

# NANOPIX

ナノスケールX線構造評価装置

小角・広角X線散乱測定でナノ構造の世界を拓く



**Rigaku**

POWERING NEW PERSPECTIVES

# 先進のナノ構造評価

ナノ粒子、たんぱく質溶液、高分子など幅広い試料に対応

## NANOPIX

NANOPIXは、実験室系小角専用装置ではこれまでにない小角分解能とX線強度を有しています。操作性を追求した設計で、カメラ長変更や試料アタッチメント交換がスムーズに行えます。さらにエントリーユーザーでも使いやすいよう、ハード・ソフトの両面からサポートします。

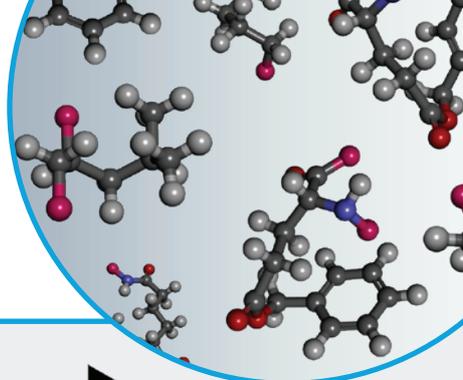
ポリマー、ナノ粒子、ゲル、高分子溶液、たんぱく質溶液など、幅広いアプリケーションに対応。さまざまな試料環境下での測定を充実のアタッチメントで実現します。



### スマートで簡単な操作

NANOPIXの光学系はすべて電動化されており、PCから簡単に制御できます。インテリジェントなガイダンス機能により、スペシャリストだけでなく、エントリーユーザーも使いやすくなっています。

試料ステージには先進のアタッチメントセンシング機能を搭載。アタッチメントを交換すると、制御ソフトウェアがアタッチメントを自動認識し測定をサポートします。

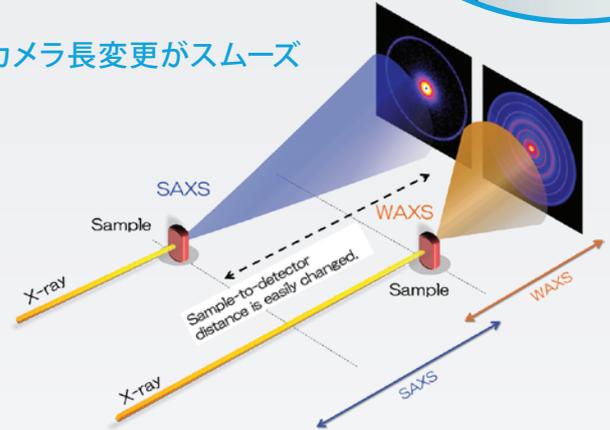


## 小角から広角まで

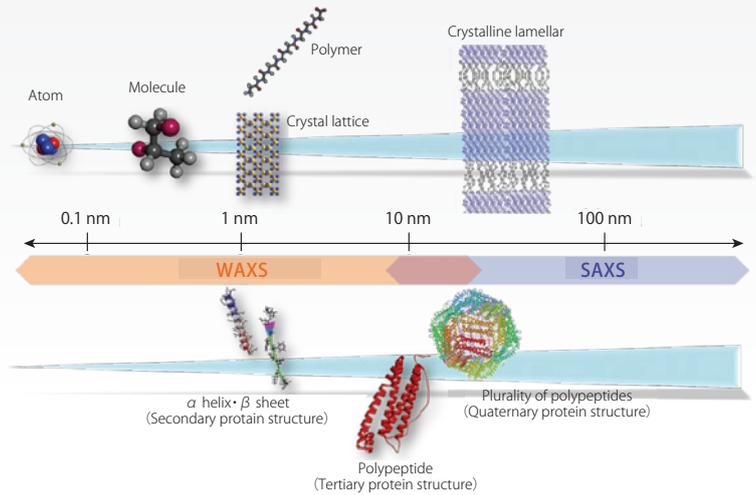
光学系は焦点が検出器上になるように設計されています ( $Q \text{ min} \sim 0.02 \text{ nm}^{-1}$ )。NANOPIXはWAXS測定 ( $2\theta$ で $\sim 60^\circ$ \*) や小角・広角同時測定 (オプションのImaging Plateなどを使用)にも対応しています。カメラ長変更もとてもスムーズです。

\* 測定範囲は搭載するアタッチメントにより異なる場合があります。

### カメラ長変更がスムーズ



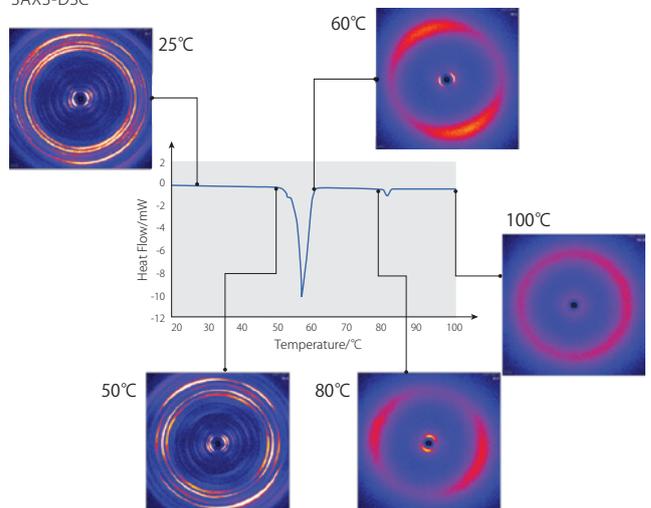
### 幅広い構造スケールに対応



SAXS測定とWAXS測定を組み合わせることで、幅広いスケールの構造を観察できます。ソフトマテリアルなど、階層構造を持つ材料の研究に適しています。

### SAXSとDSCの同時測定

SAXS-DSC



4'-Octyloxy-4-cyano-biphenyl (8OCB)の小角散乱パターンとDSCデータ

## さまざまな環境下での in-situ測定・同時測定

温度、湿度などを制御し、さまざまな環境下での構造変化を観察できます。必要に応じて、空気散乱や真空遮蔽膜からの散乱をなくすために真空下での測定も可能です\*。試料観察用カメラもオプションで用意しています。

\* 真空アタッチメントはオプションになります。



# 性能は高く ハードルは低く

## 高性能小角光学系

高輝度・高強度のX線源、低散乱ピンホールスリット、大面積2次元検出器など、リガクの最新の要素技術を結集した高性能システムです。

## 優れた操作性

試料やアタッチメント、真空パスなど、すべて簡単に手が届く位置に配置。試料アタッチメントにはキネマティックベースを使用し、スムーズな脱着が可能です。ビームストッパーの脱着やカメラ長変更も簡単に行えます。

## センシング機能

試料台には先進のアタッチメントセンシング機能を搭載。すばやく簡単に試料アタッチメントの交換ができます。

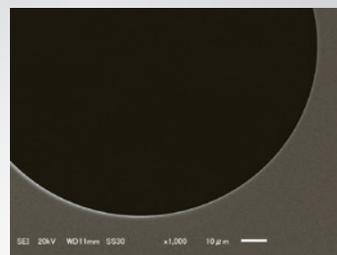
## 高性能を実現するリガクの要素技術



MicroMax-007 HF+ Confocal Mirror (OptiSAXS)

### ビームユニット

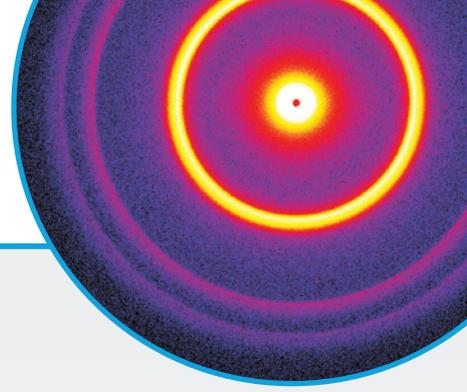
X線源は理想的な形で $\phi 70 \mu\text{m}$ に収束させることにより、圧倒的な輝度を実現した微小焦点・高輝度のターゲット回転対陰極X線発生装置。X線集光ミラーはNANOPIXのために設計された点収束型の長焦点楕円面多層膜ミラーで、高強度の入射X線が得られます。



ピンホールのSEM像

### 低散乱ピンホールスリット (ClearPinhole)

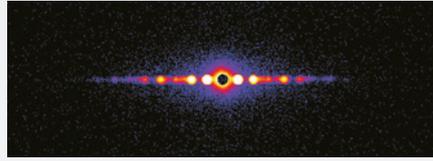
寄生散乱を低減する低散乱ピンホールスリットを搭載し、強度と分解能に優れた2ピンホール光学系を組みました。また従来の3ピンホール光学系と2ピンホール光学系を組み合わせることも可能です。



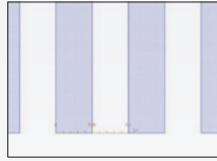
## 高い小角・空間分解能で幅広いスケールを測定

100ミクロンの空間分解能と高性能小角光学系によって、測定データの質的变化を実現します。

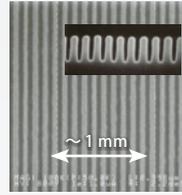
高い小角分解能  
(試料: 100 nm L-S grating)



カメラ長 1400 mm

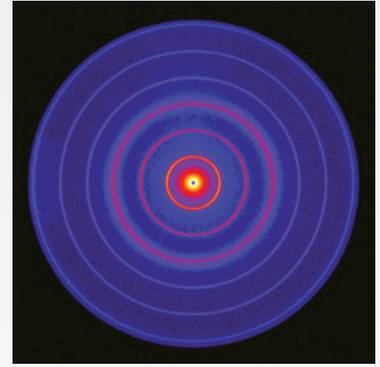


50 nm line and space



SEM image  
~ 1 mm

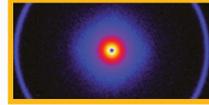
広い測定範囲  
(試料: ペヘン酸銀)



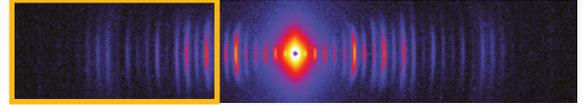
カメラ長 620.9 mm

## さまざまな“拡張測定”が可能

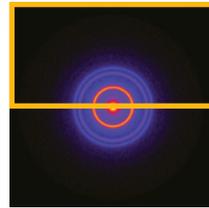
通常測定



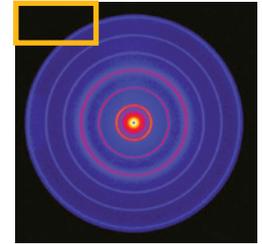
拡張測定



1 × 3 モード



2 × 1 モード



6 × 3 モード

は HyPix-3000 が一度にとらえる範囲



### 試料アタッチメント・真空パス

スムーズな脱着が可能なキネマティックベースや、出し入れが簡単な真空パスを搭載しています。簡単にセッティングの変更ができます。



HyPix-3000



HyPix-6000 (オプション)

### 高性能2次元検出器

優れた位置分解能と広いダイナミックレンジを有する HyPix-3000 を標準搭載。有効検出面積約 3000 mm<sup>2</sup> の大面積。より大面積の HyPix-6000 (オプション) も搭載可能。

# 多様な測定ニーズに対応

## GI-SAXSアタッチメント

GI-SAXS法は試料表面すれすれにX線を入射させ、材料表面のin-planeおよびout-of-planeのナノ構造を評価する手法です。NANOPIXではGI-SAXS測定用のアタッチメントをご提供しています。



GI-SAXSアタッチメント

## 延伸ステージ

試料を延伸させ、SAXS/WAXS同時測定が可能です。ポリマーの延伸による構造変化を観察することができます。



手動延伸ステージ



Linkam社製延伸ステージ

## システム

2.0 mシステムと3.5 mシステムをラインアップ。測定対象に適したシステムを選べます。



2.0 m



3.5 m



DSCアタッチメント

## 示差走査熱量計 (DSC)

小角散乱と示差走査熱量測定(DSC)の同時測定が可能です。構造変化に伴う吸発熱変化や熱量の大小などを評価できます。



温湿度アタッチメント

## 温湿度アタッチメント

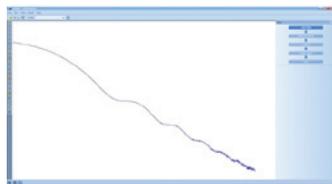
温度と湿度雰囲気を制御してin-situ測定ができます。加湿環境下における燃料電池材料評価が可能です。

# アプリケーション

## 粒子径・粒子径分布・粒子形状

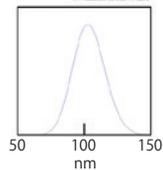
SAXS/WAXS測定はナノスケールサイズの粒子径・粒子径分布・形状解析に最適です。ギニエ・プロット、クラツキプロット、両対数プロットなどにより、粒径および形状の解析が可能です。

### シリカ粒子の粒子径・粒子径分布解析



シリカ粒子の1Dパターン

TEM image

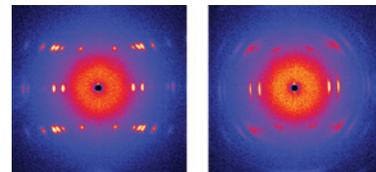


シリカ粒子の粒子径分布

## 階層構造

小角散乱はソフトマター(高分子や液晶など)の階層構造を明らかにする強力な手法です。ポリマー試料等を高温に加熱した状態で測定できます。それらの構造のサイズやその結晶性の評価なども可能です。

### 延伸させたポリマーのWAXSパターン



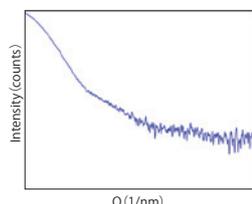
高延伸

低延伸

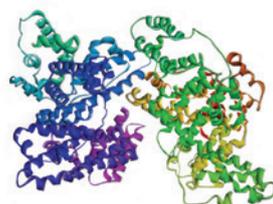
Poly- [(R)-3-hydroxybutyrate] (P3HB) のWAXSパターン

## 溶液散乱/タンパク質溶液散乱

タンパク質などの生体高分子の構造と機構の解析には、タンパク質が実際に機能する動的な溶液状態の構造解析が重要です。NANOPIXでは様々な試料環境下での溶液散乱に対応する為、溶液散乱専用の試料ホルダやアタッチメントを提供します。



ヒト血清アルブミン (HAS) の1Dパターン

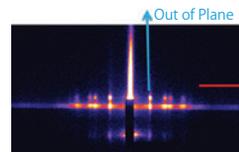


HASの結晶構造

## 表面構造

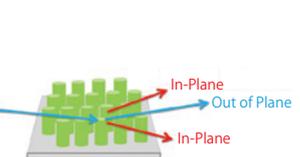
GI-SAXSは薄膜試料表面に対して非常に浅い角度でX線を入射させ、薄膜試料の空間的な構造情報を得る手法です。薄膜試料の周期構造や配向の評価が可能です。

### 異方性ナノシリンダー構造のGI-SAXSパターン



提供: 名古屋工業大学 山本勝宏 准教授

### 垂直配向したナノシリンダー



# 仕様

X線発生装置 (微焦点・高輝度X線発生装置)		
	MicroMAX-007 HF MR	FR-X (オプション)
輝度	31.0 kW/mm <sup>2</sup>	67.3 kW/mm <sup>2</sup>
焦点サイズ	φ70 μm	φ70 μm
出力	1.2 kW	2.97 kW
電圧/電流	40 kV 30 mA	45 kV 66 mA
ビームユニット		
Confocal 光学素子	Confocal Max-Flux Option (Cu線源用)	
コリメーション	2ピンホールスリット (標準、低散乱) 3ピンホールスリット (オプション)	
アタッチメント		
標準アタッチメント	標準試料ホルダー・セルを装着可能	
アタッチメント (オプション)		
GI-SAXS アタッチメント	T <sub>z</sub> , R <sub>y</sub> , R <sub>x</sub> 軸 (3軸ステージ) T <sub>z</sub> , R <sub>y</sub> , R <sub>x</sub> , φ軸 (4軸ステージ)	
汎用アタッチメント	温調・せん断・延伸ステージ (Linkam社製)、 加熱ステージ (Mettler社製) のアダプターが装着可能 (アダプター別売)	
真空アタッチメント	試料を真空雰囲気下にするための真空セル	
多試料真空 アタッチメント	複数の試料を設置可能な真空セル	
温湿度 アタッチメント	温度: RT~60°C*, 湿度: 90%RH*	
SAXS-DSC アタッチメント	熱流速型DSC, -30°C~300°C*	
手動延伸ステージ	標準アタッチメントに搭載可能	
ペルチェ温調 アタッチメント	測定温度範囲: -10°C~120°C*	
温度ステージ	HSFX350-GI (Linkam社製) 測定温度範囲: -195°C*~350°C 透過、反射測定対応	

\* アタッチメントの性能は外部環境によって異なる場合があります。

ベースステージ (試料ステージ電動架台)		
ベースYZステージ (電動)	水平方向 ±35 mm, 垂直方向 ±25 mm	
耐荷重	< 5 kg	
取り付け	キネマティックベース	
検出器 (2D Hybrid Pixel Array Detector)		
	HyPix-3000	HyPix-6000
検出素子	ピクセル型シリコン半導体素子	
有効検出面積	2984 mm <sup>2</sup>	5968 mm <sup>2</sup>
ピクセル数	775 × 385 pixels	775 × 770 pixels
ピクセルサイズ	100 μm × 100 μm	
計数率	> 2.9 × 10 <sup>11</sup> (1 × 10 <sup>6</sup> cps/pixel)	
データ転送フォーマット	最大 31-bit/pixel (ノーマル16-bit/pixel)	
エネルギー範囲	5.4 keV~30 keV	
エネルギー分解能	25%以下 (Cu Kα)	
読み出し時間	3.7 ms (zero dead time モードは0 ms)	
検出器ステージ (電動)	水平/垂直方向 ±100 mm	
試料観察用カメラ (オプション)		
CCDカメラなど		
セル		
標準試料セル		
セル (オプション)		
キャピラリーセル、溶液セル、フィルム・プレートセル、多連装セル、粉末/固定セル、フィルム膜厚方向試料セル、フローセル、ゲルセル、マッピングセル		
ビームストッパー		
ビームストッパー、半透過ビームストッパー (オプション)		
設置条件		
電源	本体 (X線発生装置を含む) 定格電圧: 3φ AC200V±10% 50/60Hz 定格電流: 20A	
アース	D種接地 接地抵抗100 Ω以下 (専用接地であること)	

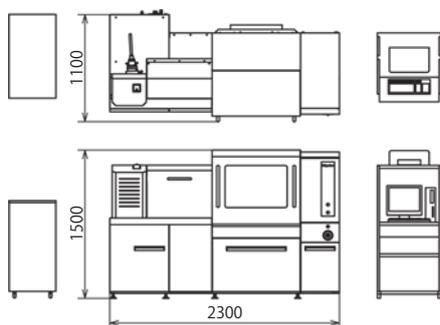
※ 送水装置および各種アタッチメント類の電源は含んでおりません。

測定範囲*								
		カメラ長 (mm)	Q min (nm <sup>-1</sup> )	Q max (nm <sup>-1</sup> )	2θ min (°)	2θ max (°)	d min (nm)	d max (nm)
NANOPIX 2.0 m システム	NANOPIX 3.5 m システム	60	0.5094	40.16	0.716	59.0	0.16	12
		150	0.2038	23.62	0.286	33.7	0.27	31
		350	0.0873	11.30	0.123	15.9	0.56	72
		500	0.0611	8.03	0.086	11.3	0.78	103
		650	0.0470	6.21	0.066	8.7	1.01	134
		750	0.0408	5.40	0.057	7.6	1.16	154
		1200	0.0255	3.39	0.036	4.8	1.85	247
		1400	0.0218	2.91	0.031	4.1	2.16	288

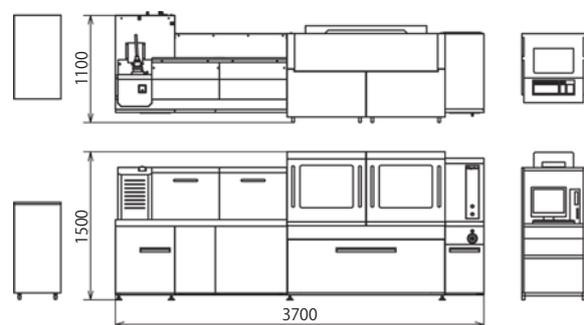
\* 測定範囲は搭載するアタッチメントにより異なる場合があります。

## 寸法図

2.0 m システム 本体重量 (X線発生装置を含む) 約700 kg



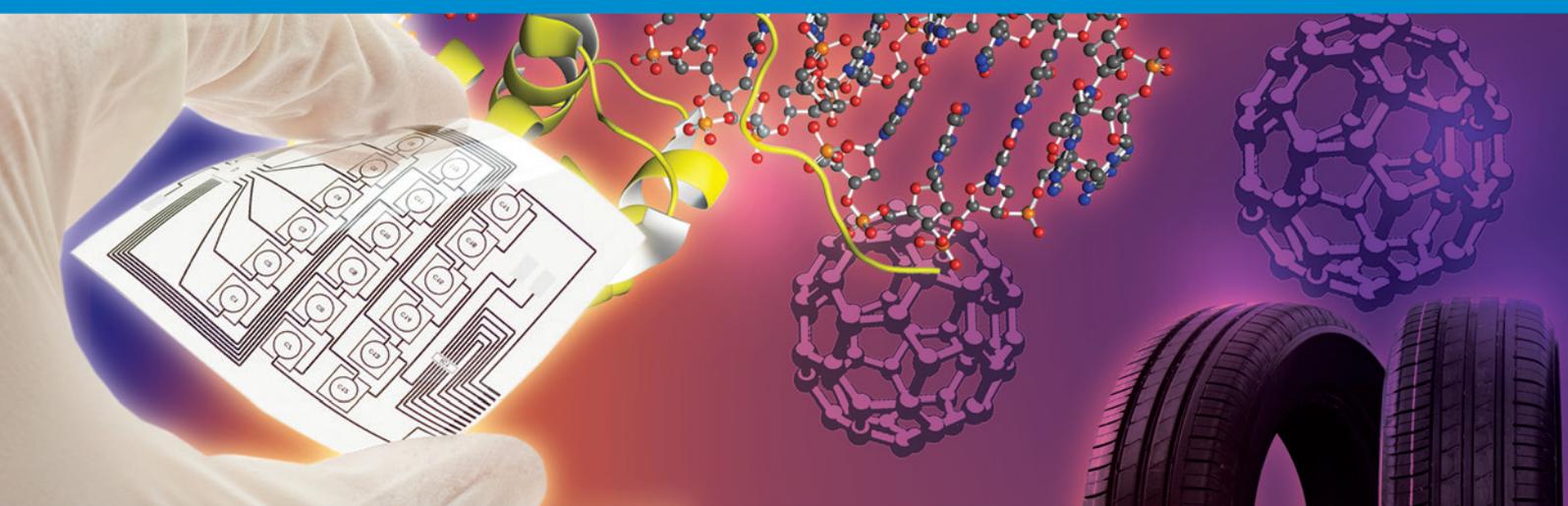
3.5 m システム 本体重量 (X線発生装置を含む) 約950 kg



# NANOPIX

ナノスケール X線構造評価装置

[www.Rigaku.com](http://www.Rigaku.com)



## 日本分析機器工業会規格 JAIMAS 0101-2001 に適合

\*カタログ中に掲載されている性能上の数値は、株式会社リガクによるテスト結果であり、他の環境下で常に同様の結果となることを保証するものではありません。

\*カタログ中の社名、製品名は各社の商標および登録商標です。

\*このカタログに掲載されている製品は、外国為替および外国貿易法の安全保障輸出管理の規制品に該当する場合がありますので、輸出する場合、または日本国外に持ち出す際は、日本国政府への輸出許可申請等、必要な手続きをお取りください。

製品改良にともない、やむをえず仕様・外観などを予告なく変更させていただく場合があります。ご了承ください。

株式会社 **リガク** 〒196-8666 東京都昭島市松原町3-9-12  
☎(042)545-8111 (代表電話案内) FAX.(042)544-9795

東京支店 / 〒151-0051 渋谷区千駄ヶ谷5-32-10 ☎(03)5312-7077 FAX.(03)5312-7078  
大阪支店 / 〒569-1146 高槻市赤大路町14-8 ☎(072)696-3387 FAX.(072)694-5852  
東北営業所 / 〒980-0804 仙台市青葉区大町1-2-16 ☎(022)264-0446 FAX.(022)223-1977  
名古屋営業所 / 〒461-0002 名古屋市東区代官町35-16 ☎(052)931-8441 FAX.(052)931-2689  
九州営業所 / 〒802-0005 北九州市小倉北区堺町2-1-1 ☎(093)541-5111 FAX.(093)541-5288

URL <https://www.rigaku.com>

## X線装置設置の届出について

X線装置の設置に際しては、下記の通り届け出が必要です。

- 中央省庁：装置設置の検査終了後30日以内に人事院へ
  - 公立機関：工事開始の30日前までに各都道府県の人事委員会へ
  - 民間機関：工事開始の30日前までに労働基準監督署へ
- 詳しくは、弊社支店・営業所までお問い合わせください。