

令和5年1月23日

原子力科学研究所

臨界ホット試験技術部

STACY 核計装設備の計測範囲に係る技術要件及び今後の対応方針について

1. 概要

STACY では核計装起動系検出器の更新を計画している。過去4回（令和4年7月4日、9月13日、11月16日、12月7日）の行政相談では、本件に係る設工認の要否、検出器の計測範囲と監視可否等について説明した。本資料では、STACY 核計装設備の計測範囲に係る技術要件及び今後の対応方針について説明する。

2. 臨界実験装置 STACY の核計装設備の技術要件

臨界実験装置は、実験計画に応じて多種多様な炉心を構成する。このため、臨界実験装置の核計装検出器は、炉心構成の変更に伴う中性子束分布に応じてその設置位置を可変としている。以下に示すとおり、臨界実験装置である STACY の核計装設備の技術要件は、設置変更許可申請書に示した各出力系統の計測範囲をオーバーラップして連続的に監視できることである。

- ・核計装設備に対する法令上の技術要件は、設置許可基準規則第17条第2号において、「通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時においても想定される範囲内で監視できるものとする」と規定されている。
- ・臨界実験装置 STACY の核計装設備は、起動系、運転出力系（線型及び対数）並びに安全出力系で構成するが、起動系と運転出力系並びに運転出力系と安全出力系の計測範囲をオーバーラップさせることにより、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時における中性子束を連続的に監視する。
- ・起動系及び運転出力系の検出器は、炉心構成で決まる中性子束分布に応じて炉心タンク内の配置を変更することを前提としている。起動系（検出器：B-10 比例計数管、設置変更許可申請書上の計測範囲： $1 \times 10^{-5} \sim 2 \times 10^0$ W）は原子炉起動時の低い出力域において中性子束を計測するものであり、それより上位の出力域では運転出力系の核計装（検出器： γ 線補償型電離箱、同計測範囲： $2 \times 10^{-3} \sim 2 \times 10^3$ W）並びに炉室天井に固定されている安全出力系（検出器： γ 線補償型電離箱、同計測範囲：2～220 W）により出力を計測する。もし、新規に構成した炉心において中性子束の連続計測ができないなど炉心構成に問題のあることが判明したときは、原子炉運転を中止し、炉心構成（核計装配置を含む。）を見直すこと

としている。

他方、STACY 原子炉設置変更許可申請書添付書類八第 5.2-2 図（本資料の図 1）において「起動系核計装の検出器の計測範囲」を「 $1 \times 10^{-5} \sim 2 \times 10^0$ W」と記載している。これは、核計装全系統でカバーする出力範囲を示す軸上において起動系の計測範囲を整理したものであり、それぞれの核計装が計測する対象は、起動系においては中性子源領域から中性子源増倍領域における中性子束及び炉周期、運転出力系においては出力加えて対数系にあつては炉周期、安全出力系においては出力である。このとき、起動系の計測対象である中性子束は中性子カウント毎秒（単位： s^{-1} ）で計測され、原子炉出力（単位：W）では計測しないが、添付書類八第 5.2-2 図においてはW単位の同軸で示されているため、 $1 \times 10^{-5} \sim 2 \times 10^0$ W の範囲で出力を計測するような印象を与えている。このことから、今後 STACY 原子炉設置変更許可申請書を変更する際に添付書類八第 5.2-2 図の表記を、起動系が計測する物理量及び技術要件とする計測範囲に合わせて、本資料の図 2 のように適正化することとしたい。また、設工認申請書においても「起動系核計装の検出器の計測範囲」を「 $1 \times 10^{-5} \sim 2 \times 10^0$ W」と記載し、当該範囲で出力を計測するような印象を与えていることから、同様に「 $1 \sim 1 \times 10^5 s^{-1}$ 」に適正化する申請を行うこととしたい。

3. まとめ

核計装設備に関する技術要件「通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時においても想定される範囲内で監視できるものとする」と対し、起動系（中性子束及び炉周期を監視）、運転系線型出力系（出力を監視）、運転系対数出力系（出力及び炉周期を監視）並びに安全出力系（出力を監視）について、起動系と運転出力系（線型及び対数）並びに運転出力系（線型及び対数）と安全出力系の計測範囲をオーバーラップさせることにより、想定される範囲内を連続監視することが可能である。STACY 原子炉設置変更許可申請書の核計装計測範囲の説明図（添付書類八第 5.2-2 図）では各系統の計測範囲を原子炉出力の軸上に示しているが、中性子束を計測する起動系（単位： s^{-1} ）が原子炉出力（単位：W）上に表記されていることから、これらの計測範囲の上限と下限が厳密に一致するという誤解を与えかねない。このため、今後 STACY 原子炉設置変更許可を申請する際に、図 2 のように記載を変更する。また、設工認申請書の「起動系核計装の検出器の計測範囲」は、原子炉設置変更許可申請に先行して速やかに「 $1 \sim 1 \times 10^5 s^{-1}$ 」に変更する申請を行う。

以上

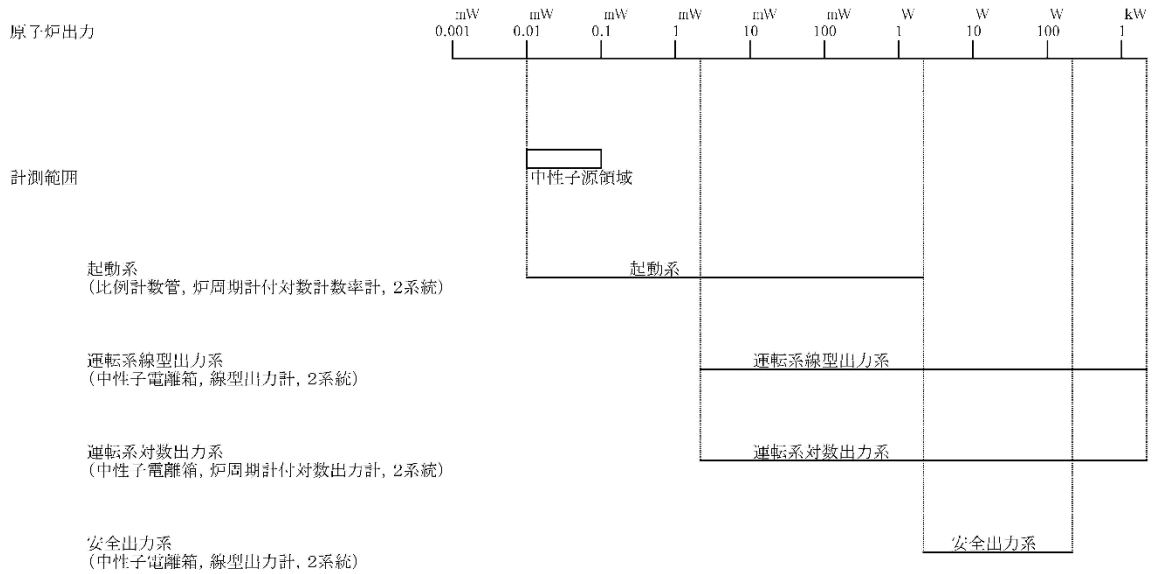
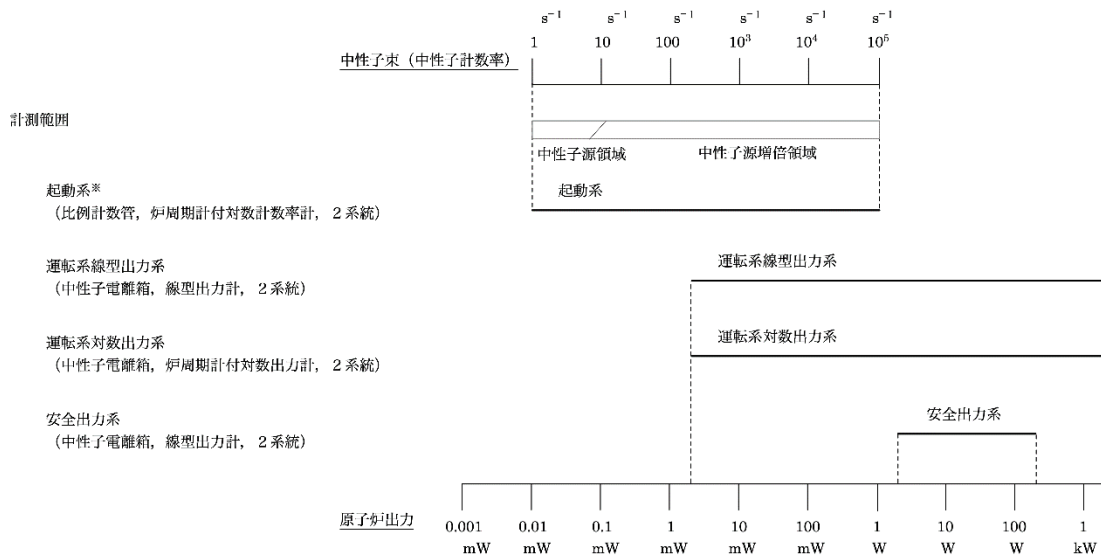


図1 STACY核計装設備計測範囲 (現行許可)



※本図は、核計装各系統が計測する範囲を原子炉出力に重ねて示したものであり、起動系の計測範囲は原子炉出力のそれと厳密に一致するものではない。

図2 STACY核計装設備計測範囲 (変更案*)

* 本図は案であり、今後の検討により変更する可能性がある。

(参考) STACY 施設設置変更許可申請書添付書類八 5. 計測制御系統施設より抜粋

(下線は引用者による)

5. 計測制御系統施設

(中略)

5.2 核計装設備

(中略)

5.2.3 主要設備

(中略)

(3) 計測制御系の核計装設備

計測制御系の核計装設備は、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時における予想変動範囲の中性子束を計測し、記録、警報、インターロック信号の発信を行うように次の系で構成する。

i) 起動系 (2系統)

安全保護系の核計装設備の起動系から絶縁回路を経由して送られる信号により、主として起動、臨界近接及び低出力時の中性子束を監視、記録するもので、この系統からは、低中性子束に関するインターロック信号、炉周期短の警報及びインターロック信号を発する。

ii) 運転系線型出力系 (2系統)

中性子束により出力の監視を行うためのもので、中性子電離箱、線型増幅回路、記録計等で構成する。この系統からは、測定範囲逸脱の警報及びインターロック信号並びに高圧電源電圧低の警報を発する。検出器を配置するための治具は、炉心に機械的な影響を与えないよう、適切な強度を有する設計とする。

iii) 運転系対数出力系 (2系統)

安全保護系の核計装設備の運転系対数出力系から絶縁回路を経由して送られる信号により、出力及び炉周期を監視、記録するもので、この系統からは、炉周期短の警報及びインターロック信号を発する。

iv) 安全出力系 (2系統)

安全保護系の核計装設備の安全出力系から絶縁回路を経由して送られる信号により、出力を監視、記録するもので、この系統からは、出力高及び積分出力高の警報を発する。