

高速応答超小型中性子検出器の電荷分布と
出力電流の解析に関する作業

仕様書

1 件名

高速応答超小型中性子検出器の電荷分布と出力電流の解析に関する作業

2 目的及び概要

J-PARCセンター物質・生命科学実験施設（MLF）の共用ビームラインでは大強度のパルス中性子を用いた中性子散乱実験が実施されている。高精度な散乱中性子測定を行うためには、大強度パルス中性子の強度を正確に把握することが必要である。日本原子力研究開発機構（以下「原子力機構」と略記する）の中性子基盤セクションでは、大強度パルス中性子を測定する中性子検出器の高度化を進めている。本仕様書は、大強度中性子パルスの波形及び最大中性子束密度を個別に連続して計測が可能な高速応答の中性子検出器を実現するため、その動作を解析計算する作業について記述したものである。この作業は中性子基盤セクションが所有する機器・計算コード類を用いて実施されるものである。本作業により共用ビームラインにおける高精度な散乱中性子測定に資する。

受注者は、ガス型中性子検出器及び電子計測器の原理・構造、関係法令のほか、原子力機構の保安関連規則を十分に理解し、受注者の責任と負担において本作業を実施するものとする。ここでの作業結果は検出器高度化における重要な基盤データとして利用されるため、発注者と随時連絡を取りながら実施すること。

3 作業実施場所

原子力機構 原子力科学研究所 第2研究棟

原子力機構 J-PARCセンター MLF

4 納期

令和8年2月27日

5 作業内容

5.1 作業項目及び詳細

(1) 解析計算作業

発注者は、J-PARC MLFの中性子散乱実験装置に使用されるガス型中性子検出器の高度化を実施している。各種中性子散乱実験装置において、中性子を輸送するためのビーム導管の長さは数メートルから百メートルまで様々であり、中性子ビーム導管による中性子の輸送では中性子の減衰が散乱実験に対して大きな影響を与える。そのため実際の中性子散乱実験装置では、中性子輸送を最適化するため、中性子ビーム導管入口から途中数か所の位置における中性子強度を正確に計測観測する必要がある。中性子ビーム導管入口における中性子強度及びガンマ線は超高強度で高速領域を有するパルスであり、中性子ビーム導管が長くなるに従って数桁の中性子強度が低下し、更に長時間形状の中性子パルスとなる。このような中性子を測定するために使用するガス型中性子検出器では、中性子感度及びガンマ線感度をそれぞれの測定位置の線源強度に最適化させる必要がある。

発注者は電離ガスを使用した中性子検出器の高度化を実施している。J-PARC MLFにおける大強度パルスは、中性子ピーク値が $10^{13} \sim 10^{15}$ n/cm²/s/at 1MWと極めて高く、またパルス

幅は数100 msと非常に狭く、また強いガンマ線照射も同時に発生している。このため、設計する中性子検出器には極めて高いガンマ線信号の除去性能 (n/γ 比) が必要とされる。大強度パルスを測定評価するために構造設計した超小型中性子検出器の仕様・および想定しているビームの条件を下に示す。本作業においてはこれらの条件を利用し、不均一性を持った入射中性子を模擬して、三次元空間における検出器の挙動をシミュレーションする。中性子コンバータの分布と核反応確率、二次粒子の生成・放出、検出器ガス内の二次荷電粒子の飛跡による電離作用の空間分布、および密度分布等について三次元解析を実施すること。それらの結果を踏まえて電極からの出力電流についての計算解析を実施する。ここで、計算解析において必要なパラメータの収集は第2研究棟もしくはMLFにおいて実施すること。計算解析の結果は、発注者がこれまで開発・使用している検出器設計用コード類を使用し、また作業結果は検出器開発における重要な基盤データとして利用されるため、発注者と連携しながら本作業を実施することとする。

- 中性子導管断面サイズ：100 x 100 mm²
- 中性子パルスピーク値： $10^{13} \sim 10^{15}$ n/cm²/s/at 1MW
- 最大ガンマ線量： $\approx 4.05 \times 10^5$ Gy/s at 1MW
- 中性子パルス半値幅：200～500 ms
- 検出器サイズ：< 外径 ϕ 5 mm x 長さ20 mm
- 出力信号線：SUS304シース同軸ケーブル
- 出力コネクタ：SHV型
- ガス最大圧力：< 200 kPa
- ヘリウム・リーク：< 1×10^{-9} Pa $\cdot$ m³/s
- 絶縁電気抵抗：> 1×10^7 Ω (at DC200V)

(2) その他上記の作業の遂行に必要な作業

(1)に記載の作業の遂行に必要な原子力機構内の機器・コードの操作（必要があれば改良）、関連した報告書の作成、情報収集を行う。

6. 業務に必要な資格等

放射線作業従事者_v0.1

7. 支給物品及び貸与品

7.1 支給品

作業に必要な電力は無償で支給する。

7.2 貸与品

受注者は、本作業遂行上必要であると原子力機構が認めた設計用コード、及び機構内に整備された関連パソコンの無償貸与を作業期間内に限り受けることができる。なお、受注者はこれら貸与品を本作業の実施以外の目的には使用せず、また、本作業終了時には速やかに原子力機構に返却するものとする。

8. 提出書類

- (1) 作業報告書 作業終了後速やかに 印刷物1部、電子媒体1部
- (2) その他原子力機構が必要とする書類 詳細は別途協議の上決定する

(提出場所)

原子力機構 J-PARCセンター 物質・生命科学ディビジョン 中性子基盤セクション

9. 検収条件

「8. 提出書類」の確認並びに、原子力機構が仕様書の定める業務が実施されたと認めた時を以て、業務完了とする。

10. 適用法規・規程等

- (1) 原子力科学研究所安全衛生管理規則
- (2) 原子力科学研究所電気工作物保安規程
- (3) 原子力科学研究所放射線障害予防規程
- (4) J-PARC センター安全衛生管理規定
- (5) J-PARC センター電気工作物保安規定
- (6) J-PARC センター放射線障害予防規程
- (7) その他原子力科学研究所、及び J-PARC センターが定める規則、規程、規定、要領類

11. 特記事項

- (1) 受注者は原子力機構が原子力の研究・開発を行う機関であるため、高い技術力及び高い信頼性を社会的にもとめられていることを認識し、原子力機構の規程等を遵守し安全性に配慮し業務を遂行しうる能力を有する者を従事させること。
- (2) 受注者は業務を実施することにより取得した当該業務及び作業に関する各データ、技術情報、成果その他のすべての資料及び情報を原子力機構の施設外に持ち出して発表もしくは公開し、または特定の第三者に対価をうけ、もしくは無償で提供することはできない。ただし、あらかじめ書面により原子力機構の承認を受けた場合はこの限りではない。
- (3) 受注者は異常事態等が発生した場合、原子力機構の指示に従い行動するものとする。また、契約に基づく作業等を起因として異常事態等が発生した場合、受注者がその原因分析や対策検討を行い、主体的に改善するとともに、結果について機構の確認を受けること。
- (4) 発注者は、受注者が本業務を実施するに当たって原子力機構の作業を請け負っている旨の証明等を必要としたときは、それに発注者は適宜対応するものとする。
- (5) 発注者は、秩序及び風紀の維持に関する責任を全て負うものとする。
- (6) その他本仕様書に定めていない事項については、原子力機構と協議の上決定する。

12. 検査員

- (1) 一般検査 管財担当課長

13. グリーン購入法の推進

- (1) 本契約において、グリーン購入法（国等による環境物品等の調達の推進等に関する法律）に適用する環境物品（事務用品、OA機器等）が発生する場合は、これを採用するものとする。
- (2) 本仕様に定める提出図書（納入印刷物）については、グリーン購入法の基本方針に定める「紙類」の基準を満たしたものであること。

以上