

1. 発生事象の概要

- 平成27年8月2日18時52分頃、分離建屋 高レベル廃液供給槽及び高レベル廃液濃縮缶からセル内の漏えい液受皿への漏えいを検知する「高レベル廃液供給槽セル漏えい液受皿の漏えい液受皿液位計」（安全上重要な機器）のB系の異常を示す警報が発報するとともに、同A系の指示値が表示されない状態となった。
- また、同日20時30分頃、「塔槽類廃ガス処理設備 廃ガス洗浄塔入口圧力計」（安全上重要な機器）のA系及びB系において、表示が正しくないことを確認した（警報の発報なし）。（故障の確認された上記4機器を以下「当該設備」という。）

2. 故障範囲の調査及び復旧

- 事象発生後、当該設備に係る現場調査を行った。事象の発生状況から、分離建屋に設置されているディストリビュータ（伝送器電源機能付信号変換器）が故障している可能性が高いと考え、当該機器を取り外し、単体試験を実施した結果、所定の出力がなされず故障であることを確認した。
- 当該設備以外にも同時期に故障した可能性があったことから、故障した機器の範囲について調査を行うとともに、故障が確認された機器の復旧を行うこととした。調査の結果、安全上重要な機器については、当該設備の他に、前処理建屋「溶解槽B放射線レベル」等、11機器が故障していることを確認した。
また、安全上重要な機器以外の機器については、前処理建屋「計量後中間貯槽液位」等、14機器が故障していることを確認した。安全上重要な機器については、8月13日までに、また、安全上重要な機器以外の機器については、8月28日までに全て復旧した。
なお、上記以外の計測制御設備に対し、専門家の意見も踏まえ、故障が潜在している可能性を考慮し、さらに調査を実施したところ、2機器に故障を確認した。

3. 原因調査

3.1 故障が確認された機器の調査

故障が確認されたディストリビュータ等に対し、故障箇所及び故障原因に係る調査を行った。安全上重要な機器に対する調査結果の概要は、以下のとおり。

建 屋	機器名称	メーカー工場での調査結果
前処理建屋	溶解槽B放射線レベル	故障したディストリビュータに対して、外観確認等を行い、出力部の定電圧ダイオードの変色、出力部の電源回路の出力電圧に異常を確認
	ミストフィルタA1、A2入口ガス圧力	故障したディストリビュータに対して、外観確認等を行い、出力回路内のトランジスタで短絡故障を確認
分離建屋	高レベル廃液供給槽セル漏えい液受皿液位	故障したディストリビュータに対して、外観確認等を行い、出力回路のオペアンプ集積回路とトランジスタの部位に故障を確認 ⇒一般的な半導体の故障原因である過電圧破壊による短絡故障
	廃ガス洗浄塔入口圧力	
	高レベル廃液濃縮缶凝縮器A出口廃ガス温度	
	高レベル廃液濃縮缶加熱蒸気温度	
	放射性配管分岐第2セル漏えい液受皿2液位	
ウラン濃縮缶加熱蒸気温度		
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	粉末充てん第2秤量器 質量B	故障したディストリビュータに対して外観確認等を行い、アナログ出力基板に通信不良を確認

- 過電圧による影響によりディストリビュータの出力側（各建屋から制御建屋に信号を送る部分）に故障が発生している。

- 計器内の基板や配線、端子部などに焼損等は確認されなかった。
- 安全上重要な機器以外の機器についても故障状態は同様であった。

- また、同時刻に複数の機器に故障が確認されていること及び事象発生当時、六ヶ所地域及び再処理施設敷地内において複数の落雷が確認されていることから、当該設備を含む複数の設備の故障が発生した原因は、落雷が共通要因となったと考えられる。
- 落雷の影響には、直撃雷と間接雷があり、直撃雷の場合は、非常に大きな電流が流れるため、機器の破損の状況は非常に大きなものになるが、今回の故障した機器の調査において確認された損傷は、範囲が限定的であったため、主排気筒への落雷によって誘起された雷圧による可能性が高い（間接雷）。
- 特に分離建屋等で確認された機器の故障については、各建屋と制御建屋間に接続しているケーブルの保安器が設置されていない建屋入口側に近い部位に確認されていることから、主排気筒への落雷により発生した電位上昇による過電圧の影響で故障が発生した可能性が高い。

3.2 推定原因

- 主排気筒への落雷による雷撃電流は、雷サージとなって構内接地網に流れるとともに、地表面近くに埋設されているトレンチ等の構造物に分流しながら伝搬する過程で、信号ケーブルに電圧を誘起させた。この誘導電圧が計器の出力回路に過電圧を発生させ、出力回路の雷インパルス絶縁耐力を超過したことにより、出力回路に取り付けられている部品の損傷に至り、計器を故障させたものと推定される。
- 今回の落雷において、例えば分離建屋に保安器が設置されていれば、保安器により過電圧の影響が吸収され、ディストリビュータに影響が及ぶことはなく、安全上重要な機器の故障は発生しなかったものと考ええる。

4. 推定原因に基づく対策

4.1 設備対応

- 計器（ディストリビュータ）が故障したことに対する対策として、建屋間でアナログ信号伝送を行っている計装回路は絶縁耐力が大きくないことから、それぞれの建屋に個別に保安器を設置する。
- これにより、今回のような落雷が発生し、アナログ信号伝送部に雷サージが侵入したとしても、保安器により安全上重要な機器への影響を防止することが可能である。
- また、上記対策により、雷サージが侵入した場合の対策として効果は期待できると考えているが、万一の場合に備え、安全上重要な機器のより高い信頼性を確保するために、ディストリビュータ経由で警報設定器に信号を伝送している回路については、ディストリビュータの故障による警報機能への影響を防止するため、信号絶縁器（アイソレータ）を追加する。
- さらに、万一落雷の影響により故障が発生した場合には速やかに健全な状態に復旧できるよう、ディストリビュータ等の予備品を確保する。

4.2 運転管理における対応

- 4.1に示した設備対応を今後行う計画であるが、設備対応を行うまでの間及び設備対応を行った後に万一その設備対応を超える事象が発生した場合を考慮し、再処理の運転を停止する措置を講ずる等の手順等の整備を行う。
- さらに、今後同様の事象が発生した際に、速やかに必要な安全機能が確保されていることを確認するために、それを確認するための代替監視手段を整理し、手順に定める。