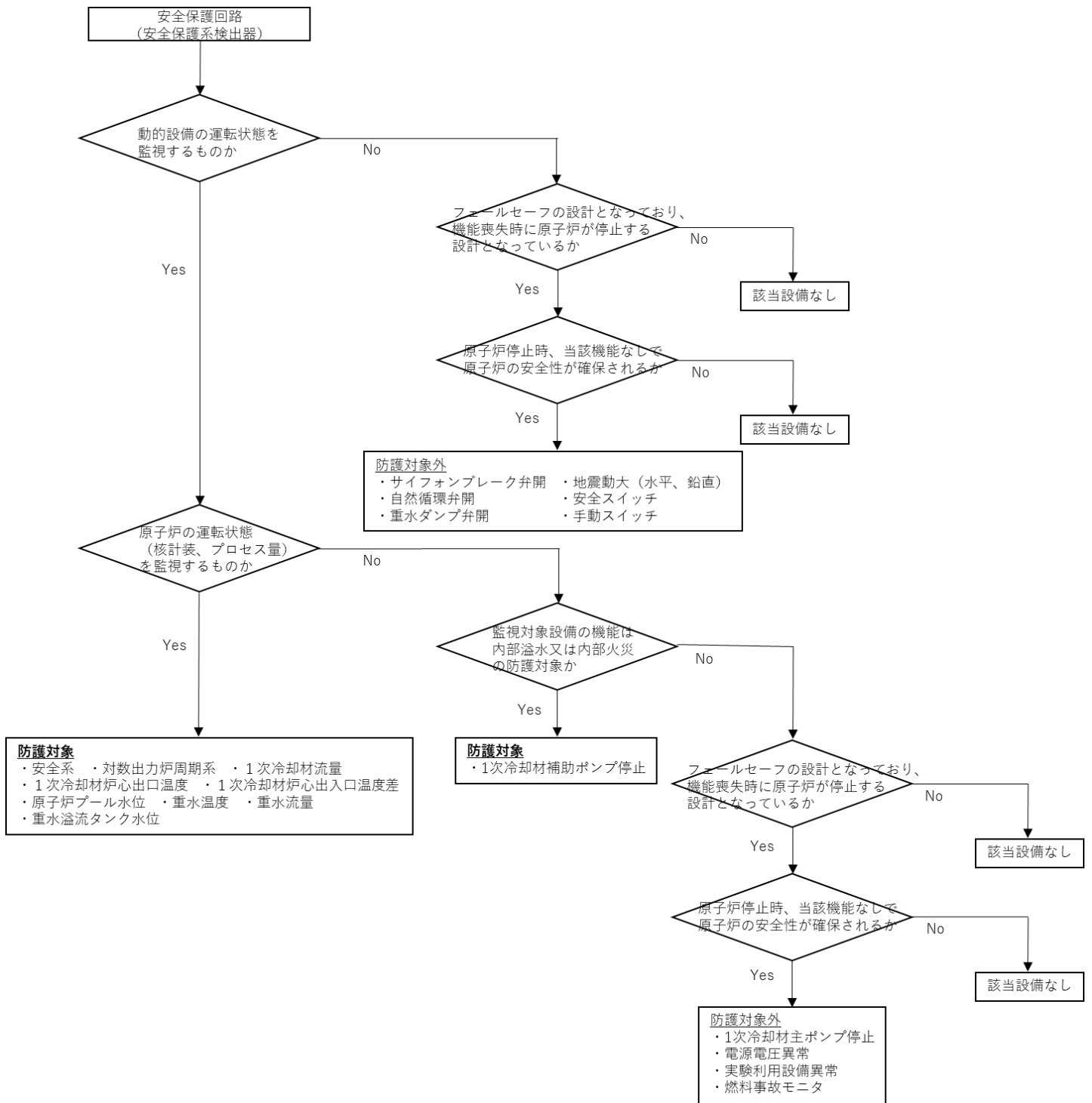


図1 安全保護系検出器の溢水、火災防護対象選定フロー

表1 防護対象となる安全保護回路の整理結果

対象回路	設備概要と防護の必要性について	防護の要否
安全系	原子炉の出力や臨界状態を監視する設備のため、原子炉停止後の崩壊熱除去完了まで防護する必要がある。 1次冷却系のプロセス量を監視するための設備のため、防護する必要がある。 なお、1次冷却材流量及び1次冷却材炉心出口温度は原子炉停止後の崩壊熱除去完了まで防護する必要がある。	○
対数出力炉周期系		○
1次冷却材流量		○
1次冷却材炉心出口温度		○
1次冷却材炉心出入口温度差(1次冷却材炉心入口温度)		○
原子炉プール水位	炉心の冠水状態を監視し、原子炉プール水位低下時にはサイフォンブレイク弁を開とするための設備であるため、内部溢水発生時には防護する必要がある。 なお、内部火災発生時には原子炉プール水位が低下する事象は起こらないため、防護対象外となる。	(溢水) ○ (火災) ×
サイフォンブレイク弁開	当該回路はサイフォンブレイク弁が開となった場合に原子炉をスクラムさせる回路であるが、フェールセーフの設計となっており、信号喪失時には原子炉は停止し、その後の状態監視は防護対象設備により達成される。	×
1次冷却材主ポンプ停止	1次冷却材主ポンプの運転状態を監視し、1次冷却材主ポンプ停止時に原子炉をスクラムさせる回路であるが、1次冷却材主ポンプの動的な機能は内部溢水及び内部火災の防護対象にはされていないため、当該回路についても防護する必要はない。 なお、当該回路が信号喪失した場合には原子炉は停止し、その後の状態監視は防護対象設備により達成される。	×
1次冷却材補助ポンプ停止	1次冷却材補助ポンプの運転状態を監視する設備のため、原子炉停止後の崩壊熱除去完了まで防護する必要がある。	○
重水温度	重水冷却系のプロセス量を監視するための設備のため、原子炉停止まで防護する必要がある。	○
重水流量		○
重水溢流タンク水位		○
自然循環弁開	当該回路は自然循環弁が開となった場合に原子炉をスクラムさせる回路であるが、フェールセーフの設計となっており、信号喪失時には原子炉は停止し、その後の状態監視は防護対象設備により達成される。	×

対象回路	設備概要と防護の必要性について	防護の 要否
重水ダンプ弁開	当該回路は重水ダンプ弁が開となった場合に原子炉をスクラムさせる回路であるが、フェールセーフの設計となっており、信号喪失時には原子炉は停止し、その後の状態監視は防護対象設備により達成される。	×
電源電圧異常	当該回路は JRR-3 原子炉施設の商用電源喪失時に原子炉をスクラムさせる回路であるが、フェールセーフの設計となっており、信号喪失時には原子炉は停止し、その後の状態監視は防護対象設備により達成される。	×
地震動大（水平、鉛直）	当該回路は設定値（水平 80gal、鉛直 40gal）以上の地震による加速度を感知した場合に原子炉をスクラムさせる回路であるが、フェールセーフの設計となっており、信号喪失時には原子炉は停止し、その後の状態監視は防護対象設備により達成される。	×
実験利用設備異常	当該スクラム信号は実験利用設備の運転状態を監視するものであるが、スクラムの目的は実験利用設備の設備保護（資産保護）のためであり、当該機能を喪失したとしても原子炉の安全性を損なうことはない。	×
安全スイッチ	当該スイッチは原子炉建家内から原子炉を停止させるためのスイッチであり、当該機能を喪失したとしても施設の安全性を損なうことはない。	×
手動スクラム	当該スイッチは中央制御室に設置されたものであるが、中央制御室には溢水源がなく、他の区画から原子炉の安全性に影響を及ぼすおそれのある溢水が流入するような場合は、手動にて原子炉を停止することができる。 同様に中央制御室内で火災が発生した場合でも、中央制御室外原子炉停止盤等により原子炉を停止することができる。	×
燃料事故モニタ	当該回路は炉心の燃料が損傷し、環境中へ放射性物質が放出されるおそれのある場合に原子炉を停止させ、更に設計基準で想定した放射性物質が放出されるおそれのある事故が発生した場合に非常用排気設備を起動させるものである。 内部火災又は内部溢水発生時には炉心の燃料が損傷することがないため、非常用排気設備は防護対象設備とされていないことから当該回路についても防護対象外である。	×

3. 安全保護系検出器に係る溢水影響評価

内部溢水影響評価に当たっては、地震により発生する溢水と単一の機器破損により発生する溢水の2通りを想定することになっているが、安全保護系検出器については耐震 B クラスで設計されているため、溢水想定としては単一の機器破損による溢水のみを想定する。

防護対象となる安全保護系検出器の溢水影響評価は、表2のとおりであり、単一の機器破損による内部溢水に対し、施設の安全性を損なわないことを確認した。

表2 防護対象となる安全保護系検出器に係る内部溢水影響評価

対象回路	検出器仕様	検出器設置場所	溢水影響評価	
			機能喪失の有無	安全性への影響等
安全系	CIC 検出器	原子炉プール内	無	原子炉プール内の核計装案内管内に設置されており、溢水の影響を受けることはない。
対数出力炉周期系	CIC 検出器	原子炉プール内	無	
1次冷却材流量	差圧伝送器	原子炉建家地階(重水区画)	無	防水構造 (JIS C 0920、NEMA4 相当) のため、溢水の影響を受けることはない。
1次冷却材炉心出口温度	測温抵抗体	原子炉建家地階(カナル下)	無	<u>密閉された</u> 金属製の保護管に収められた構造のため、溢水の影響を受けることはない。(図4に外形図を示す)。
1次冷却材炉心出入口温度差(1次冷却材炉心入口温度)	測温抵抗体	カナルプール内	無	<u>カナルプール内に設置されているため、溢水の影響を受けることはない。</u>
原子炉プール水位	差圧伝送器	原子炉建家1階	無	防水構造 (JIS C 0920、NEMA4 相当) のため、溢水の影響を受けることはない。
1次冷却材補助ポンプ停止	接点リレー	原子炉建家地階(8区画)	無	1次冷却材補助ポンプ電源盤に設置されているため、1次冷却材補助ポンプ電源盤被水対策設備(設工認その7)により防護される。
重水温度	測温抵抗体	原子炉建家地階(重水区画)	無	<u>密閉された</u> 金属製の保護管に収められた構造のため、溢水の影響を受けることはない。(図4に外形図を示す)。
重水流量	差圧伝送器	原子炉建家地階(重水区画)	無	防水構造 (JIS C 0920、NEMA4 相当) のため、溢水の影響を受けることはない。
重水溢流タンク水位	差圧伝送器	原子炉建家地階(重水区画)	無	防水構造 (JIS C 0920、NEMA4 相当) のため、溢水の影響を受けることはない。

4. 安全保護系検出器に係る火災影響評価

防護対象となる安全保護系検出器については、設置場所がプール内、原子炉建家地階であり（図 2 及び図 3 に設置場所を示す。）、運転員以外の人々の立入が出来ない又は制限されている区画である。また、周囲の状況から発火源となりうる物も近接して設けられていないため、当該機器に接続する信号ケーブルの火災を想定する。なお、安全保護系検出器に接続されているケーブルは全て難燃性のものを設置当初より使用している。

防護対象となる安全保護系検出器の火災影響評価は、表 3 のとおりであり、当該機器を発火源とする火災に対し、施設の安全性を損なわないことを確認した。

表 3 防護対象となる安全保護系検出器に係る内部火災影響評価

対象回路	検出器仕様	検出器設置場所	火災影響評価	
			機能喪失の有無	安全性への影響等
安全系	CIC 検出器	原子炉プール内	無	2 系統独立に設置されているため、 <u>当該機器を発火源とする</u> 火災により 1 系統が損傷したとしてももう一方の系統により機能は確保される。
対数出力炉周期系	CIC 検出器	原子炉プール内	無	
1 次冷却材流量	差圧伝送器	原子炉建家地階 (重水区画)	無	
1 次冷却材炉心出口温度	測温抵抗体	原子炉建家地階 (カナル下)	無	
1 次冷却材炉心出入口温度差(1 次冷却材炉心入口温度)	測温抵抗体	カナルプール内	無	
1 次冷却材補助ポンプ停止	接点リレー	原子炉建家地階 (8 区画)	無	
重水温度	測温抵抗体	原子炉建家地階 (重水区画)	無	
重水流量	差圧伝送器	原子炉建家地階 (重水区画)	無	
重水溢流タンク水位	差圧伝送器	原子炉建家地階 (重水区画)	無	

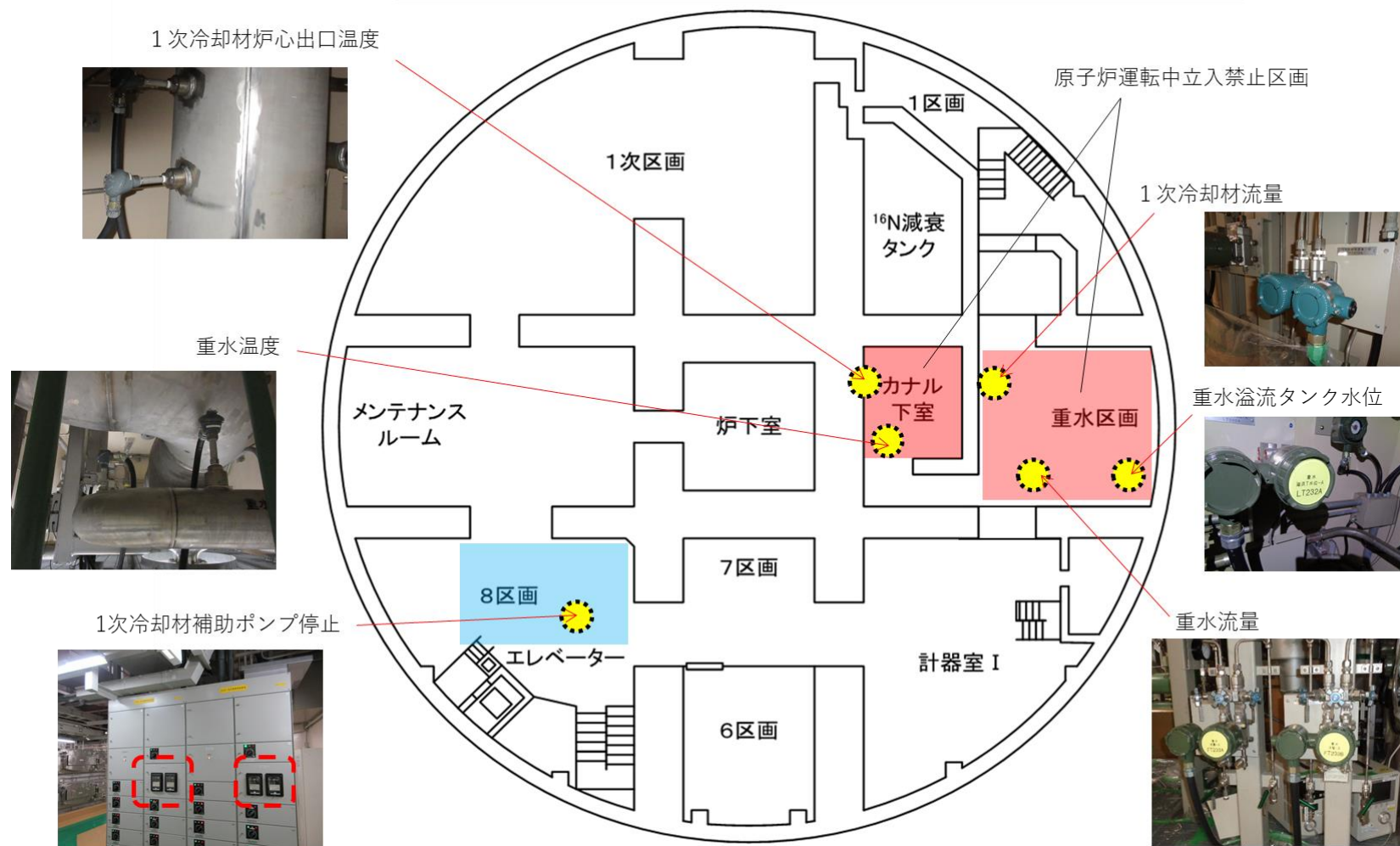


図2 安全保護系検出器設置場所（原子炉建家地階）

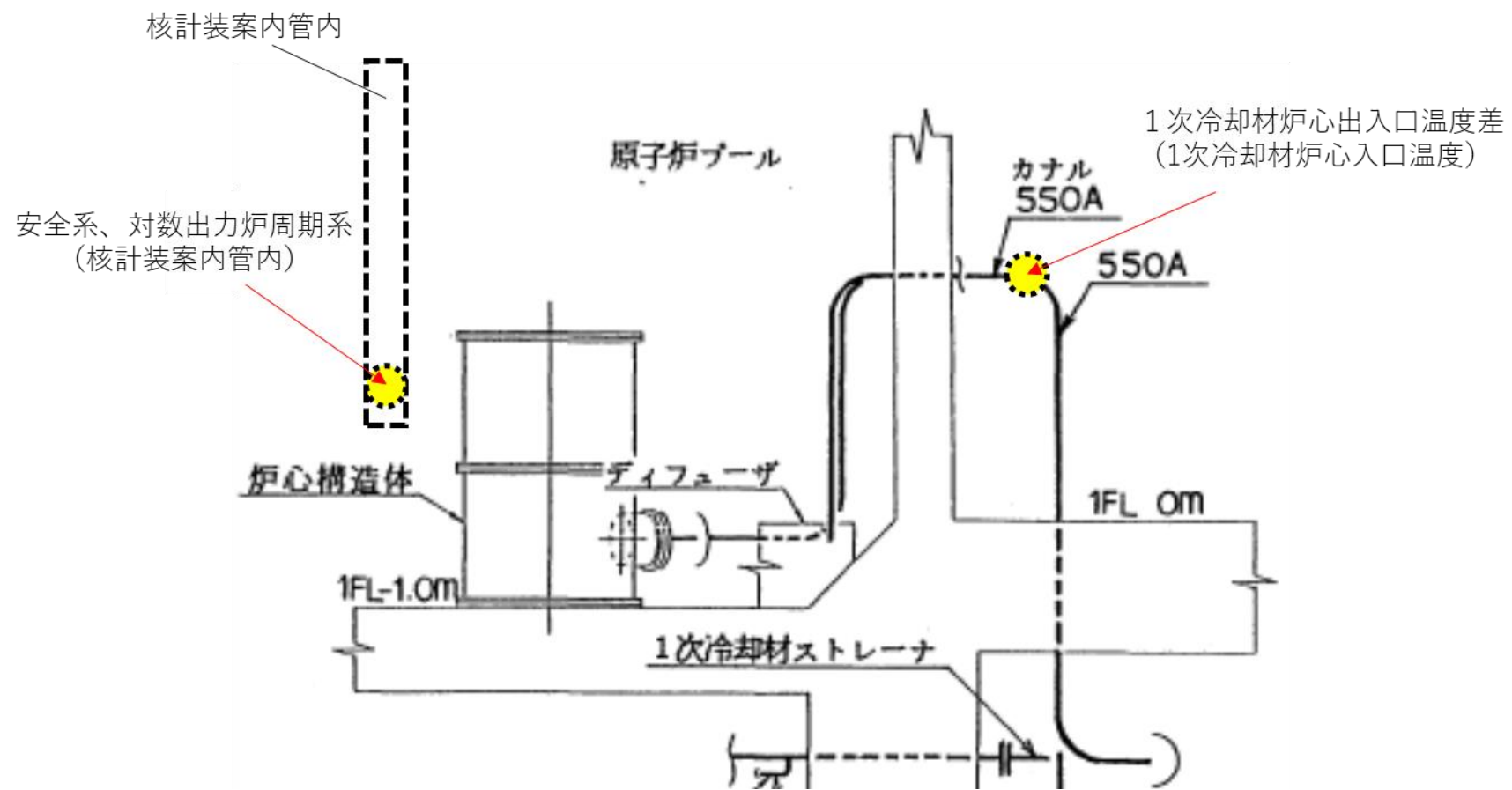


図3 安全保護系検出器設置場所（原子炉プール及びカナルプール内）

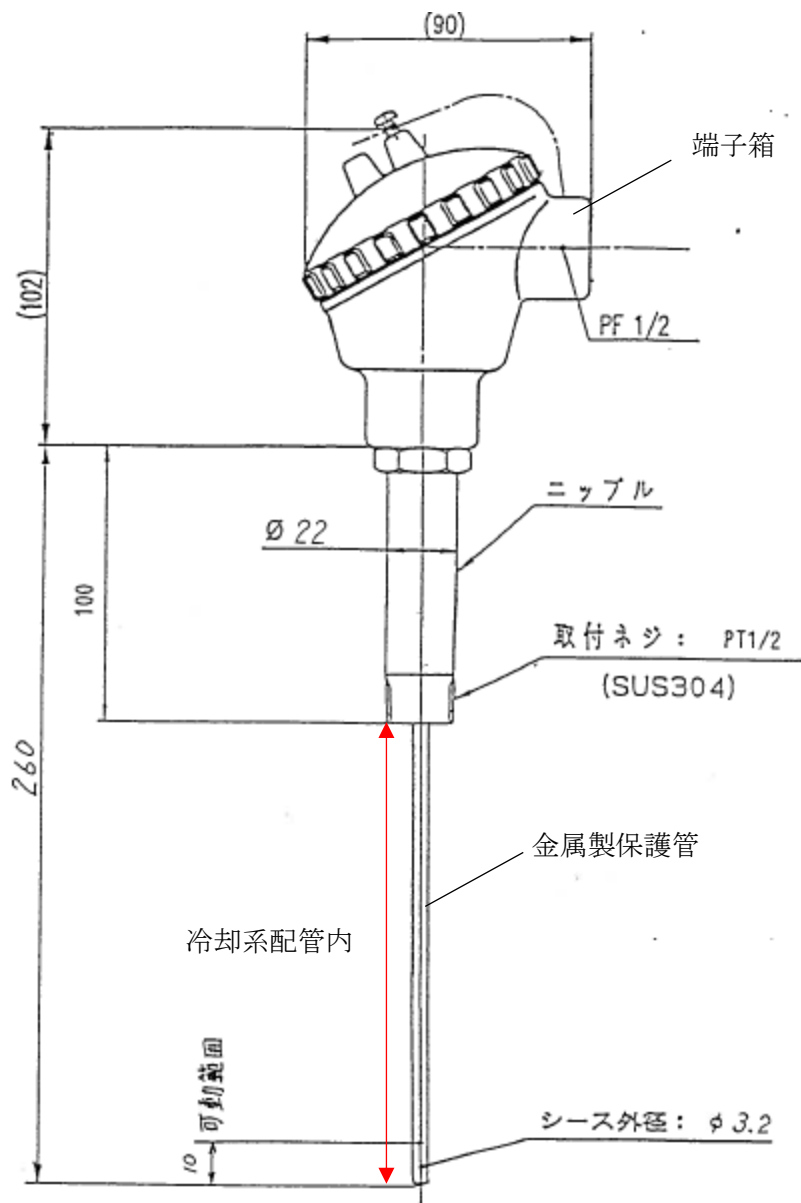


図4 測温抵抗体外形図