

3NBT機器精密アライメント19 仕様書

1. 件名

3NBT 機器精密アライメント 19

2. 目的及び概要

J-PARC の 3GeV 陽子ビーム輸送施設 (3NBT) には、3GeV 陽子シンクロトロンから物質・生命科学実験施設 (MLF) までの全長 300m の陽子ビームラインがあり、3GeV の陽子ビームを輸送する。3NBT の陽子ビームラインは、真空導管、電磁石、ビームモニター等 (電磁石等) で構成されており、輸送中のビームロスを減らすためには、これらの機器が設計通りの位置に設置されている必要がある。しかしながら、電磁石等は、地盤の変動や地震などの影響により、位置が変化することが分かっている。そのため、3NBT では毎年夏季保守期間に電磁石等の精密測量を行い、必要に応じて電磁石等のアライメントを実施している。

本件は 2026 年度の 3NBT の電磁石等の精密アライメントに関する仕様を示すものである。

3. 作業実施場所

- ・ 日本原子力研究開発機構 J-PARC 3NBT 棟
- ・ 日本原子力研究開発機構 J-PARC 3NBT トンネル
- ・ 日本原子力研究開発機構 J-PARC M1 トンネル
- ・ 日本原子力研究開発機構 J-PARC RCS 主トンネル

4. 納期

2026 年 11 月 27 日

5. 作業内容

- (1) トンネル内基準点の精密測量
- (2) 3NBT 機器の精密測量
- (3) 提出書類作成

5.1 数量等

図 1 に 3NBT とその周辺施設の概略図を示す。3NBT を構成する電磁石等の機器で本件の測量対象とする機器を表 1 に示す。

表 1 測量対象機器

機器	名称	員数
偏向電磁石	B01, PB, DMG, B02, B1U, B1D, BH1, BH2, BH3, BH4	10 台
四極電磁石	QX1, QX2, QX3, QX4, QX5, QX6, QX7, QX8, QX9, QX10, QA1, QA2, QA3, QA4, QA5, QV1, QV2, QV3, QV4, QV5, QV6, QV7, QB1, QB2, QB3, QB4, QB5, QB6, QB7, QH1, QH2, QH3, QH4, QH5, QC1, QC2, QC3, QC4, QC5, QC6, QC7, QC8, QC9, QC10, QC11, QC12, QNQ1, QNQ2	48 台
八極電磁石	OCT1, OCT2	2 台
補正電磁石	X02, X03, X04, X05, X06, X07, X08, X09, X10, X11, X12, X13, X14, X15, X16, X17, X18, X19, X20, X20A, X21 Y01, Y02, Y03, Y04, Y05, Y06, Y07, Y08, Y09, Y10, Y11, Y12, Y13, Y15, Y16, Y17, Y18, Y19, Y20, Y20A, Y21	42 台
ビームモニター	BPM1, BPM2, M01, M02, M03, M04, M05, M06, M07, M08, M09, M10, M11, M12, M13, M14, M15, M16, M17, M18, M19, M20, M21, HM1, HM2	25 台

本作業の作業手順の概略を図 2 に示す。

5.2 主要機器等

作業にて使用する主たる機器は以下の通りである。(1)は作業者が用意し、(2)～(5)は当機構から無償貸与するものとする。トンネル内の垂直偏向部では複数の高さを同時に測定する必要があるので当機構が用意する(4)のディルティングレベル以外を併用して使用する場合には同等品を作業者が用意すること。

(1) Leica 社 レーザトラッカー AT930 もしくは同等品	1 式
(2) Leica 社 高精度トータルステーション TDA5005	1 式
(3) Leica 社 デジタルレベル DNA03 及び専用スタッフ	1 式
(4) SOKKIA 社 チルティングレベル PL1 及びスーパインバースタッフ	1 式
(5) WYLER 社 傾斜計 BlueLEVEL	1 式

5.3 測量&アライメント

5.3.1 3NBT トンネル内の精密測量

- (1) L 型の側壁基準座 (図 3) の座標をレーザトラッカーにより高精度に測定し、水平方向の座標を与える。さらにチルティングレベル等を用い、基準座及び床面水準基準座の水準も測定することとする。
- (2) 測量網は、基準点及びマーカー設置位置設計、基準点及び基準座測量網設計によって解析された測量網を参考とし、これに相当以上の精度が予測される測量網で測量を実施する。また、この測量網のシミュレーションの結果から誤差の傾向を推測し、最適な測量網測量方法を計画する。
- (3) ビーム直角方向の測量精度を確保するために、補助基準座等を設け可能な限り測量網の幅を広げるものとする。
- (4) 測量網の計画、実施に際して留意すべき項目等を図 2 に示す。
- (5) 外部基準点測量、地上との貫通孔による測量、各実験室から貫通窓を通した大型機器取扱室への測量などは時期が異なることが予想されるため、最適な組み合わせを考慮することとする。
- (6) 機器等の座標を評価する場合には、地球の曲率を考慮するものとする。平面は RCS を中心にするものと、物質・生命科学実験施設のターゲット中心とするものを用いるものとする。
- (7) 本作業ではレーザトラッカーのフィールドチェック等も含めるものとする。

5.3.2 機器の座標測定

表 1 に記した機器に関して座標と水準をレーザトラッカー、デジタルレベル及びチルディングレベルを用いて測定する。各機器には基準面が存在し、それに支給する位置決め治具を用いて水平座標を測定する。また基準面の傾きを傾斜計により測定する。報告書には、昨年度測定した座標からどの程度変異があるか記載する。

5.3.3 最終アライメントのための資料作成

最終アライメントのための資料を作成するものとする。これには、電磁石等の機器が一直線上に並ばせる最終アライメントのために、機器の移動量の検討を行う。測量によって得られたデータは、最小二乗法による測量網平均計算を施すことにより座標を決定する。参照する基準点座標によって各基準点の座標は異なる。従って、どの基準点を参照することが合理的であるか、あるいは最小の移動量で行えるアライメントの資料等を作成することとする。

5.3.4 機器の最終精密アライメント

- (1) 前節で作成した資料に従い、レーザトラッカーと水準儀等で側壁基準座等を基準として機器上の基準座の座標を所要の座標になるように誘導する。
- (2) レーザトラッカーの測定結果は、水平方向を採用し、鉛直方向は参考値とする。
- (3) 鉛直方向は、水準儀の測定結果を採用することを標準とする。また、鉛直方向にアライメントするときは地球の曲率を考慮することとする。
- (4) 垂直偏向部の機器傾斜測定の方法は、別途協議により最適な方法を検討するものとする。
- (5) レーザトラッカーにより水平方向を誘導、水準儀により鉛直方向を誘導、傾斜計により傾きを誘導し、所要の状態にアライメントし、移動調整機構をロックした後で確認した測定値を『最終アライメント結果』とし確認・検査の対象とする。

なお、本作業には機器の移動調整は含まないものとする。

5.4 目標精度

5.4.1 3NBT トンネル内の精密測量の目標精度

3NBT の測量網は狭隘であるため、RCS 側の基準点座標を固定した場合、その基準点の誤差が最終端である中性子ターゲット側に大きく影響を及ぼす。さらに、中性子源ターゲット側も固定すると両方の誤差で測量網を歪ませることになる。それらの誤差は全体測量あるいは「外部基準点」などの結果で決まる。したがって固定点を必要とせずレーザトラッカーの観測値から測量網を決定する「自由網平均計算による座標（フリーネットワーク解）」の誤差楕円（座標の標準偏差の2次元的表現方法）の長軸半径を2[mm]以内を目標精度とする。

5.5 作業スケジュール

本作業は J-PARC 加速器のメンテナンス期間である 2026 年 7 月初めから 9 月終わりまでに行うものとする。詳細のスケジュールに関しては別途打合せの上決定とする。

5.6 作業場所

本作業は放射線管理区域内で行う。放射線の線量はほぼバックグラウンドレベルとなっているが、一部線量が高い所もあるので作業者は発注者と綿密に連絡を取り合い、十分に注意して作業を行うものとする。

5.7 作業補助員

本仕様に含まれない電磁石の位置調節等は作業補助員が行うものとする。作業補助員は発注者から 3 名程度を提供するものとする。

6. 試験・検査

6.1 3NBT トンネル内の精密測量

仮定網平均計算で各基準座の誤差楕円の長軸半径が 2[mm]以内であることを確認する。

7. 業務に必要な資格等

- (1) 測量法に基づく測量士の有資格者が作業を行うこと。
- (2) 測量作業における担当技術者は、測量法に基づく測量士及び基準点測量専門技術 1 級の有資格者であること。
- (3) 加速器の放射線管理区域内の作業となるので、全ての作業者は管理区域内で作業できる資格を有すること（放射線業務従事者であり、必要な教育を受けていること）。

8. 支給品及び貸与品

8.1 支給品

作業において必要な電気、水については無償にて支給する。

8.2 貸与品

現地作業において、以下は、無償にて貸与する。

・ Leica 社 高精度トータルステーション TDA5005	1 式
・ Leica 社 デジタルレベル DNA03 及び専用スタッフ	1 式
・ SOKKIA 社 チルティングレベル PL1 及びスーパインバースタッフ	1 式
・ 傾斜計 WYLER BlueLEVEL	1 式
・ Leica 社 天底鉛直器 NL	1 式

・ 三脚(Quick Set)	3 脚
・ 標尺立て	2 式
・ XY ステージ	1 式
・ ハイタッチセット (75mm, 150mm)	1 式
・ ビームモニター測定用ピンネスト	1 式

9. 提出書類

(1) 工程表	契約後速やかに	3 部	要確認
(2) 作業要領書	作業着手 2 週間前	3 部	要確認
(3) 作業日報	随時	3 部	
(4) 過程記録写真	納入時	3 部	
(5) 完成図書	納入時	3 部	
(6) 図面・文章を収めた電子媒体	納入時	1 セット	

(確認方法)

「確認」は次の方法で行う。

原子力機構は、確認のために提出された図書を受領したときは、期限日を記載した受領印を押印して返却する。また、当該期限までに審査を完了し、不適切な場合には修正を指示し、修正を指示しないときは、確認したものとする。

(提出場所)

日本原子力研究開発機構 原子力科学研究所内の指定場所

10. 検収条件

下記の条件を満たした時点で検収されたものとする。

- (1) 第 5 項に記載した作業がすべて完了していること。
- (2) 第 6 項に記載した試験検査に合格していること。
- (3) 第 9 項に記載した提出書類の完納及び内容の確認。

以上をもって検収条件とする。

11. 特記事項

- (1) 当機構から提示される検討資料、情報を本契約以外の目的で第三者に提供するときは、あらかじめ書面による当機構の承認を得るものとする。
- (2) 当機構担当者と緊密に連絡を取りながらすべての作業を実施すること。
- (3) 本件について疑義が生じた場合、その対処方法については、双方の協議に基づき、当機構が指示をするものとする。

12. 検査員及び監督員

検査員

- (1) 一般検査 管財担当課長

監督員

- (1) 作業・試験・検査 J-PARCセンター 加速器第四セクション 研究副主幹

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。

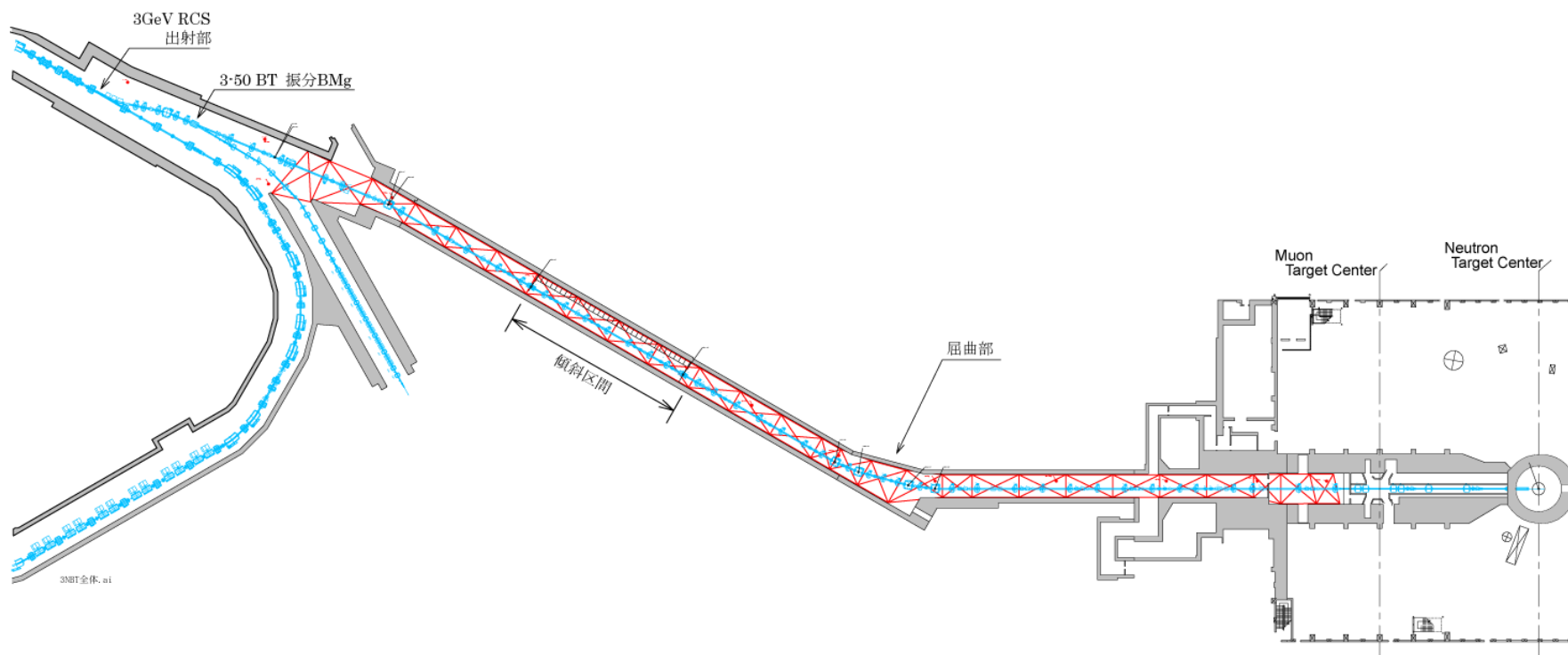


図 1 3NBT 測量&アライメント区間概要図

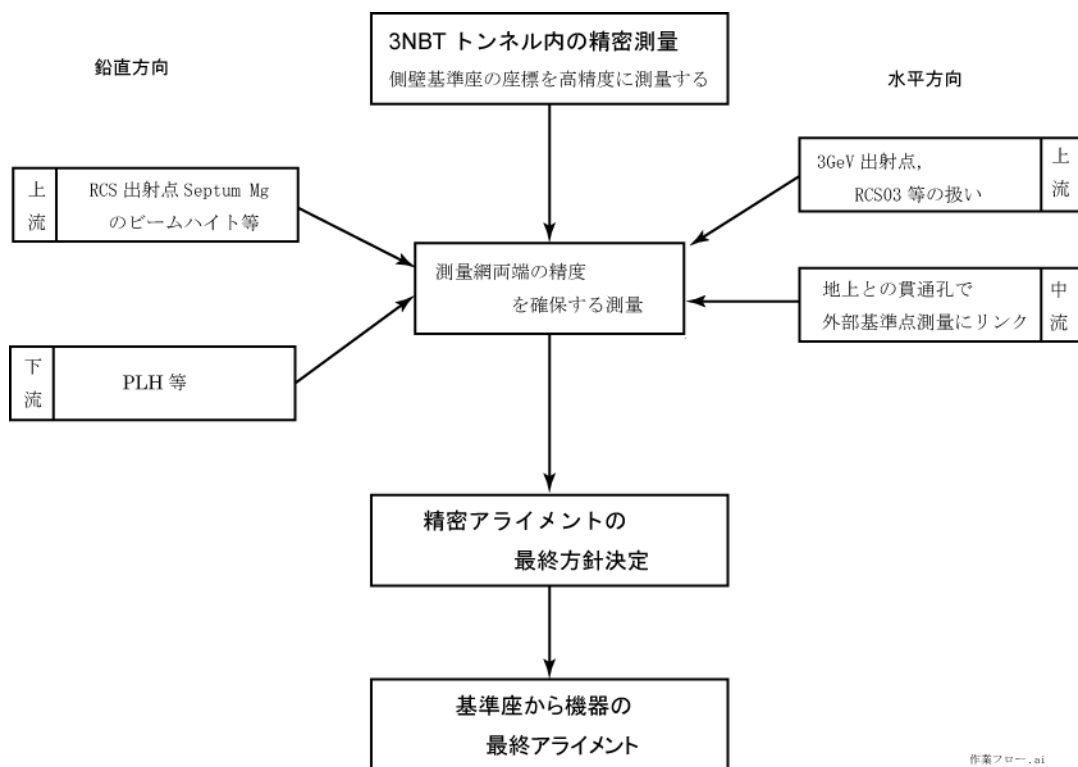


図 2 作業概略フロー及び留意点



図 3 L型側壁基準座