

仕様書

## 2次元 X線検出器の購入

Procurement of a two-dimensional x-ray detector

国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構

## 1. 概要

### 1.1. 件名

#### 2次元 X線検出器の購入

Procurement of a two-dimensional x-ray detector

### 1.2. 目的

本件は、国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構（「QST」という。）が運用する NanoTerasu において、散乱 X線の位置分解検出に用いるため、2次元検出器の整備を行うものである。

### 1.3. 数量

2次元 X線検出器： 一式

### 1.4. 一般事項

#### 1.4.1. 納入場所

宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 468-1

NanoTerasu 内実験ホール指定場所

#### 1.4.2. 納入期限

令和9年3月26日

#### 1.4.3. 適用法規・基準

- a) 労働安全衛生法
- b) 本仕様書で規定されていない仕様については、「次世代放射光施設ビームライン機器共通仕様書」に記載された共通事項を遵守すること。本仕様書の規定との間に差異がある場合には、原則として本仕様書の規定を優先するものとするが、個々の案件については QST 担当者と協議の上確認した後に実施するものとする。
- c) 本仕様書内で特に指定のない物品については、JIS 規格または相当品以上のものを使用すること。
- d) 他、QST が定める基準や規定に従うこと。

#### 1.4.4. 検収条件

3.1 項に記載する納入場所に据付後、外観検査及び 1.4.8 項に定める試験検査及び提出図書の合格をもって検収とする。

#### 1.4.5. 保証期間

検収完了後 1 年間とする。明らかに受注者の責に帰すると判断される重大な問題が生じた場合には保証期間後であっても無償で対応すること。

#### 1.4.6. 契約不適合責任

契約不適合責任については、契約条項のとおりとする。

## 1.4.7. 提出書類

### 1.4.7.1. 印刷物

表 1 に示す図書を印刷物として提出すること。

表 1 提出書類一覧

	図書名	提出時期	部数	確認
1	外形図	契約後速やかに	1	要
2	試験検査成績書	納入時	1	不要
3	取扱説明書（日本語又は英語）	納入時	1	不要
4	ソフトウェア取扱説明書 （日本語又は英語）	納入時	1	不要
5	ソフトウェア開発説明書 （日本語又は英語）	納入時	1	不要
6	完成図書	納入時	1	不要

- a) 印刷物は、原則 A4 サイズ用紙で提出すること。図面についてはこの限りではないが、A3 より大きなサイズの図面については、A3 に縮小印刷したものを添付すること。
- b) 印刷物は、原則 A4 のチューブファイル等に綴じた状態で提出すること。
- c) 製作仕様書は、承認用図面、装置外観図を含むものとする。
- d) 完成図書は、表 1. 提出書類一覧の各項を印刷したものに加え、これらの電子ファイルを収録した記録媒体を併せて、表紙と目次を付して A4 ファイルに綴じたものとする。大型図面は折りたたんで収納することとし、文字が判読できない縮小図は不可とする。

### 1.4.7.2. 電子ファイル

- a) 表 1 に示す提出図書を、Adobe Acrobat (pdf) ファイルもしくは Microsoft Word (docx) ファイルの電子可読形式ファイルで提出すること。
- b) 完成図書の外形図の 2D CAD (dwg あるいは dxf 形式) 及び 3D CAD (parasolid あるいは step 形式) のファイルを提出すること。
- c) 提出された CAD ファイルは周辺機器との干渉や取り合い等を確認するために使用される。その目的において、使用を制限した上で他社とファイルを共有する場合があるため、必要に応じて支障のない範囲の CAD ファイルを提出すること。
- d) 提出される電子ファイルを収録する記録媒体は CD-R、DVD-R、DVD+R のいずれかとする。提出前に最新定義ファイルに更新されたウイルス検知ソフトでウイルスチェックを行うこと。

## 1.4.8. 検査項目

受注者は、自社の品質保証体制および社内規定に基づき必要な試験・検査を実施すること。検査結果は検査成績書として提出すること。場合により、検査時に取得したデータの開示を要求することがある。

#### 1.4.9. グリーン推進法の推進

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。

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。

#### 1.4.10. その他特記事項

- a) 受注者は、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、QST 担当者と協議の上その決定に従うものとする。協議内容は文書によるやり取りを原則とし、その内容について受注者と QST 担当者の双方が確認する。
- b) 据付・試運転調整における現地作業においては、QST 及び設置場所管理者に連絡を取りその指示に従うこと。特に振動・騒音及び異臭等を伴う現場作業は、工事日程が制限される場合があるため、作業工程立案及び工程管理に関しては QST 担当者との連絡を密にとり、その指示に従うこと。
- c) 性能向上に関わる提案がある場合は QST 担当者と協議を行い、承認を受けた後に実施すること。
- d) 必要に応じて工場立ち合いを行う場合があるので、協力すること。
- e) 光学設計の変更により据付位置が変更になる場合があるので、QST 担当者との連絡を密にとり、その指示に従うこと。

## 2. 仕様

### 2.1. 概要

本件の 2 次元検出器は、NanoTerasu 放射光ビームラインにおいて、X 線を位置分解検出することにより、異なる出射角度の X 線を同時に測定することができる。測定に必要な角度分解能を達成するための位置分解能と高い検出効率を有することに加えて、テンダー X 線領域から硬 X 線領域の幅広いエネルギー範囲に対応することが求められる。

### 2.2. 機器構成

魁サイエンティフィック社製 CITIUS280k-W1（相当品可）：一式

本件の製作物及び作業内容は以下とする。詳細は各項目を参照すること。

- a) X 線用 2 次元検出器
- b) 必要となるすべての周辺回路とケーブル
- c) データ処理系
- d) ソフトウェア

### 2.3. 技術仕様

#### 2.3.1. 共通仕様

- a) 材料の選定にあたっては、安定動作のために必要な強度、剛性に注意を払うこと。

### 2.3.2. X線用2次元検出器

- a) 真空および大気圧下で使用できること。
- b) 真空容器内に搭載し、 $1 \times 10^{-1}$  から  $1 \times 10^{-2}$  Pa での運用ができること。
- c) 大気圧下では室温 20–30°C、相対湿度 20–80%の結露しない条件で動作すること。
- d) ピクセルサイズが  $75 \mu\text{m} \times 75 \mu\text{m}$  以下であること。
- e) 受光面積が  $25.0 \text{ mm} \times 50.0 \text{ mm}$  以上であること。
- f) 開口率が 100%であること。
- g) 2.1–6 keV の X 線に対する量子効率が 93%以上、6–12 keV の X 線に対する量子効率が 86%以上、12–20 keV の X 線に対する量子効率が 41%以上であること。
- h) 読み出し速度とノイズ
  - (ア) フレームレートが 8 kHz 以上であること。
  - (イ) 1 ピクセルあたり 1frame で 12 keV の X 線を 1800 光子以上を飽和せずに検出できること。
  - (ウ) 出荷前工場検査時点で有感 1 ピクセルに生じるノイズが  $60 \text{ e}^- \text{ rms}$  程度以下であること。
- i) カメラヘッド筐体に備え付けられているコネクタからデータ処理用サーバーのコネクタまでの画像データ転送部は、電氣的ノイズの影響を避けるために光ファイバーであること。
- j) 冷却水管、電力・信号線を除いて幅 50 mm x 高さ 100 mm x 奥行き 200 mm 以内であること。
- k) 2.5 kg 以下であること。
- l) 外部トリガーによって連続フレームでの撮影を開始し、また VETO 信号によって記録するフレームを選択できること。
- m) 水冷配管は長手方向と直行する向きにそのポートを持つこと。
- n) 真空中での動作時の排熱は冷却水によって処理可能であること。

### 2.3.3. 周辺回路とケーブル

- a) 2次元検出器を動作させる電源を含むこと。
- b) 以下のケーブルを含むこと（真空側・大気側ともに含む）
  - (ア) 本仕様内の機器に電力を供給するケーブル
  - (イ) 2次元検出器と 2.3.4a)のボードを接続する画像データ用光ケーブルおよび制御用ケーブル
  - (ウ) 2次元検出器の外部トリガーおよび VETO 信号用ケーブル
- c) 真空側と大気側を接続するフィードスルーを含むこと。

### 2.3.4. データ処理系

- a) 検出器と接続してデータ取得するためのボードを含むこと。
- b) ボードは複数のフレームを積算することで、データ容量を圧縮する機能を持つこと。
- c) 日本コンピューティングシステム社製 VCXS-4UDR24L1302-G-T3 相当品以上であること。a)のボードを 4 枚以上接続可能であること。

### 2.3.5. ソフトウェア

- a) 以下の機能を備えること

(ア) カメラ制御

(イ) 2次元データ取得

(ウ) 外部ソフトウェアから制御するためのソフトウェア及び web API

b) ソフトウェアの利用説明書を付属すること。

(要求者)

部課（室）名： NanoTerasu センター  
高輝度放射光研究開発部 ビームライングループ

氏 名： 山本 航平

以上

## 選定理由書

1. 件名	2次元 X 線検出器の購入
2. 選定事業者名	株式会社ジェピコ
3. 目的・概要等	本件は、3GeV 高輝度放射光施設 NanoTerasu に整備するテンダー X 線用回折装置に用いる 2次元 X 線検出器の購入を行うものである。
4. 希望する適用条項	政府調達に関する協定その他の国際約束に係る物品等又は特定役務の調達手続について第 25 条第 1 項第 2 号③ (技術的な理由により競争が存在しない物品等又は特定役務)
5. 選定理由	<p>本件で調達する 2次元 X 線検出器は、2.1~20 keV の X 線を用いて結晶・界面・薄膜などの回折・散乱現象を詳細に解析し、原子レベルからミクロスケールにわたる構造解析を目的とする多極ウィグラーを光源とした共用ビームライン (11W) の回折装置に用いるものである。</p> <p>当該ビームラインにて供給予定の 2.1~20keV のテンダーおよび硬 X 線にまたがる幅広い光子エネルギー範囲において、高い量子効率を実現する検出器が不可欠である。また、回折測定では高い位置分解能が要求されるため、小さな画素サイズを備えている必要がある。さらに、テンダー X 線は空気吸収の影響が大きいことから、検出器は真空中で利用可能でなければならない。</p> <p>特に回折測定では検出器の位置を幅広い角度範囲で動かすため、検出器本体および周辺回路も含めて真空容器内に完全に格納できる真空対応構造でなければならない。真空容器のフランジに外付けする構造のものは適さない。加えて、回折強度は数桁にわたって変化するため、幅広い強度に対応する大きなダイナミックレンジが必要となる。</p> <p>上記の要求を満たすためには、予定エネルギー領域全体における実用的な量子効率 (90-40%)、高精度な回折測定に利用可能な画素サイズ (75 μm 角以下)、ダイナミックレンジ (1 ピクセル・1 フレーム当たりの検出光子数 1800 (12keV)、フレームレート (8kHz, 低いピクセルノイズ 60e-rms. 程度以下) を実現する検出器が必要である。これらの仕様をすべて満たす装置として、理化学研究所において開発されてきた CITIUS 検出器が唯一の選択肢であり、同検出器は真空対応のものも開発されている。</p> <p>CITIUS 検出器は、理化学研究所から技術提供されている魁サイエンティフィック株式会社によってのみ提供されており、同検出器の調整・利用のノウハウは他社には存在しない。</p>

	<p>以上の理由から、本件の仕様を満たし、要求される性能を確実に実現できる専門的・技術的能力を有するのは、魁サイエンティフィック株式会社の国内唯一の代理店である株式会社ジェピコに限られると認められるため、同社を選定事業者とするものである。</p>
--	---