

女川原子力発電所第2号機 工事計画審査資料	
資料番号	02-補-E-19-0600-40-58_改0
提出年月日	2021年11月9日

補足-600-40-58 計器の機能維持評価の考え方について

2021年11月

東北電力株式会社

目次

1. 概要	1
2. 計器の構成	1
3. 機能維持評価の考え方	3

1. 概要

本資料は、計器及び制御盤の耐震評価における機能維持評価の考え方について補足するものである。

2. 計器の構成

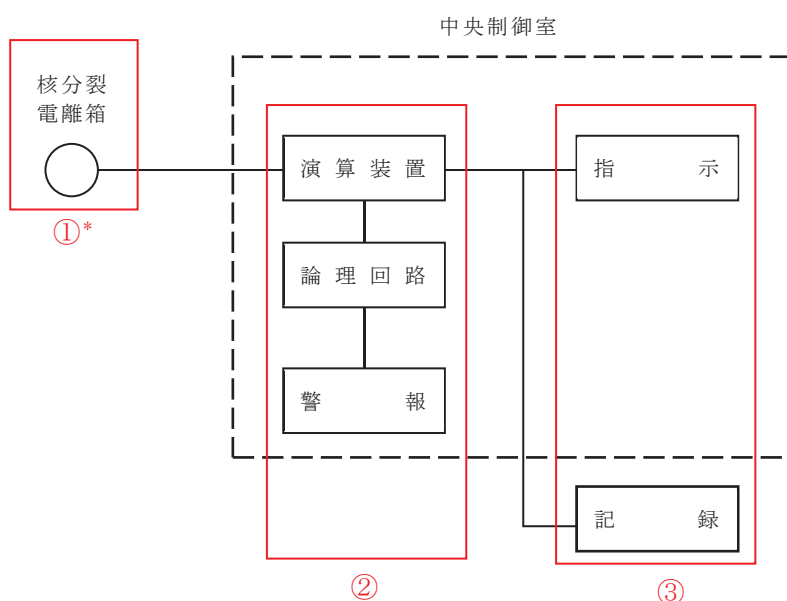
計器のループ構成を構成別に図 2-1 から図 2-4 示す。

①検出器…水位・圧力・温度等を検出

②演算装置等の中間計器…

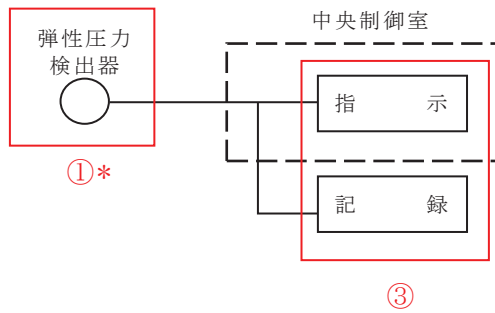
- ・検出器からの電気信号を演算処理。(例：水位検出器からの電気信号を、水位信号に換算して出力)
- ・検出器種類によっては演算処理部が不要なもの有り。
(例：熱電対からの起電力を中央制御室の指示部にて指示値に変換)
- ・演算装置は基本的に中央制御室の制御盤に設置しているが、機器構成によっては現場に設置している場合がある。(例：使用済燃料プール水位／温度(ガイドパルス式))は、水位検出用のパルス信号を発信するため、パルス発信器を含めた演算装置を現場に設置)

③指示計等…中央制御室等に指示・記録・警報として出力



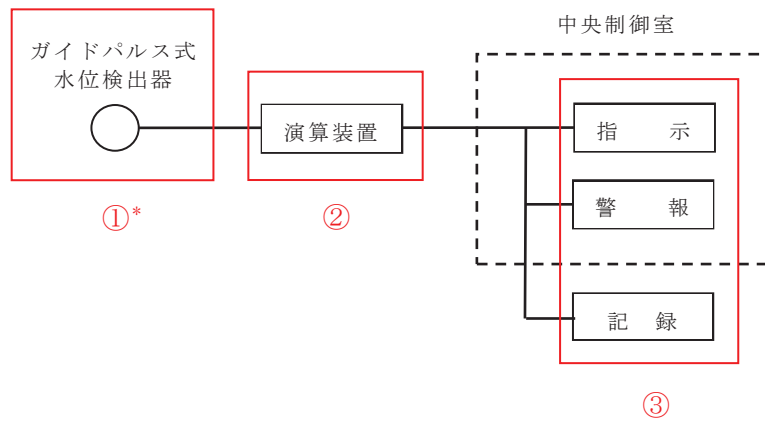
*：「中間計器を中央制御室に設置している例」の検出器は以下のとおり。
核分裂電離箱（出力領域モニタ用）、差圧式流量検出器、水素吸蔵材料式水素検出器

図 2-1 中間計器を中央制御室に設置している例
(出力領域モニタ(核分裂電離箱)の場合)



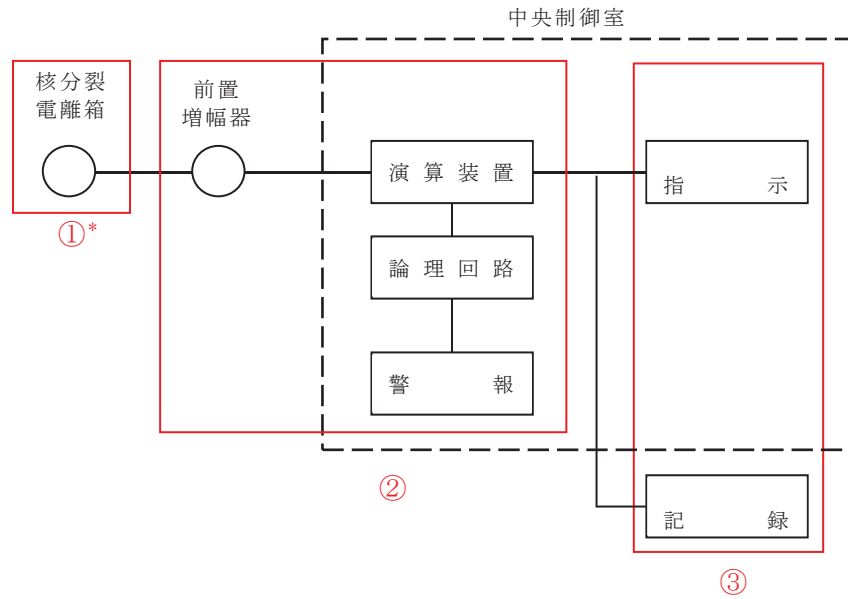
* : 「中間計器が無い例」の検出器は以下のとおり。
 弾性圧力検出器，差圧式水位検出器，電極式水位検出器（ドライウエル水位，原子炉格納容器下部水位用），測温抵抗体（サブプレッションプール水温度用），熱電対（ヒートサーモ水位/温度計用含む），気体熱伝導式水素検出器

図 2-2 中間計器が無い例
 (原子炉隔離時冷却系ポンプ出口圧力(弾性圧力検出器)の場合)



* : 「中間計器を現場に設置している例」の検出器は以下のとおり。
 ガイドパルス式水位検出器，測温抵抗体（使用済燃料プール水位/温度(ガイドパルス式)用），触媒式水素検出器，電極式水位検出器（循環水系隔離システム，タービン補機冷却海水系隔離システム用），圧力式水位検出器

図 2-3 中間計器を現場に設置している例
 (使用済燃料プール水位/温度(ガイドパルス式)の場合)



*：「中間計器を現場及び中央制御室に設置している例」の検出器は以下のとおり。
核分裂電離箱（起動領域モニタ用），電離箱，熱磁気風式酸素検出器，熱伝導率式水素検出器

図 2-4 中間計器を現場及び中央制御室に設置している例
（起動領域モニタの場合）

3. 機能維持評価の考え方

機能維持評価にあたっては，当該計器が所定の機能を発揮するために必要な部位を考慮した上で，構造強度評価及び電氣的機能維持評価を行っている。

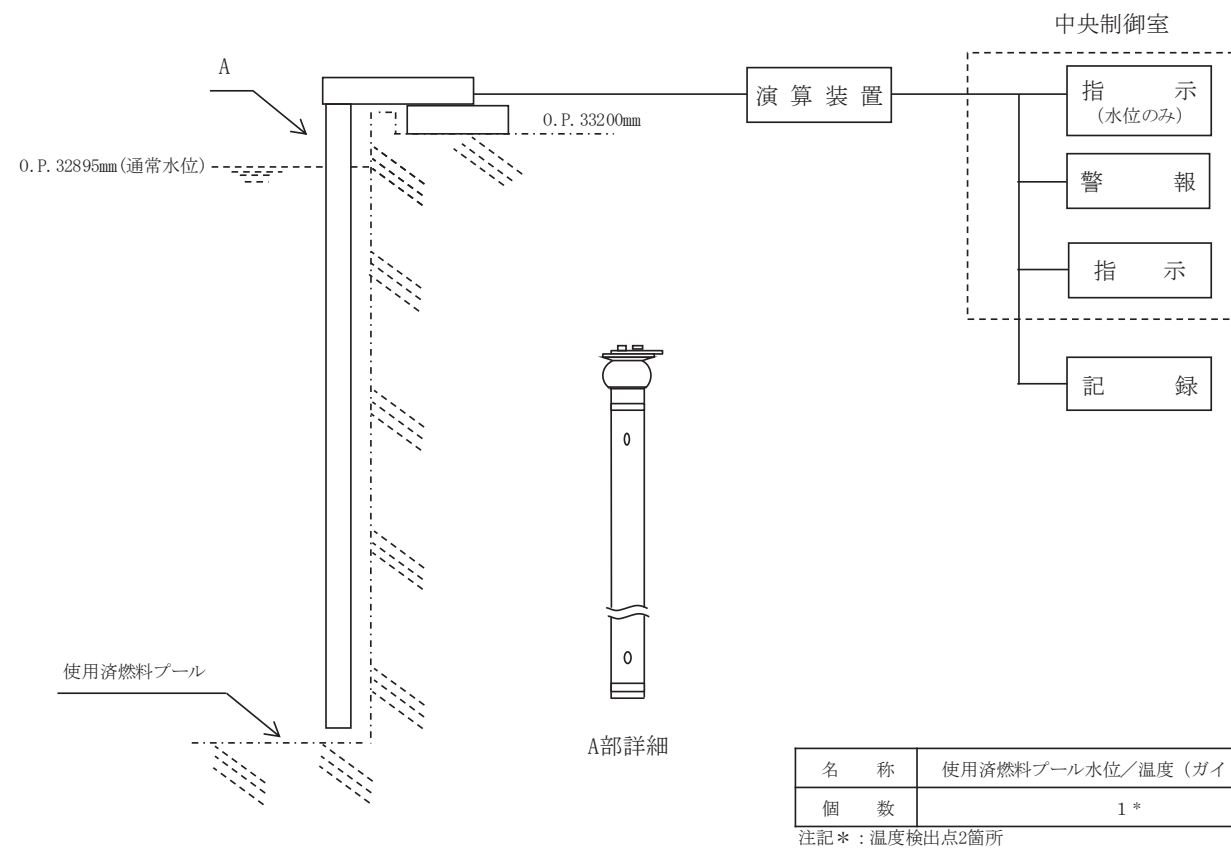
今回新規に設置する使用済燃料プール水位／温度（ガイドパルス式），使用済燃料プール水位／温度（ヒートサーモ式），取水ピット水位計及び地下水位低下設備水位計を例に，構造強度評価及び電氣的機能維持評価の考え方を表 3-1 に，各計器のループ構成を図 3-1 に示す。

表3-1 機能維持評価の考え方（使用済燃料プール水位／温度（ガイドパルス式）、使用済燃料プール水位／温度（ヒートサーモ式）、取水ピット水位計及び地下水水位低下設備水位計）（1/2）

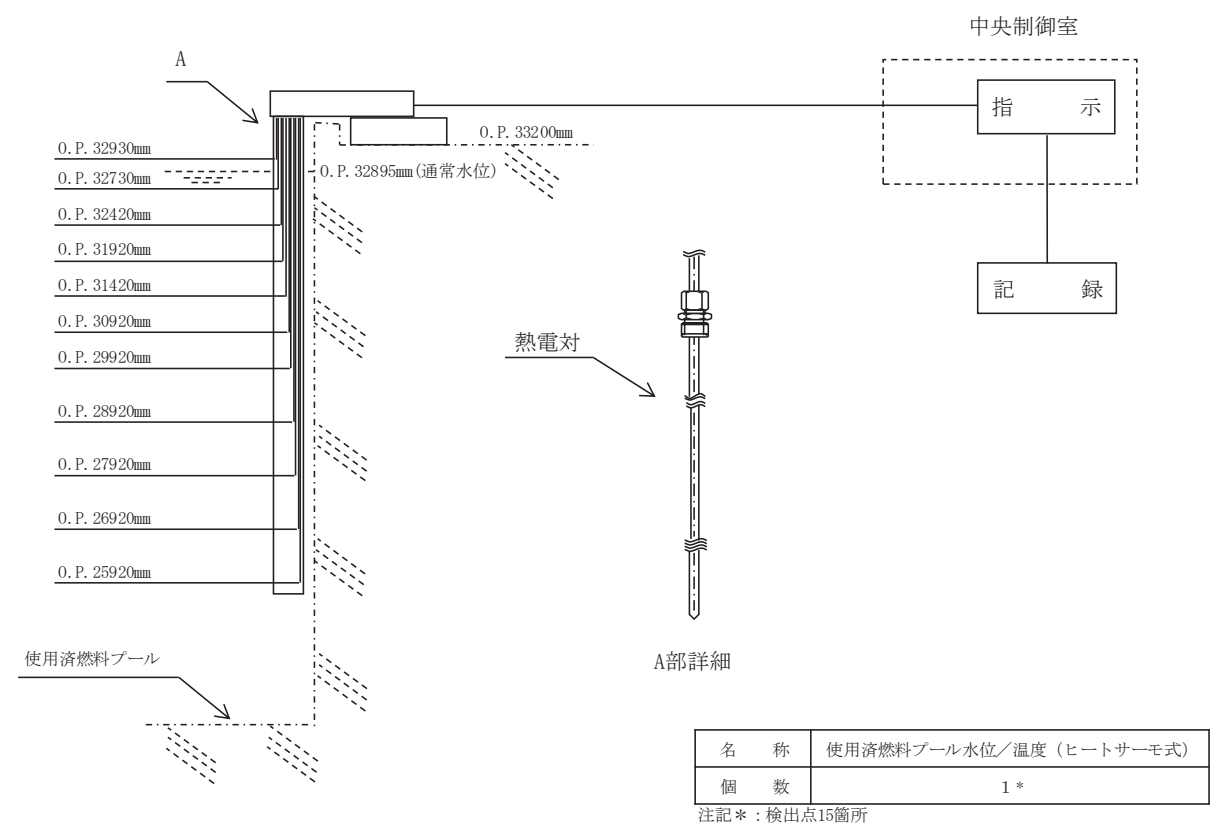
設備	構成	構造強度評価・電氣的機能維持評価	構造強度評価における水の付加質量の考慮
<p>【使用済燃料貯蔵設備】 VI-2-4-2-4 使用済燃料プール水位／温度（ガイドパルス式）の耐震性についての計算書</p> <p>（水位検出器：ガイドパルス式）</p>	<p>【検出器の機能】</p> <ul style="list-style-type: none"> 別の場所に設置した演算装置（パルス発信器）からのパルス信号を検出器に伝搬させ、液面から反射したパルス信号を演算装置に返す。 検出器はパルス信号を伝搬する構造体としての役割。 <p>【構成】</p> <ul style="list-style-type: none"> 水位検出器から返されたパルス信号の時間を演算装置にて測定して水位信号に変換、中央制御室に指示。 検出器は使用済燃料プール内に設置。 	<p>【構造強度評価】</p> <p>検出器架台（基礎ボルト）、保護管に対し実施。</p> <p>【電氣的機能維持評価】</p> <p>電気信号を伝搬する機能のみであり、検出器保護管が変形・破損しなければ、電気信号の伝搬に影響が無いことから、検出器保護管の構造強度評価により電氣的機能維持評価とする。</p>	<p>考慮</p>
<p>（温度検出器：測温抵抗体）</p>	<p>【検出器の機能】</p> <ul style="list-style-type: none"> 温度に応じて検出器の抵抗値が変わることを利用して温度を検出。検出器自身が検出機能を持つ。 <p>【構成】</p> <ul style="list-style-type: none"> 検出器から発生した抵抗値を演算部にて温度信号に処理し、中央制御室にて温度表示。 検出器は使用済燃料プール内に設置。 	<p>【構造強度評価】</p> <p>検出器架台（基礎ボルト）、保護管に対し実施。</p> <p>【電氣的機能維持評価】</p> <p>温度に応じた抵抗を出力する検出原理なので、測温抵抗体の加振試験により正常に動作することを確認。</p>	<p>考慮</p>
<p>VI-2-4-2-5 使用済燃料プール水位／温度（ヒートサーモ式）の耐震性についての計算書</p> <p>（水位検出器：熱電対）</p>	<p>【検出器の機能】</p> <ul style="list-style-type: none"> 使用済燃料貯蔵ラック上端から上方に検出器（熱電対）を14個設置。 熱電対の特性（温度に応じた起電力が発生*）を利用し温度検出。 熱電対の各検出点にヒータを付設し、ヒータ加熱開始前後の熱電対の温度変化から水中／気中を判定することで水位を判断。 <p>*熱電対：2つの異なる金属をつなげて、両方の接点に温度差を与えると、金属の間に電圧が発生し、電流が流れることを利用</p> <p>【構成】</p> <ul style="list-style-type: none"> 検出器から発生した起電力を中央制御室指示計にて温度変換し表示。 検出器は使用済燃料プール内に設置。 	<p>【構造強度評価】</p> <p>検出器架台（基礎ボルト、検出器架台）、保護管、ワーキングテーブルラグに対し実施。</p> <p>【電氣的機能維持評価】</p> <p>温度に応じた起電力を出力する検出原理なので、熱電対の加振試験により正常に動作することを確認。</p>	<p>考慮</p>
<p>（温度検出器：熱電対）</p>	<p>温度測定用として15個の熱電対を設置。15個のうち、14個を水位検出器の熱電対と兼用しており、温度計測時はヒータを加熱しない状態で温度を計測。</p>	<p>（同上）</p>	<p>（同上）</p>

表3-1 機能維持評価の考え方（使用済燃料プール水位／温度（ガイドパルス式）、使用済燃料プール水位／温度（ヒートサーモ式）、取水ピット水位計及び地下水位低下設備水位計）（2/2）

設備	構成	構造強度評価・電氣的機能維持評価	構造強度評価における水の付加質量の考慮
<p>【津波監視設備】 VI-2-10-2-13-2 取水ピット水位計の耐震性についての計算書（差圧式水位検出器）</p>	<p>【検出器の機能】</p> <ul style="list-style-type: none"> バブラ管の先端から常に一定量のガスを放出することにより、気泡管先端にかかっている液体の圧力に相当する背圧を、差圧式水位検出器により測定することで水位を検出。 検出器は、圧力検出部（受圧部）、電氣的信号変換部を内蔵しており、検出した圧力を電氣信号として出力。 <p>【構成】</p> <ul style="list-style-type: none"> 検出器から出力した電氣信号を、中央制御室指示計にて指示値に変換し表示。 検出器は計装ラック内に設置。（水中設置ではない） 	<p>【構造強度評価】</p> <p>計装ラック、バブラ管、保護管サポート部、アキュムレータ、ボンベラック、管に対し実施。</p> <p>【電氣的機能維持評価】</p> <p>圧力に応じた電氣信号を出力する検出原理なので、差圧式水位検出器の加振試験により正常に動作することを確認。</p>	<p>考慮</p>
<p>【地下水位低下設備】 VI-2-13-8 地下水位低下設備水位計の耐震性についての計算書（圧力式水位検出器）</p>	<p>【検出器の機能】</p> <ul style="list-style-type: none"> 検出器は圧力検出部（受圧部）、電氣的信号変換部を内蔵しており、検出した圧力を電氣信号として出力。 検出器は水中に設置し、水位に応じた水頭圧を受圧することで水位を検出。 <p>【構成】</p> <ul style="list-style-type: none"> 検出器から出力した電氣信号を、現場設置の現場制御盤にて揚水ポンプのインターロック信号に使用するとともに、水位信号に変換し指示値として現場制御盤及び中央制御室の監視制御盤の指示計に指示値として表示。 検出器は水中に設置。 	<p>【構造強度評価】</p> <p>水位計架台（水位計架台と埋込金物の溶接部）に対し実施。</p> <p>【電氣的機能維持評価】</p> <p>圧力に応じた電氣信号を出力する検出原理なので、圧力式水位検出器の加振試験により正常に動作することを確認。</p>	<p>考慮</p>



使用済燃料プール水位/温度 (ガイドパルス式)



使用済燃料プール水位/温度 (ヒートサーモ式)

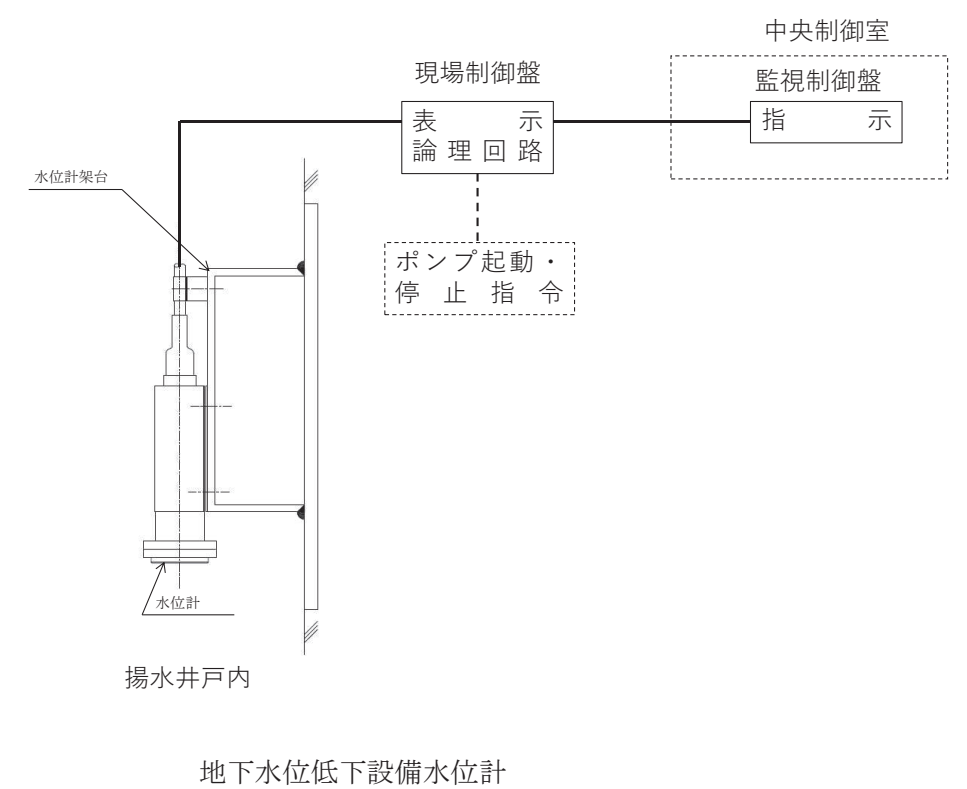
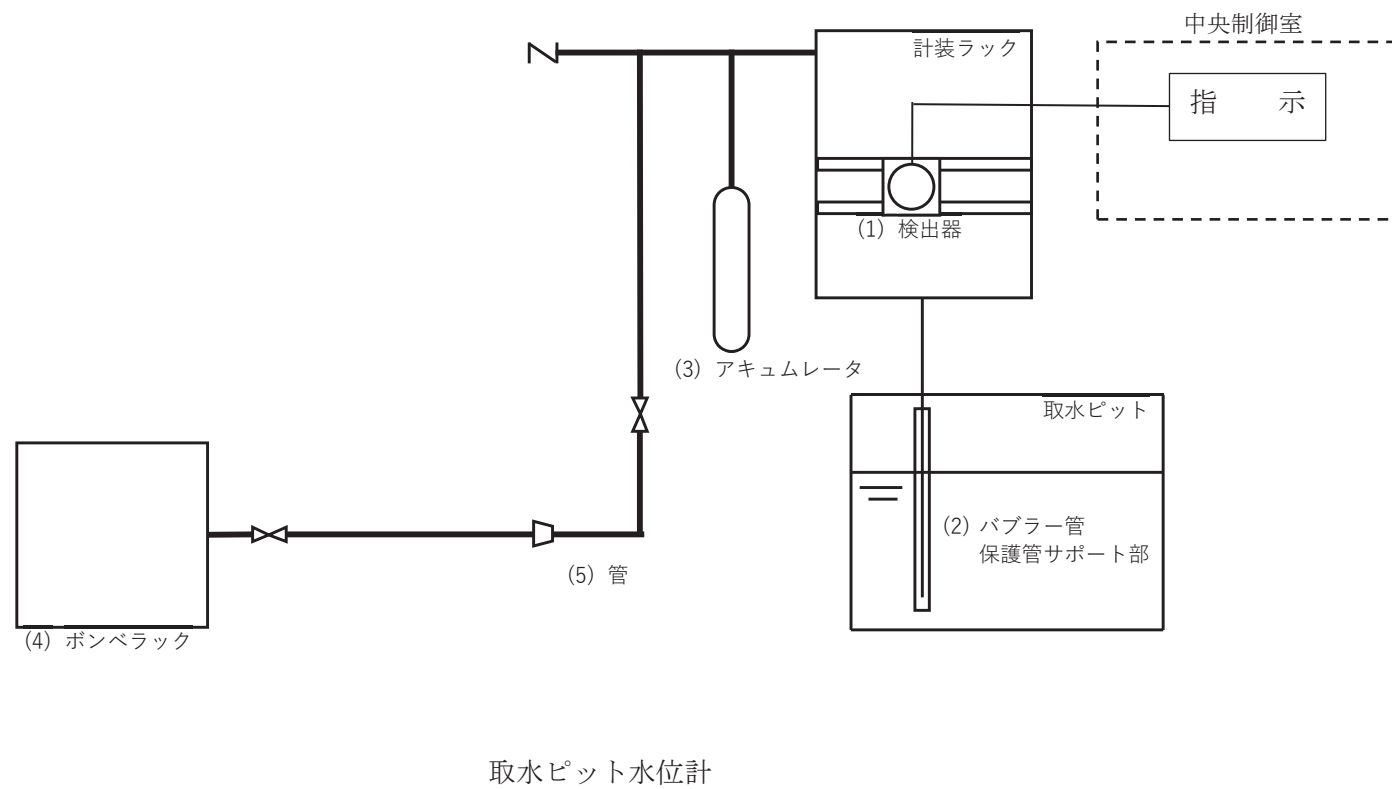


図3-1 計器のループ構成 (使用済燃料プール水位/温度 (ガイドパルス式), 使用済燃料プール水位/温度 (ヒートサーモ式), 取水ピット水位計及び地下水位低下設備水位計)