

高解像度 X線イメージングシステム

各種放射光イメージング用途に応じて
構成要素を選択、最適化



高解像度X線イメージングシステムは、シンクロトロン放射光施設でのX線イメージングのアプリケーション用に設計したシステムです。入射したX線ビームを蛍光体で可視化するイメージングユニットと弊社製デジタルカメラを組み合わせ、リアルタイムのX線現象を撮影します。

X線による検出器へのダメージの低減を考慮した光学設計や、カメラ交換を容易にする専用の装着機構により、放射光イメージングの様々な用途に対して最適な構成要素のシステムを構築することができます。

特長

- 耐X線設計
- アタッチメント構造で蛍光体の交換が可能
- コントローラでフォーカス調整が可能
- カメラの交換が容易
- 高耐久性単結晶蛍光面 (オプション)

用途

- シンクロトロンイメージング
- X線ビーム・アライメント
- X線CT
- X線顕微鏡
- X線トポグラフィ
- XAFS

イメージングユニットセレクション

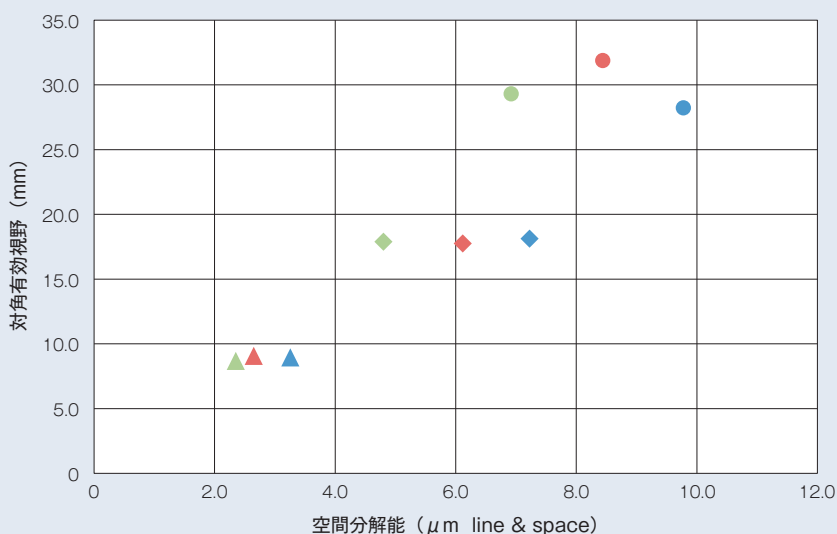
イメージングユニットは、空間分解能と有効視野の両方において高いバランスを備えた大面積タイプと、空間分解能に特化し、1 μm line&space 以下を識別できる顕微タイプの種類をご用意しています。求める分解能に応じて、イメージングユニットをお選びいただけます。

大面積タイプ

大面積タイプのイメージングユニットは、レンズアタッチメントを使用してカメラを接続します。

(カメラおよびレンズアタッチメントについては、6ページをご参照ください。)

空間分解能と有効視野の相関図 (参考データ)



イメーシングユニット	カメラ	レンズアタッチメント
M11427-43 AA41	ORCA [®] -Quest	A11444-8050
	ORCA [®] -Flash4.0 V3	A11444-4050
	ORCA [®] -Lightning	A11444-5050
M11427-44 AA41	ORCA [®] -Quest	A11444-8050
	ORCA [®] -Flash4.0 V3	A11444-4050
	ORCA [®] -Lightning	A11444-5050
M11427-62 AA60	ORCA [®] -Quest	A11444-8050
	ORCA [®] -Flash4.0 V3	A11444-4050
	ORCA [®] -Lightning	A11444-5050

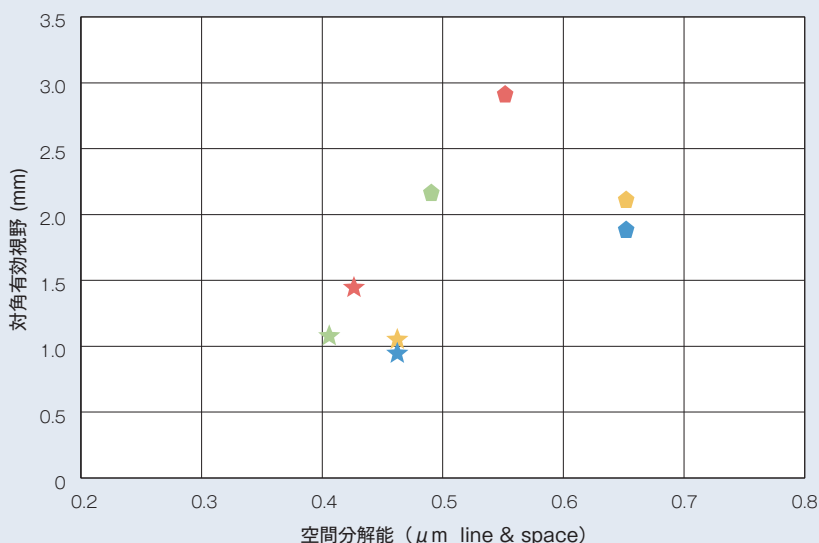
※上図の空間分解能、有効視野は蛍光体なしで可視光にて計測した実測値の一例です。参考データとしてご参照ください。詳細な計測条件についてはお問い合わせください。

顕微タイプ

顕微タイプのイメージングユニットは、CマウントまたはFマウントでカメラを接続します。レンズアタッチメントは使用しません。

(カメラについては、6ページをご参照ください。)

空間分解能と有効視野の相関図 (参考データ)



イメーシングユニット	カメラ
M11427-57 AA51	ORCA [®] -Quest
	ORCA [®] -Flash4.0 V3
	ORCA [®] -Lightning
M11427-58 AA51	ORCA [®] -Quest
	ORCA [®] -Flash4.0 V3
	ORCA [®] -Lightning
	ORCA [®] -Fusion

※上図の空間分解能、有効視野は蛍光体なしで可視光にて計測した実測値の一例です。参考データとしてご参照ください。詳細な計測条件についてはお問い合わせください。

イメージングユニット 大面積タイプ

- 高解像度X線イメージングユニット AA41 (50 mm)
M11427-43
- 高解像度X線イメージングユニット AA41 (24 mm)
M11427-44

蛍光体母材を入射窓材と兼用することで、分解能の向上と、より低いエネルギーのX線検出を可能にしています。

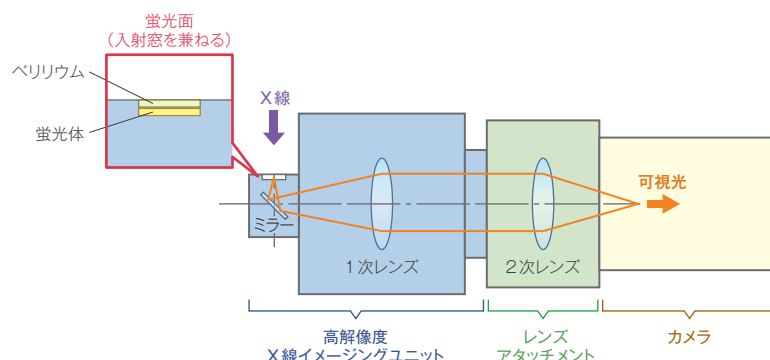


仕様

型名	M11427-43	M11427-44
入射窓材料	Be (0.5 mm)	
対応X線エネルギー	3 keV以上	
蛍光体有効径	16 mm	
蛍光体材料	P43 (Gd ₂ O ₂ S : Tb)	
ピーク波長	540 nm	
蛍光減衰時間	1 ms	
蛍光体厚 (typ.)	10 μm	
蛍光体母材	Be (0.5 mm)	
空間分解能 *1	8 μm	9 μm
1次レンズ	50 mm (F1.2)	24 mm (F1.4)
2次レンズ *2	50 mm (F1.2) 75 mm (F2.8)	
NDフィルタ	無し	

*1 ORCA® Flash4.0 V3使用時の参考値です。システム構成により変動します。
*2 レンズアタッチメントにより選択します。(6ページ参照)

光路図



※ 結像光学系の部品は、X線照射によりブラウンニングが発生し、透過率が低下する可能性があります。

- 高解像度X線イメージングユニット AA60
M11427-62

35 mmの蛍光体有効径により、広視野の撮像に適しています。光学系の選択によって、カメラの素子サイズよりも大きな面積での撮像も可能です。

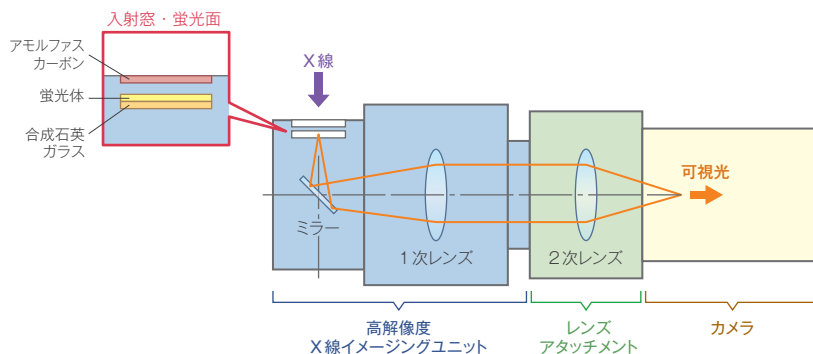


仕様

型名	M11427-62
入射窓材料	アモルファスカーボン (0.5 mm)
対応X線エネルギー	6 keV以上
蛍光体有効径	35 mm
蛍光体材料	P43 (Gd ₂ O ₂ S : Tb)
ピーク波長	540 nm
蛍光減衰時間	1 ms
蛍光体厚 (typ.)	10 μm
蛍光体母材	合成石英 (5 mm)
空間分解能 *1	10 μm以上
1次レンズ	75 mm (F2.8)
2次レンズ *2	50 mm (F1.2) 75 mm (F2.8)
NDフィルタ	ND-10 / ND-1

*1 ORCA® Flash4.0 V3使用時の参考値です。システム構成により変動します。
*2 レンズアタッチメントにより選択します。(6ページ参照)

光路図



※ 結像光学系の部品は、X線照射によりブラウンニングが発生し、透過率が低下する可能性があります。

イメージングユニット 顕微タイプ

● 高解像度X線イメージングユニット AA51 M11427-57B、-57S、-58B、-58S

高NA対物レンズと無限遠補正光学系を通してカメラに結像することで、高分解能・高解像度の画像を取得することができます。
蛍光面は別途オプションから選択します。

また、設置するスペースに応じて、ケーブル接続位置を側面パネル、背面パネルの2パターンからお選びいただけます。

- M11427-57B、-58B … 背面パネル
- M11427-57S、-58S … 側面パネル

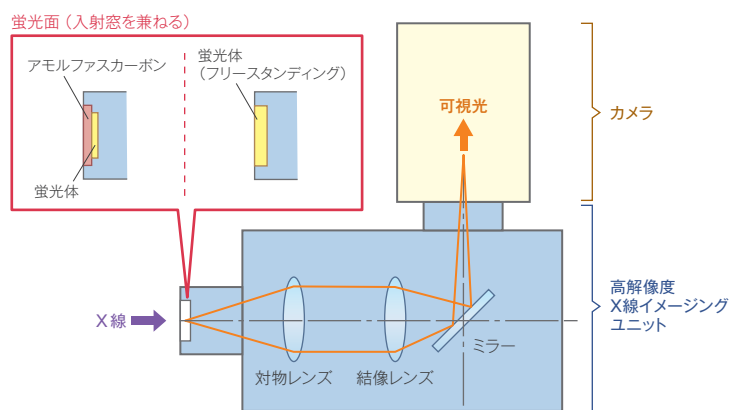


仕様

型名	M11427-57B、-57S	M11427-58B、-58S
入射窓材料	無し	
対応X線エネルギー	6 keV以上	
蛍光体有効径	蛍光面仕様参照 (下記)	
蛍光体材料		
ピーク波長		
蛍光減衰時間		
蛍光体厚 (typ.)		
蛍光面母材		
空間分解能 ^{*1}	1 μm以下	800 nm以下
1次レンズ	10× (NA 0.45)	20× (NA 0.75)
2次レンズ	200 mm	
NDフィルタ	無し	

*1 ORCA®-Flash4.0 V3使用時の参考値です。システム構成により変動します。

光路図



※ 蛍光面はオプションです。
※ 結像光学系の部品は、X線照射によりブラウニングが発生し、透過率が低下する可能性があります。

オプション

蛍光面仕様

蛍光面は、直接接合タイプ、接着剤接合タイプ、フリースタンディングタイプの3種類をご用意しています。
このうち直接接合タイプは高いX線耐久性を持ち、高線量でも安定したイメージングが可能です。

接合方法	型名	蛍光体材料	ピーク波長	蛍光減衰時間	蛍光体厚	蛍光体直径	蛍光体有効径	蛍光面母材	スペーシング
直接接合 P5参照	A15150-LU010DB	LuAG ^{*1} (Lu ₃ Al ₅ O ₁₂ : Ce+)	535 nm	70 ns	10 μm	15 mm	10 mm	アモルファスカーボン 直径20 mm 厚さ1 mm	黒色プラスチック 外径20 mm 内径16 mm 厚さ2 mm
	A15150-LU050DB				50 μm				
	A15150-LU100DB				100 μm				
	A15150-GA010DB	GAGG ^{*1} (Gd ₃ Al ₂ Ga ₃ O ₁₂ : Ce+)	520 nm	92 ns	10 μm				
	A15150-GA050DB				50 μm				
	A15150-GA100DB				100 μm				
接着剤接合	A15150-LU010GB	LuAG ^{*1} (Lu ₃ Al ₅ O ₁₂ : Ce+)	535 nm	70 ns	10 μm	15 mm	10 mm	アモルファスカーボン 直径20 mm 厚さ1 mm	黒色プラスチック 外径20 mm 内径16 mm 厚さ2 mm
	A15150-LU050GB				50 μm				
	A15150-LU100GB				100 μm				
	A15150-GA010GB	GAGG ^{*1} (Gd ₃ Al ₂ Ga ₃ O ₁₂ : Ce+)	520 nm	92 ns	10 μm				
	A15150-GA050GB				50 μm				
	A15150-GA100GB				100 μm				
フリースタンディング	A15141-LU	LuAG ^{*1} (Lu ₃ Al ₅ O ₁₂ : Ce+)	535 nm	70 ns	1000 μm	20 mm	16 mm	—	
	A15141-GA	GAGG ^{*1} (Gd ₃ Al ₂ Ga ₃ O ₁₂ : Ce+)	520 nm	92 ns					

*1 LuAG、GAGGには、部分的に線傷、白点が生じます。これらは単結晶蛍光体の特性によるものであり、不良ではありません。

光学系部品

型名	品名	備考
A15614-01	対物レンズ AA51用 10×	M11427-58S、-58Bへの追加用
A15614-02	対物レンズ AA51用 20×	M11427-57S、-57Bへの追加用
A15614-03	Fマウントカメラアダプタ AA51用	Fマウントカメラ用

直接接合
蛍光面

X線イメージングの常識を一新する 高耐久性単結晶蛍光面

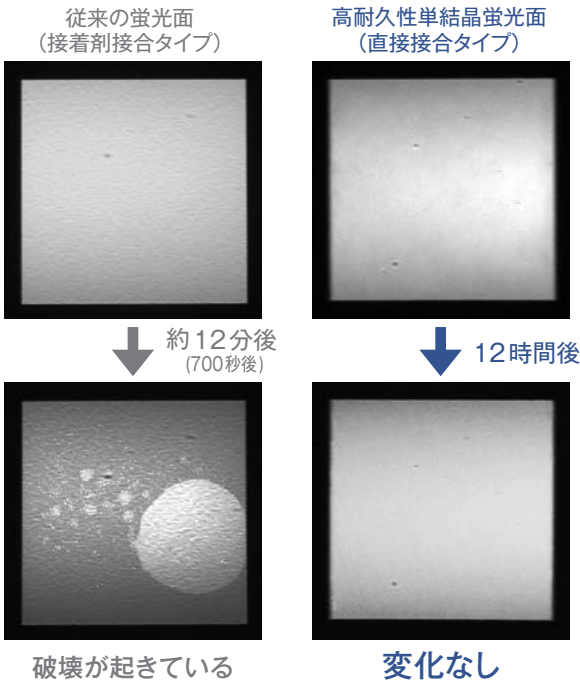


高耐久性単結晶蛍光面 (直接接合タイプ)

オプションで選択できる直接接合タイプの蛍光面は、非常に高いX線耐久性を持つ単結晶蛍光面です。

X線による蛍光面の破壊を抑え、長時間の安定したイメージング・計測を実現します。

耐久性評価実験① 放射光白色X線



白色X線を長時間入射しても、破壊が起きていないことが確認できます。

■ 測定条件

ビームライン	SPring-8 BL28B2
X線エネルギー	白色
アッテネータ	空気 (9 m)、アルミニウム (0.034 mm) Be窓 (ビームライン側 1 mm厚 + 検出器側 0.5 mm厚)
ビームサイズ	3×3 mm ²
検出器	接着剤接合タイプ: AA40 (f=50 mm) + ORCA®-Flash2.8 (f=35 mm) 直接接合タイプ: AA40 (f=50 mm) + ORCA®-Flash4.0 (f=50 mm)
ピクセル分解能	接着剤接合タイプ: 5.1 μm/pixel、直接接合タイプ: 6.5 μm/pixel
蛍光面	LuAG (厚さ: 接着剤接合タイプ 約 20 μm、直接接合タイプ 約 20 μm)*

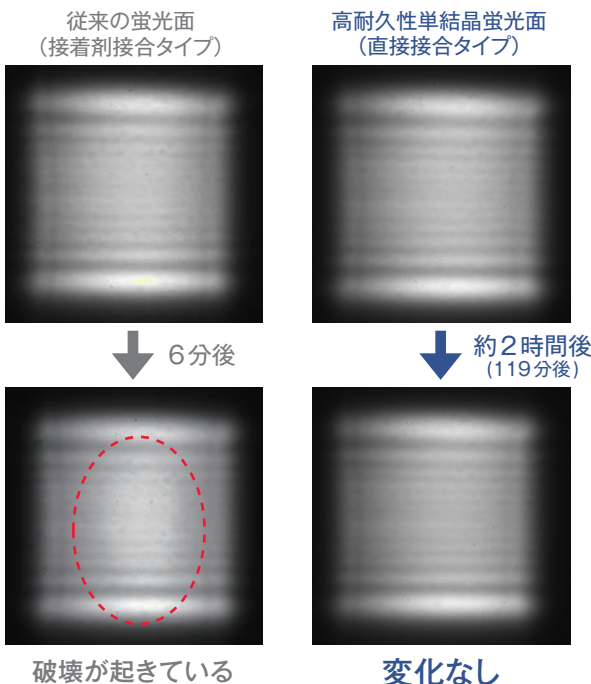
*AA40は、耐久性評価目的で使用されています。単結晶蛍光面は、AA40での使用を推奨していません。

【データ提供】

公益財団法人 高輝度光科学研究センター 産業利用推進 主幹研究員 梶原堅太郎先生

* 記載の測定条件とデータは、評価時のものであり、すべての場合に適用されるとは限りません。参考指標としてご参照ください。

耐久性評価実験② フラックス密度 4.7×10^{13} photons/s/mm²



高フラックス密度のX線を約20倍の長時間にわたって入射しても、破壊が起きていないことが確認できます。

■ 測定条件

ビームライン	SPring-8 BL47XU
X線エネルギー	8 keV
アッテネータ	なし
フラックス密度	4.7×10^{13} photons/s/mm ²
ビームサイズ	350 × 350 μm ²
検出器	AA50 (対物レンズ 10×/NA 0.3) + C13949-50U
ピクセル分解能	0.21 μm/pixel
蛍光面	LuAG (厚さ: 接着剤接合タイプ 22.3 μm、直接接合タイプ 21.4 μm)

【データ提供】

公益財団法人 高輝度光科学研究センター 利用研究促進部門 主席研究員 上杉健太郎先生

* 記載の測定条件とデータは、評価時のものであり、すべての場合に適用されるとは限りません。参考指標としてご参照ください。

カメラセクション

カメラ仕様

組み合わせるカメラは、読み出し速度や読み出しノイズに応じて、弊社製の科学計測用カメラ5機種からお選びいただけます。下表以外の仕様や詳細については、弊社営業までお問い合わせください。

カメラ	ORCA®-Quest qCMOS®カメラ		ORCA®-Fusion BT デジタルCMOSカメラ		ORCA®-Fusion デジタルCMOSカメラ		ORCA®-Flash4.0 V3 デジタルCMOSカメラ		ORCA®-Lightning デジタルCMOSカメラ	
型名	C15550-20UP		C15440-20UP		C14440-20UP		C13440-20CU		C14120-20P	
有効画素数 (H×V)	4096 × 2304		2304 × 2304		2304 × 2304		2048 × 2048		4608 × 2592	
画素サイズ [μm (H) × μm (V)]	4.6 × 4.6		6.5 × 6.5		6.5 × 6.5		6.5 × 6.5		5.5 × 5.5	
有効素子サイズ [μm (H) × μm (V)]	18.841 × 10.598		14.976 × 14.976		14.976 × 14.976		13.312 × 13.312		25.344 × 14.256	
飽和電荷量 (electrons, typ.) ^{*1}	7000		15 000		15 000		30 000		標準飽和電荷量モード	1000
									高飽和電荷量モード	38 000
読み出し速度 (フレーム/秒, typ.) ^{*1}	Standard scan	120	Fast scan	89.1	Fast scan	89.1	Standard scan	100	標準飽和電荷量モード	121
	Ultra quiet scan	5	Standard scan	23.2	Standard scan	23.2	Slow scan	30	高飽和電荷量モード	30
	—	—	Ultra quiet scan	5.42	Ultra quiet scan	5.42	—	—	—	—
読み出しノイズ (electrons, rms, typ.) ^{*1}	Standard scan	0.43	Fast scan	1.6	Fast scan	1.4	Standard scan	1.6	標準飽和電荷量モード	2.0
	Ultra quiet scan	0.27	Standard scan	1.0	Standard scan	1.0	Slow scan	1.4	高飽和電荷量モード	2.7
	—	—	Ultra quiet scan	0.7	Ultra quiet scan	0.7	—	—	—	—

*1 条件によって異なります。詳細については別途お問い合わせください。

レンズアタッチメント

大面積タイプ

大面積タイプのイメージングユニットを使用する場合、カメラに対応したレンズアタッチメントを選択します。

M11427-43

カメラ	レンズアタッチメント	2次レンズ 焦点距離 (mm)	結像倍率 (設計値)
ORCA®-Quest	A11444-8050	50	1.0
ORCA®-Fusion BT ORCA®-Fusion	A11444-775	75	1.5
ORCA®-Flash4.0 V3	A11444-4050	50	1.0
ORCA®-Lightning	A11444-5050	50	1.0
	A11444-575	75	1.5

M11427-62

カメラ	レンズアタッチメント	2次レンズ 焦点距離 (mm)	結像倍率 (設計値)
ORCA®-Quest	A11444-8050	50	0.667
ORCA®-Fusion BT ORCA®-Fusion	A11444-775	75	1.0
ORCA®-Flash4.0 V3	A11444-4050	50	0.667
ORCA®-Lightning	A11444-5050	50	0.667
	A11444-575	75	1.0

M11427-44

カメラ	レンズアタッチメント	2次レンズ 焦点距離 (mm)	結像倍率 (設計値)
ORCA®-Quest	A11444-8050	50	2.08
ORCA®-Fusion BT ORCA®-Fusion	A11444-775	75	3.1
ORCA®-Flash4.0 V3	A11444-4050	50	2.08
ORCA®-Lightning	A11444-5050	50	2.08
	A11444-575	75	3.1

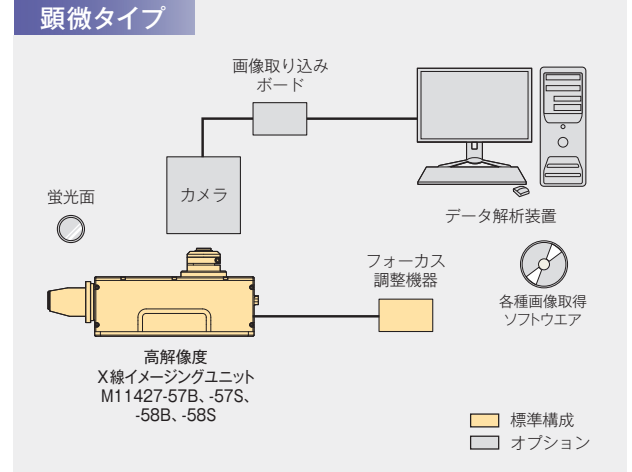
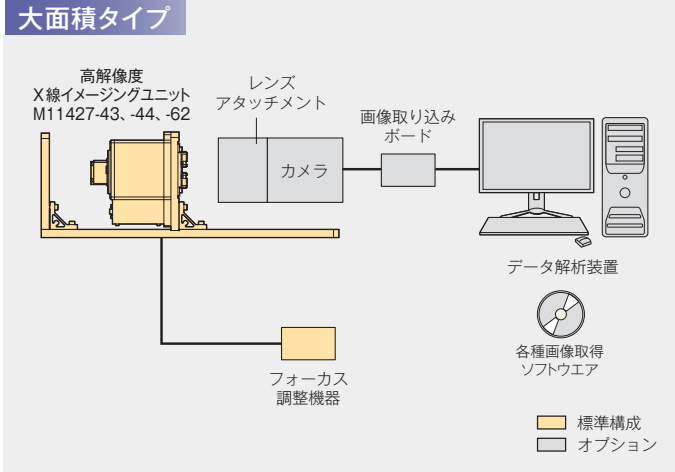


取り付けイメージ：ORCA®-Flash4.0 V3 + レンズアタッチメント
(C13440-20CU) (A11444-4050)

その他の仕様

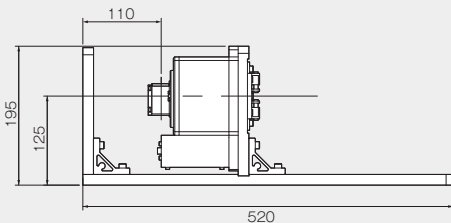
システム構成例

画像取り込みボード、データ解析装置、およびそれらのケーブル類は、使用するカメラに応じたオプションをご用意いたします。詳細は弊社営業までお問い合わせください。

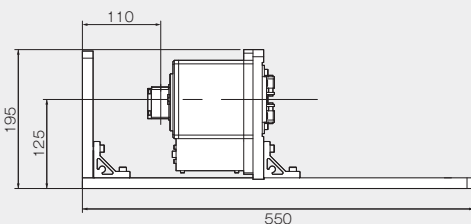


外形寸法図 (単位: mm)

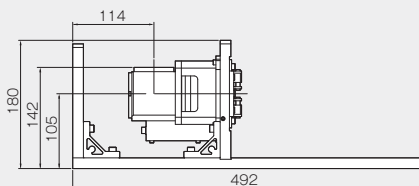
- 高解像度 X線イメージングユニット AA41 (50 mm) M11427-43 (約7.2 kg)



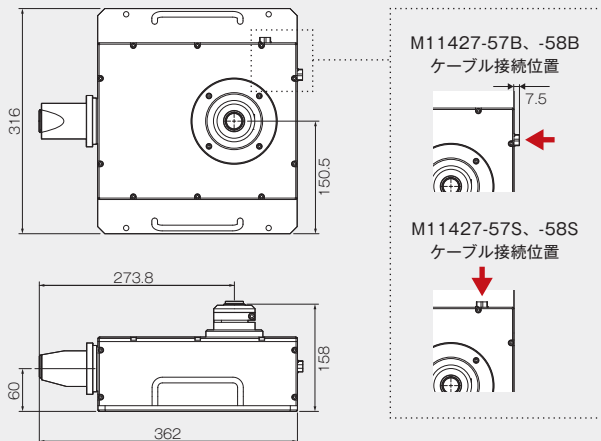
- 高解像度 X線イメージングユニット AA41 (24 mm) M11427-44 (約7.6 kg)



- 高解像度 X線イメージングユニット AA60 M11427-62 (約6.5 kg)



- 高解像度 X線イメージングユニット AA51 M11427-57B、-57S、-58B、-58S (約7.5 kg)



関連製品

X線sCMOSカメラ

CMOSセンサにFOP（ファイバオプティクプレート）をカップリングし、X線シンチレータを塗布したX線画像取得用カメラです。FOPの採用により、蛍光体からセンサに光を効率良く伝えることができるため、高感度な撮影が可能です。



X線sCMOSカメラ C12849-111U
コンパクトな筐体で、マイクロX線CT等の装置組み込み用途に適しています。



ORCA®-Lightning X X線sCMOSカメラ C15606シリーズ
有効素子サイズ25.344 mm × 14.256 mm、1200万画素を有し、広視野の撮像が可能です。

イメージングソフトウェア

浜松ホトニクス純正の画像取得ソフトウェアです。



画像取得ソフトウェア HiPic U8913-01

撮影条件の調整が容易で、簡易的な解析も可能なソフトウェアです。撮影の現場で実験結果が確認でき、放射光イメージングに広く使用されています。

※ORCA、qCMOSは浜松ホトニクス(株)の登録商標です。
※カタログの記載内容は2022年4月現在のものです。本内容は改良のため予告なく変更する場合があります。

浜松ホトニクス株式会社

www.hamamatsu.com

□ 仙台営業所	〒980-0021 仙台市青葉区中央3-2-1(青葉通プラザ 11階)	TEL (022)267-0121 FAX (022)267-0135
□ 筑波営業所	〒305-0817 つくば市研究学園5-12-10(研究学園スクウェアビル7階)	TEL (029)848-5080 FAX (029)855-1135
□ 東京営業所	〒100-0004 東京都千代田区大手町2-6-4(常盤橋タワー11階)	TEL (03)6757-4994 FAX (03)6757-4997
□ 中部営業所	〒430-8587 浜松市中区砂山町325-6(日本生命浜松駅前ビル)	TEL (053)459-1112 FAX (053)459-1114
□ 大阪営業所	〒541-0052 大阪市中央区安土町2-3-13(大阪国際ビル10階)	TEL (06)6271-0441 FAX (06)6271-0450
□ 西日本営業所	〒812-0013 福岡市博多区博多駅東1-13-6(いちご博多イーストビル5階)	TEL (092)482-0390 FAX (092)482-0550

□ システム営業推進部 〒431-3196 浜松市東区常光町812 TEL (053)431-0150 FAX (053)433-8031

Cat. No. SCAS0011J18
APR/2022 HPK