

ビーム診断用バンチャー空洞の製作  
仕 様 書

令和8年6月

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

### 1. 件名

ビーム診断用バンチャー空洞の製作

### 2. 目的

本件は J-PARC リニアック上流の 3 MeV ビーム輸送系にて、ビーム品質を診断するためのバンチャー空洞の製作である。バンチャー空洞の内曲面の幾何形状加工には高い寸法精度が要求される。さらに安定したビーム運転には十分な真空性能を有し、適切に空洞共振周波数を調整するためのチューナーが適用できる構造を有する必要がある。空洞の主材料は優れた真空特性を持ち適切な機械加工を施すことのできる高純度無酸素銅である。電極には高い表面電場が発生するため、曲面の表面荒さの管理などについて、加工工程毎に細心の注意を払って取り扱う必要がある。本件にて製作するバンチャー空洞は空洞内部に生じた高周波電場によりビームの時間・エネルギー分布の構造を変化させるものであり、空洞内電場変化に対するビーム分布の応答を観測することでビーム品質を評価でき、安定したビーム運転に資する。

### 3. 基本仕様

本件で製作するバンチャー空洞は空洞中央部に上下流からノーズコーンと呼ばれる突起上の構造を有するピルボックス型と呼ばれる構造である。ノーズコーン付近に生じる高周波電場により粒子を加速する。表 1 にバンチャー空洞の基本パラメータを示す。

表 1 バンチャー空洞の基本パラメータ

最大出力ビームエネルギー	3.3MeV 未満
周波数	324MHz
最大表面電場強度	28 MV/m (目標値)
高周波ピーク電力	30kW 以上 (目標値)
大電力高周波パルス幅	100 $\mu$ s 未満
大電力高周波繰り返し	1Hz
電極構造	ピルボックス型
空洞長さ	230 mm 程度
分割パーツ数	5
空洞材質	無酸素銅 (C1020)
真空排気ポート	空洞から 2 ヶ所以上のポートで排気
真空シール構造	バイトン 0 リングシール

#### 4. 員数

バンチャー空洞一式の概略を図1に示す。空洞は以下の機器から構成される。

ビーム診断用バンチャー空洞	数量	1台
1) 空洞センタープレート		1個
2) ノーズコーン部サイドプレート		上流側と下流側それぞれ1個
3) 端版部サイドプレート		上流側と下流側それぞれ1枚
4) ポートフランジ、真空封止用ブランクフランジ	9か所	(ビームポート含む)
5) 架台及び架台調整用部品		1台
6) ポート及びパーツ接続部用バイトンOリング、RFコンタクト		1式

上記1)～6)はすべて組み立てた状態で納入すること。

#### 5. 詳細仕様

各部品の製作において、次に示すA)～D)は共通仕様とする。

- A) 加速空洞を構成する各部品の無酸素銅表面は十分な洗浄を施すこと。
- B) 本件を構成する真空部品（フランジ、ダクト等）は本仕様書内に特に指定のない限り、素材はステンレスとする。
- C) 高周波電力による表面電界および表面電流が発生する箇所では、エッジ部の面取り加工を必須とする。特に電磁場の集中する箇所はR加工とする。手作業での面取りは可能であれば避けること。
- D) リークテスト時など、真空排気する場合はドライポンプを使用すること。

空洞構造の各部概要を図2に示す。

##### (1) 加工

加工方法はエンドミル等を使用したNC加工を基本とする。各部の詳細寸法は別途当機構担当者が指示する。形状に関する許容誤差は以下とする。

- ・断面形状誤差：±0.03 mm
- ・表面粗さ：Ra1 μm
- ・幾何公差：はめ込みのクリアランスは40μm程度。同心度の仕上がり基準同芯度をφ0.1程度とする。
- ・組立誤差：ノーズコーン先端の空洞中心に対する相対位置が±0.03mm以下
- ・各ポート内面の面取りR半径精度：R1~2mm程度
- ・真空耐圧に対する許容精度：空洞内部の真空度は1E-6 Pa程度までを想定した強度を有するものとする。

(2) 組立

組立寸法検査は 0.01mm 以上の精度を持つ 3 次元測定器を用いて検査するものとする。許容位置誤差を以下に示す。

- ・ 位置精度：±0.04mm 以下

(3) 洗浄

各パーツは炭化水素系有機溶剤で加工油と削り滓を洗い流した後、イソプロピルアルコールまたはアセトンによる拭き上げののち、エタノールにて手作業で拭き上げるものとする。

(4) パーツ連結構造

- ・ 連結部フランジ材質：SUS316L または SUS304(支給品)
- ・ 真空シール：バイトン O リングシールもしくは同等以上の真空特性を有するもの
- ・ 電気接触：RF コンタクト
- ・ 連結部位置精度：相互の電極相対中心について断面方向±0.04mm 以下
- ・ 空洞全域の直線性：±0.1mm 以内

(5) チューナーポート、RF カップラーポート、真空排気ポート、ピックアップポート  
空洞側面からの開口部をポートとして、各部の仕様を表 2 に示す。

- ・ 材質：ポート部はステンレス
- ・ 取付機器取り合い：フランジ (ICF 規格または JIS O-リング規格を基本とする)
- ・ 取付部真空シール：バイトン O リングシール

表 2 各部ポートの仕様

チューナーポート	ICF114 フランジ、φ 48mm
RF カップラーポート	ICF114 フランジ、φ 52mm
真空排気ポート	ICF114 フランジ、φ 60mm
ピックアップポート	ICF70 フランジ、φ 12mm

(6) 外部基準座

- ・ 1) 測量用ピン穴：φ 6mm (はめ合い H7)、深さは別途指示。
- ・ 員数：別途指示。
- ・ 位置：別途指示。

- ・ 2-1)上流端版用ピン穴：φ6mm（はめ合いH7）、深さ10mm
- ・ 2-2)下流端版用ピン穴：φ7mm（はめ合いH7）、深さ10mm
- ・ 員数：空洞上下流端部、両側面と上下面に各1ヶ所
- ・ 位置：組立後に空洞中央軸からの穴位置を3次元測定器により測定しておく

#### (7) 架台構造

図3に示すように、原子力機構が有するテストベンチ用プレート部分に適切に締結設置でき、なおかつ適切な位置調整機構を有するような構造の空洞専用架台を製作する。本件で製作する架台には空洞本体と接続された架台脚部、空洞位置調整機構、架台付属のテストベンチ側への設置用プレート、並びにそれらと接続するために必要なネジ類及び付属関連部品一式を含むものとする。

- ・ 架台部分材質：SS400
- ・ 調整位置精度0.1mm以下
- ・ 調整距離：水平2軸及び垂直の3次元方向にそれぞれ±5.0mm程度

#### (8) 吊具構造

組立後の空洞を適切にクレーン等で運搬できるよう、空洞外側パーツに対して吊手構造を製作する。必要な部品と設置箇所は下記の通りとし、空洞全体の荷重を適切に支えることができ、なおかつ不適切な機械的歪みが空洞へ生じないように必要な荷重構造計算を実施して完成図書等に結果を記載すること。吊具構造には関連するネジ類及び付属関連部品一式を含むものとする。

- ・ 吊手部品：フレノリンクボルト
- ・ 設置箇所：4点

### 6. 試験検査

試験検査要領書及び試験成績書には下記事項を記載すること。

- ・ 試験・検査項目
- ・ 試験・検査方法
- ・ 使用機器・装置等
- ・ 合否判定基準
- ・ その他、当機構と協議の上、必要と判断された事項

検査項目は以下とする

- (1) 外観検査：機能にかかわる傷、汚れ等の確認（目視による）
- (2) 員数検査

(3) 真空リーク試験

- ・リーク試験時には粗引き系統も含め、ドライポンプを使用すること。
- ・He リークテストを実施する。He リークレートで  $1.0 \times 10^{-10}$  Pa. m<sup>3</sup>/s 以下であること。

(4) 空洞寸法検査

- ・加工、組立の各段階での主要寸法測定を示し、許容範囲内であることを示すこと。

(4) 共振周波数検査

- ・組立後に周波数測定を職員立会いのもと実施して、実際に動作する真空条件、温度 27 度付近で  $324 \pm 0.15$  MHz であること。

7. 提出図書

図書名	提出時期	部数	確認
工程表	契約後速やかに	3 部	要
確認図	製作着手前	3 部	要
試験検査要領書	検査着手前	3 部	要
検査成績書	納入時	3 部	不要
完成図	納入時	3 部	不要

提出書類は書面のほか、電子フォーマットは PDF および dxf 形式、stp 形式を主とする。

(提出場所)

日本原子力研究開発機構 J-PARC センター  
加速器ディビジョン 加速器第一セクション

8. 支給品

以下に支給品を列挙する。支給場所は日本原子力研究開発機構原子力科学研究所 (茨城県那珂郡東海村大字白方2番地4) とする。

- |                               |     |
|-------------------------------|-----|
| 1) センタープレート部材 (無酸素銅(C1020))   | 1 個 |
| 2) サイドプレート 1 部材 (無酸素銅(C1020)) | 2 個 |
| 3) サイドプレート 2 部材 (無酸素銅(C1020)) | 2 個 |
| 4) センタープレート部材 (無酸素銅(C1020))   | 1 個 |
| 5) 空洞架台用ステンレス材(SUS 304)       | 1 個 |
| 6) 空洞本体受け用架台プレート材(SS400)      | 1 台 |
| 7) 架台上での位置調整用部品ブロック材          | 6 個 |

8) ICF114 コンバートフランジ	5 個
9) ICF70 コンバートフランジ	2 個
10) 真空シール用 O リング	11 セット
11) 固定ボルトナット類	11 セット
12) 位置決めピン	2 セット
13) 真空シール用メタルガスケット	7 セット
14) ICF114 ブランクフランジ	5 個
15) ICF70 ブランクフランジ	2 個
16) NW40 半月クランプ	2 個
17) NW40 半月センターリング	2 個
18) NW40 ブランクフランジ	2 個
19) RF コンタクト	1 セット
20) 吊り治具(フレノリンクボルト M12)	4 個

#### 9. 納期

令和9年2月26日

#### 10. 納入場所及び納入条件

##### (1) 納入場所：

茨城県那珂郡東海村大字白方2番地4

国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構

J-PARC リニアック棟

##### (2) 納入条件

持込渡し

#### 11. 検収条件

10. (1) に示す納入場所に納入後、員数検査、外観検査及び「6. 試験検査」に定める試験検査並びに提出図書の合格をもって検収とする。

#### 12. 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）の採用が可能な場合は、これを採用するものとする。

(2) 本仕様で定める提出図書（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。

### 13. 特記事項

- ・ 受注者は、当機構と緊密な連絡を取りつつ設計検討を行うこと。
- ・ 受注者は、当機構から提示する設計前提条件となる加速器の基本仕様等の知り得た情報を、本契約以外の目的で特定の第三者に提供しようとするときは、あらかじめ書面による当機構側の承認を得なければならないものとする。
- ・ 受注者は、本契約に基づく業務の内容および成果について、発表もしくは公開し、または特定の第三者に提供しようとするときは、あらかじめ書面による当機構側の承認を得なければならないものとする。
- ・ 本仕様に関して疑義が生じた場合は、双方の協議の上決定する。
- ・ 本契約実施に関して、実行上の疑義が生じた場合には、別途協議の上、当機構が指示するものとする。
- ・ 本検討により得られた成果を利用または処分する権利は、当機構に帰属する。但し、受注者は、当機構側の書面による同意を得て、この成果を利用することができるものとする。
- ・ 本件は、精密に加工された真空機器に関するものであるため、保管時も含めた全工程において、無用な汚れや損傷を起こさないよう、養生に努めるものとする。

### 14. 協議

本仕様書に記載されている事項及び本仕様書に記載のない事項について疑義が生じた場合は、原子力機構と協議のうえ、その決定に従うものとする。

以上

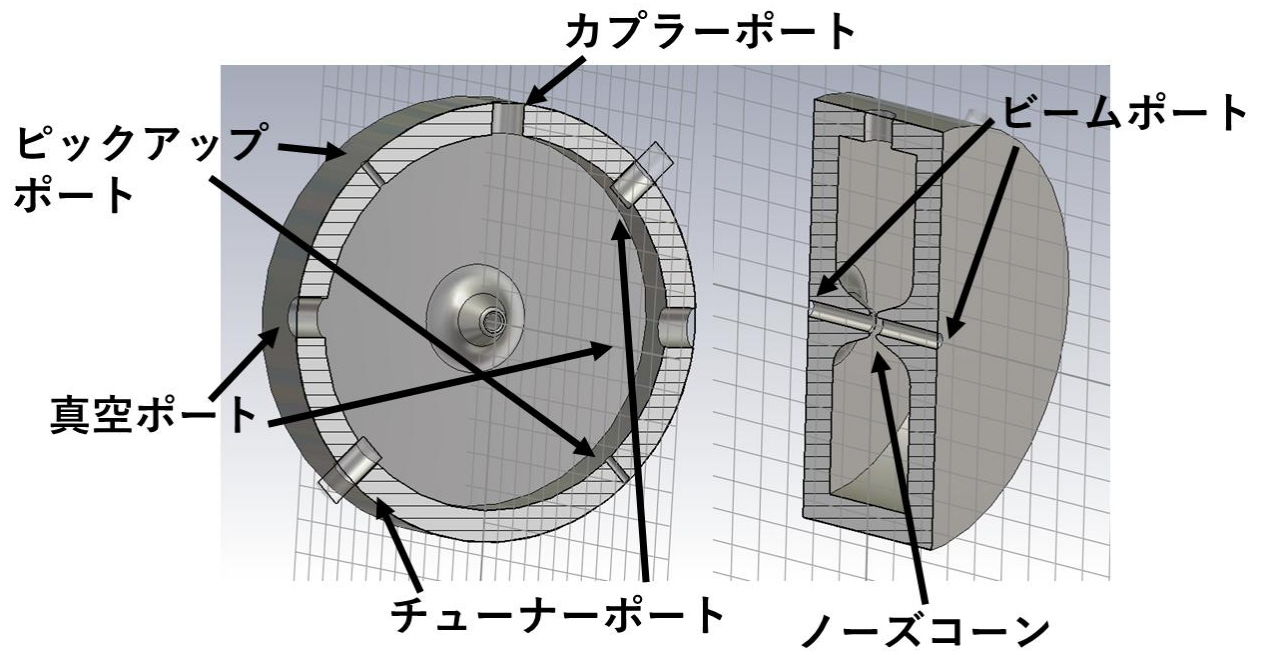


図1. バンチャー空洞の概要

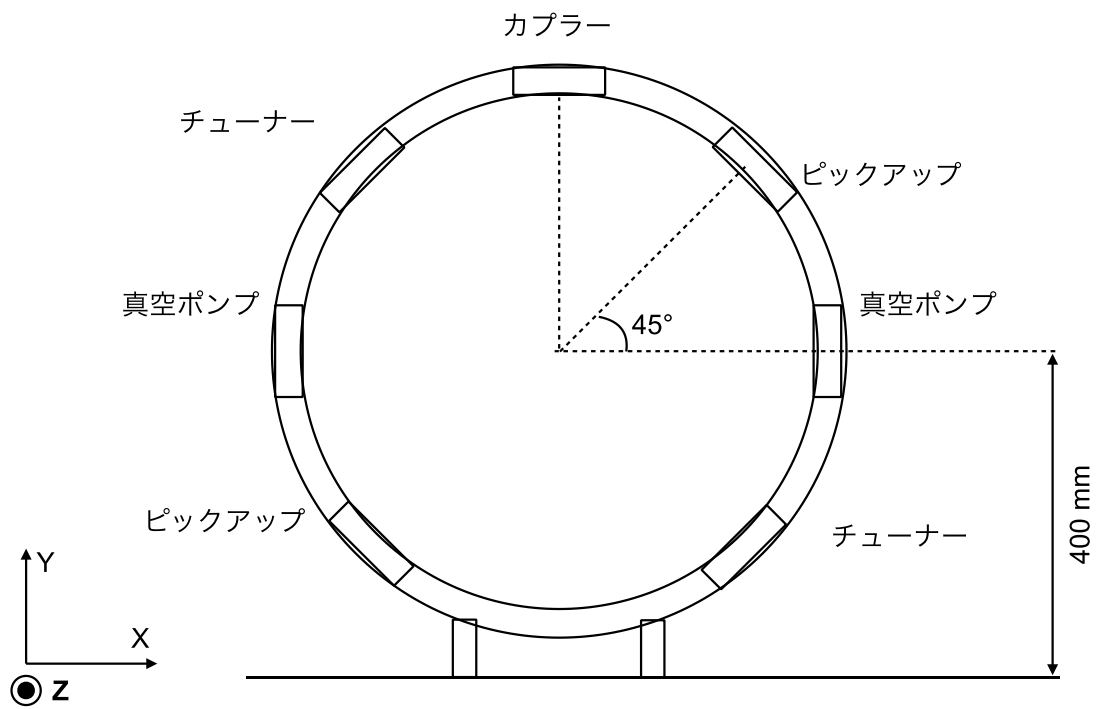


図 2 空洞構造の各部概要

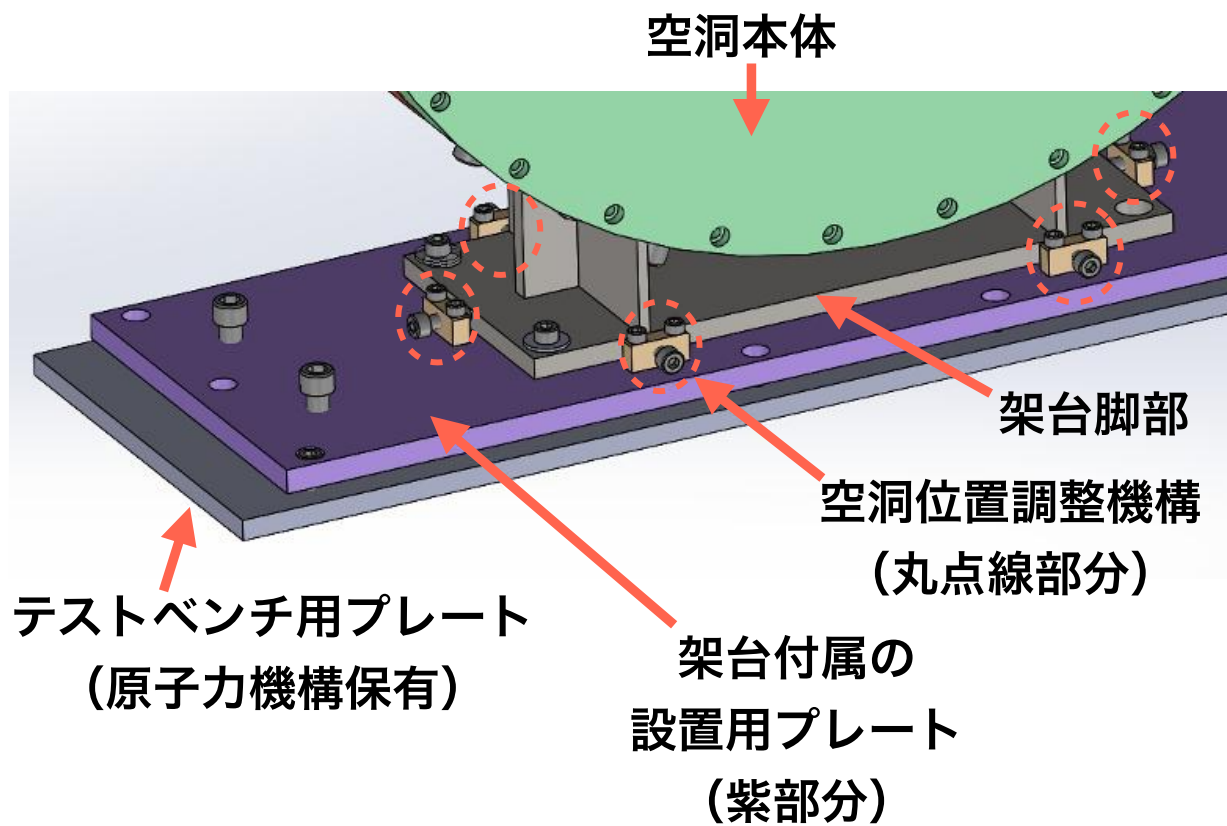


図3 空洞架台の構造概要