

NEW

ORCA[®]-Fire

デジタルCMOSカメラ C16240-20UP

飽くなき探求心に応える

もっと高い解像度で。もっと高速な現象を。

顕微鏡イメージングに携わる研究者の探求心は止むことはなく、

その途絶えぬ情熱がライフサイエンス研究の発展の礎となっています。

ORCA[®]-Fire (オルカ ファイア) は、これまで他のカメラでは実現できなかった

より低倍率での高解像度で高速なイメージングに対応しました。

研究者の飽くなき探求心に応えます。

HAMAMATSU

PHOTON IS OUR BUSINESS

低倍率と高分解能を両立する

現在の顕微鏡イメージングにおいては、広い視野で一度に多くの対象を観察できることが望ましく、低倍率の対物レンズが使用されることが多くなっています。対物レンズの倍率が低い場合（10倍、20倍など）、カメラ側の画素は小さいほうが対物レンズの分解能を活かすことができるのですが、低倍率の対物レンズに対し、十分に小さい画素を持ったカメラが存在しておらず、低倍率と高分解能の両立ができないのが実情でした。

ORCA®-Fireは低倍率と高分解能の両立を実現するため、従来のsCMOSカメラの画素サイズが6.5 μmであるのに対し、4.6 μmという小さな画素サイズを持ったセンサを搭載しました。低倍率で高い分解能を必要とする用途に最適なカメラとなっています。

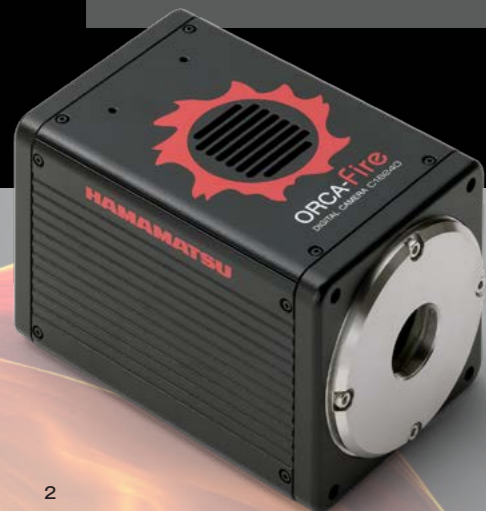
<対物レンズの倍率・NAに応じた適正画素サイズ例>

倍率	NA	δ (μm)	Δ (μm)	適性画素サイズ (μm)
4	0.16	2.10	8.4	4.2
10	0.4	0.84	8.4	4.2
20	0.8	0.42	8.4	4.2
40	1.4	0.24	9.6	4.8
40	0.95	0.35	14.1	7.1
60	1.42	0.24	14.2	7.1
100	1.5	0.22	22.4	11.2

※ レイリーの分解能 (δ) = $0.61\lambda / NA$
 ※ 波長 (λ) = 550 nm
 ※ $\Delta = \delta \times$ 対物レンズの倍率

画素サイズの違いによる画質の比較

対物レンズ：Plan Apo 10× / 0.45
 試料：FluoCells™ Prepared slide #3 mouse kidney section (DAPI)



主な特長

○ 高解像度

4432 (H) × 2368 (V)
 画素サイズ 4.6 μm

○ 高量子効率

(背面照射型 CMOS)
 86 % (460 nm Peak時)

○ 低ノイズ

1.0 electrons rms
 (115 フレーム/秒)

○ 高速

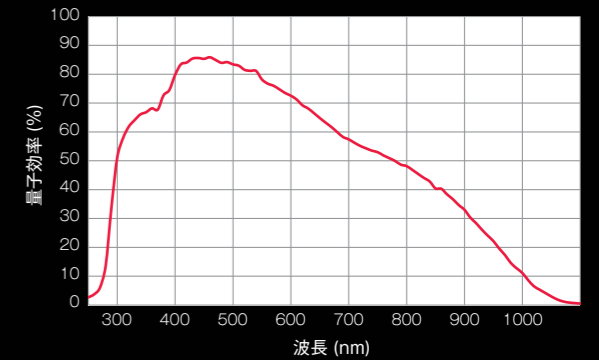
115 フレーム/秒
 (4432 (H) × 2368 (V))
 10.5 Mpixels 時

○ 広視野

20.387 mm (H) × 10.892 mm (V)
 対角 23.114 mm

高量子効率×低ノイズ=高S/N

ORCA®-Fireは、最新の背面照射型CMOSセンサを採用し、86% (460 nm Peak時) という高い量子効率を実現しています。さらに、読み出しノイズも1.0 electrons rmsと低ノイズなため、結果として低光量領域から高光量領域まで、高いS/Nでのイメージングを可能にしています。



背面照射構造と高分解能の両立

CMOSセンサで効率よく光子を検出するためには高量子効率の実現が不可欠であり、この一つの手段として背面照射構造の採用があります。従来の背面照射型センサでは、画素の区切りが無いため画素間のクロストークが発生し、分解能は前面照射型センサに比べて劣ります。

ORCA®-Fireでは、背面照射型センサによって高量子効率を実現するだけでなく、画素を一つ一つ区切るトレンチ構造を採用し、画素間クロストークの低減を実現しました。

トレンチ構造とは？

トレンチ構造により、隣の画素への光電子の流入が抑えられる

MTF測定結果

※MTFとは、Modulation Transfer Functionの略で、分解能評価指標の一種です。被写体のコントラストをどれだけ正確に再現することができるかを示す値です。

瞬間的な生命現象を逃さず捉える

従来の sCMOS カメラを遥かに上回る大量の画素データ (4432 (H) × 2368 (V) 10.5 Mpixel) を、115フレーム/秒のスピードで読み出すことができます。
読み出しノイズは従来の sCMOS カメラと同等に低く抑えられているため、入射光量の少ない高速イメージングにおいても高い S/N で画像取得が可能です。

読み出し速度 (フレーム/秒)

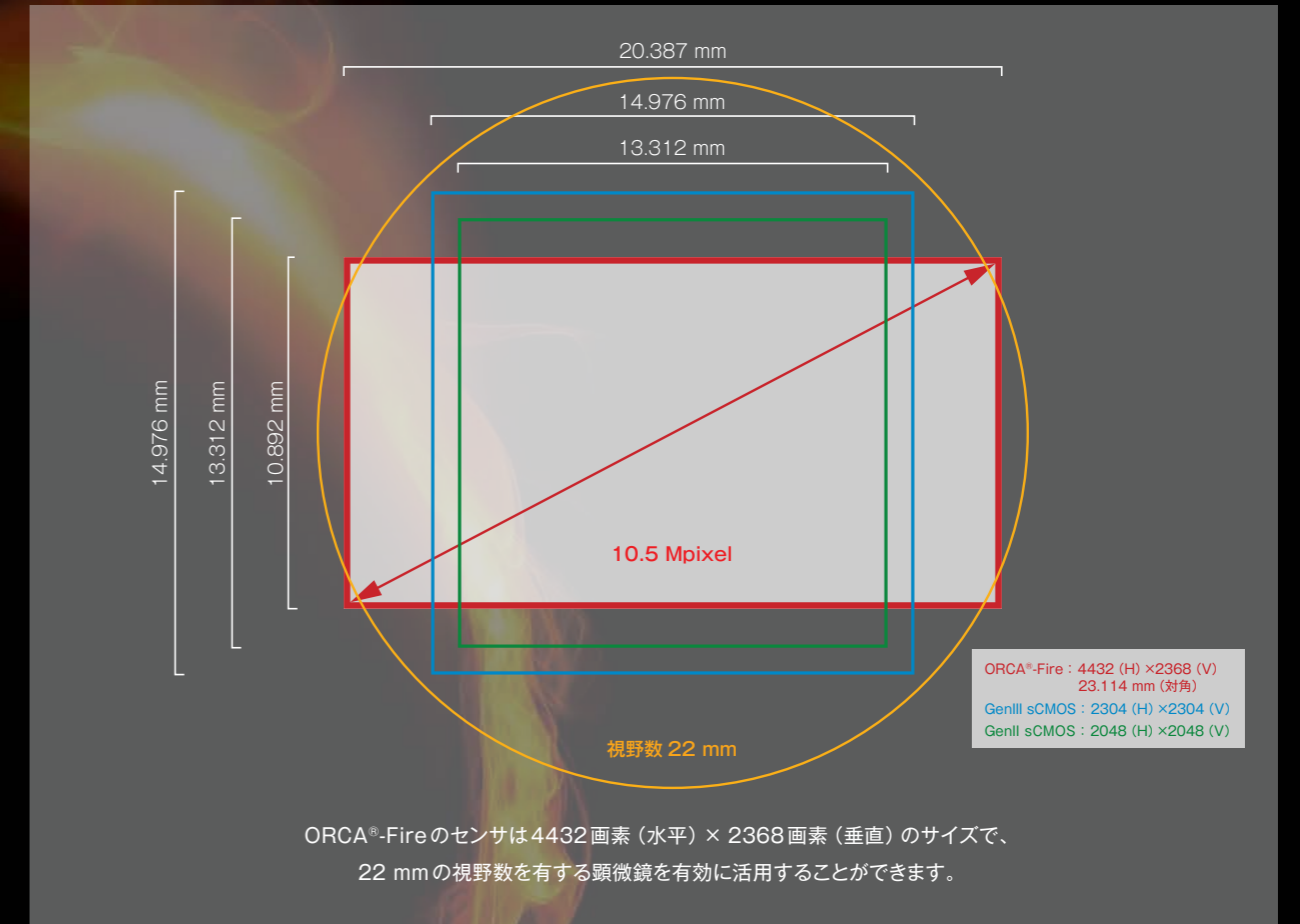
Readout Mode		Area Readout Mode			Lightsheet Readout Mode		
Scan Mode		Standard scan					
X(pixels)	Y(pixels)	CoaXPress	USB3.1 Gen I (16bit)	USB3.1 Gen I (8bit)	CoaXPress	USB3.1 Gen I (16bit)	USB3.1 Gen I (8bit)
4432	2368	115	15.7	31.5	114	15.7	31.5
4432	2304	118	16.2	32.4	117	16.2	32.4
4432	2048	132	18.2	36.5	132	18.2	36.5
4432	1024	264	36.4	72.8	263	36.4	72.8
4432	512	524	72.3	144	518	72.3	144
4432	256	1020	143	286	1000	143	286
4432	128	1980	279	558	1900	279	558
4432	8	15 200	2360	5260	11 400	2630	5260
4432	4	19 500	3690	7200	13 600	3690	7200

読み出し速度 (フレーム/秒) : 2×2ピニング時

Readout Mode		Area Readout Mode			Lightsheet Readout Mode		
Scan Mode		Standard scan					
X(pixels)	Y(pixels)	CoaXPress	USB3.1 Gen I (16bit)	USB3.1 Gen I (8bit)	CoaXPress	USB3.1 Gen I (16bit)	USB3.1 Gen I (8bit)
2216	1184	115	63.1	115		N/A	
2216	1152	118	64.9	118		N/A	
2216	1024	132	73	132		N/A	
2216	512	264	145	264		N/A	
2216	256	524	289	524		N/A	
2216	128	1020	572	1020		N/A	
2216	64	1980	1110	1980		N/A	
2216	4	15 200	10 500	15 200		N/A	
2216	2	19 500	13 600	19 500		N/A	

一度により多くの対象を撮像

従来の sCMOS カメラよりも広い範囲を高速かつ高解像度に撮像できるため、研究や作業のスループットを大幅に向上させることが可能です。



ライトシート顕微鏡に対応した多彩な読み出しモードを搭載

ライトシート読み出しモードには、センサの最上部の水平1ラインからセンサの下方方向に向かって読み出すフォワード読み出し(図1)と、センサ最下部の水平ラインから上方に向かって読み出すバックワード読み出し(図2)、フォワード読み出しから開始し、フレームごとにフォワード読み出しとバックワード読み出しが切り替わるバイディレクショナル読み出し(図3)、バックワード読み出しから開始し、フレームごとにフォワード読み出しとバックワード読み出しが切り替わるリバースバイディレクショナル読み出し(図4)の4つのモードがあり、コマンドによって切り替えることができます。

図1 フォワード読み出し

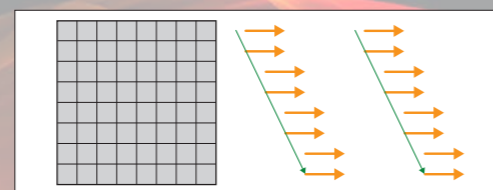


図2 バックワード読み出し

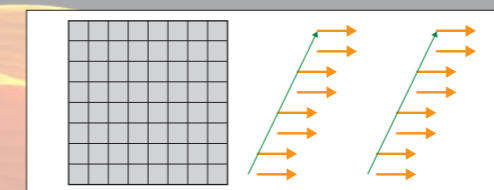


図3 バイディレクショナル読み出し

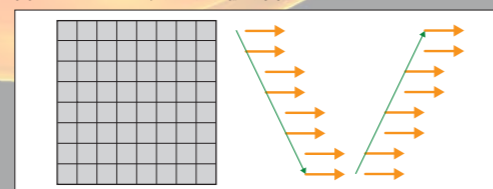
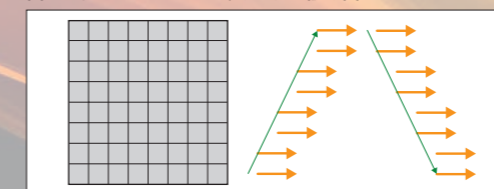


図4 リバースバイディレクショナル読み出し



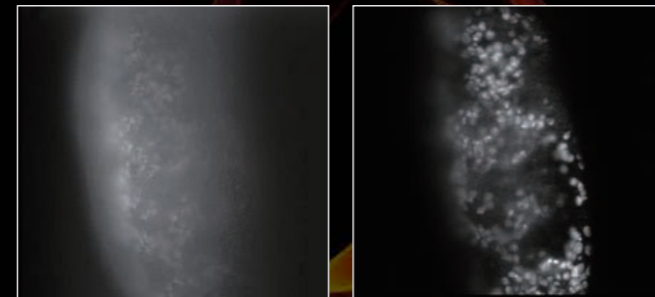
ライトシート読み出しモード

散乱光の影響を低減した高S/Nなイメージングを実現

ライトシート読み出しモードとは

ライトシート読み出しモードは、ライトシート顕微鏡画像のS/Nを改善するsCMOSカメラの読み出し方法です。ライトシート顕微鏡は、シート状の励起光を試料の側面から照射(上下に走査)することで光学断面像を得る蛍光顕微鏡です。ライトシート読み出しモード(特許取得済)は、ビームスキャンタイプのライトシート顕微鏡においてカメラの読み出しタイミングを励起光の動きに同期させることで、散乱光の影響を低減しS/Nの高い画像を取得する方法です。

ライトシート読み出しモードの効果(撮像例)



グローバルシャッタ画像 ライトシート読み出しモード画像
画像提供: Dr. Hufnagel, Dr. Krzic (EMBL Heidelberg, Germany)

ライトシート読み出しモード間での読み出し速度比較

2048画素 × 2048画素において、ORCA®-Fireの読み出し速度は132フレーム/秒で、従来のsCMOSカメラの49フレーム/秒に比べて約2.7倍速くなっています。

有効画素数 (H) × (V)	読み出し速度 (フレーム/秒)		
	ORCA®-Fire (CoaXPress)	ORCA®-Fusion	ORCA®-Flash4.0 V3
4432 × 2368	114	-	-
2304 × 2304	117	88.9	-
2048 × 2048	132	100	49
1024 × 1024	263	199	99
512 × 512	518	396	196
256 × 256	1000	784	384
128 × 128	1900	1540	738

詳しくはWEBサイトをご参照ください



ライトシート読み出しモードとは

<https://www.hamamatsu.com/jp/ja/product/cameras/cmso-cameras/lightsheet-readout-mode.html>



仕様

型名	C16240-20UP	
撮像素子	科学計測用CMOSイメージセンサ	
有効画素数	4432 (H) × 2368 (V)	
画素サイズ	4.6 μm × 4.6 μm	
有効素子サイズ	20.387 mm × 10.892 mm	
飽和電荷量 (Typ.)	20 000 electrons	
読み出しノイズ (Typ.)	1.0 electrons (rms)、0.9 electrons (median)	
量子効率 (Typ.)	86 % (ピーク時)	
ダイナミックレンジ ^{※1}	20 000 : 1 (rms)、22 000 : 1 (median)	
暗出力不均一性 (DSNU) (Typ.)	0.07 electrons	
感度不均一性 (PRNU) ^{※2}	10 000 electrons時 (Typ.)	0.4 % 未満
リニアリティエラー	EMVA 1288 standard (Typ.)	0.5 %
センサモード	エリア読み出し / ライトシート読み出し	

冷却方式 (ベルチエ冷却)	センサ温度	暗電流 (Typ.)
強制空冷 (周囲温度: +25 °C)	+20 °C	0.6 electrons/pixels/s

読み出し速度 ^{※3}	CoaXPress 動作	USB 3.1 動作
全画素読み出し	115 フレーム/秒	15.7 フレーム/秒
垂直4ライン読み出し	19 500 フレーム/秒	3690 フレーム/秒

エリア読み出し	全画素読み出し / ピニング読み出し (2×2、4×4) / サブアレイ読み出し ^{※4}	
---------	--	--

ライトシート読み出し	サブアレイ読み出し ^{※4}	
読み出しモード	有り: 7.309 μs ~ 233.9 μs	
ラインインターバル (1H) 可変	8.695 ms ~ 276.9 ms	
読み出し時間	読み出し方向	
	フォワード読み出し / バックワード読み出し / バイディレクショナル読み出し / リバースバイディレクショナル読み出し	

デジタル出力	16 bit / 8 bit	
露光時間	7.309 μs ~ 10 s (7.309 μs step)	
インターフェース	CoaXPress (Quad CXP-6) / USB 3.1 Gen 1	
レンズマウント	Cマウント	
マスターパルス	パルスモード	内部同期 / スタートトリガ / バースト
	パルス間隔	5 μs ~ 10 s (1 μs step)
	バースト回数	1 ~ 65 535
画像処理機能	ダークオフセット補正 (常にON)、ピクセルゲイン補正 (常にON)、欠陥画素補正 (ON/OFF可能、白点補正3段階選択可)	
電源	AC100 V ~ AC240 V、50 Hz / 60 Hz、2.5 A	
消費電力	100 VA	
動作周囲温度	0 °C ~ +40 °C	
動作周囲湿度	30 % ~ 80 % 以下 (結露しないこと)	
保存周囲温度	-10 °C ~ +50 °C	
保存周囲湿度	90 % 以下 (結露しないこと)	

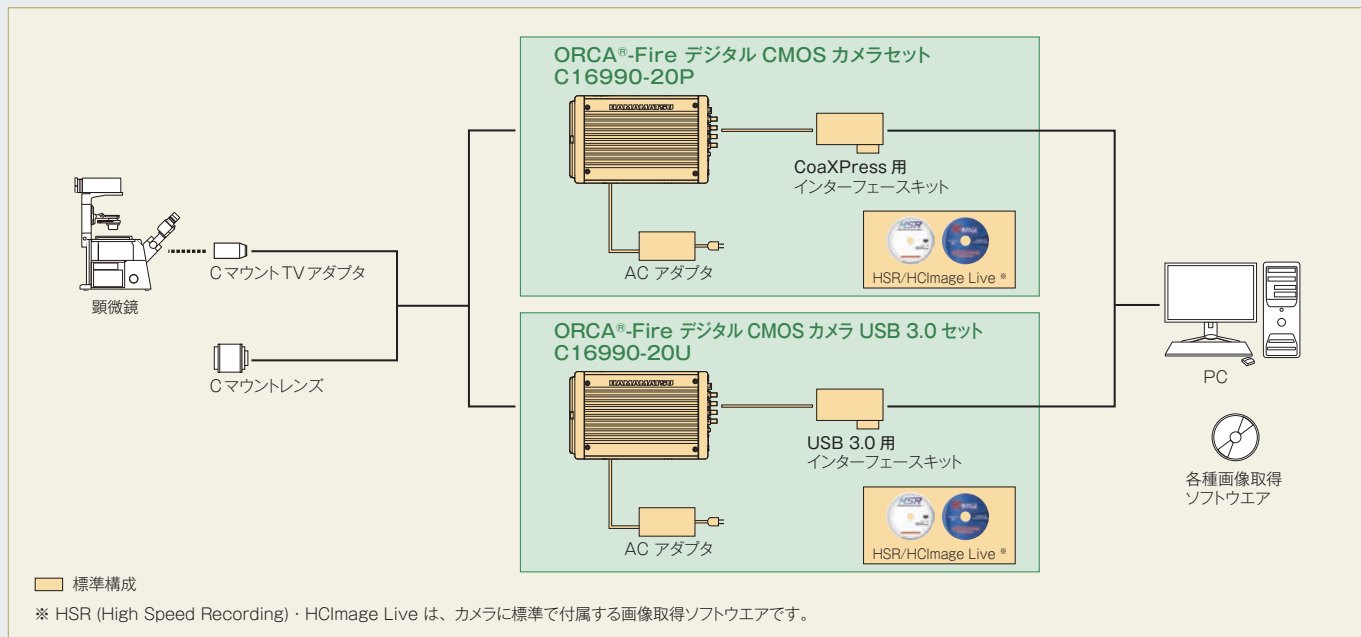
トリガ入力	トリガ入力	
外部トリガ機能	エリア読み出しモード	エッジトリガ / グローバルリセットエッジトリガ / レベルトリガ / グローバルリセットレベルトリガ / 読み出し同期トリガ / スタートトリガ
	ライトシート読み出しモード	エッジトリガ / スタートトリガ
ソフトウェアトリガ機能	エリア読み出しモード	エッジトリガ / グローバルリセットエッジトリガ / スタートトリガ
	ライトシート読み出しモード	エッジトリガ / スタートトリガ
外部トリガ信号	外部入力 (SMAコネクタ)	
外部トリガレベル	TTL/3.3 V LVCMOSレベル	
外部トリガ信号遅延機能	0 μs ~ 10 s (1 μs step)	

トリガ出力	トリガ出力	
外部出力信号	グローバル露光タイミング出力 / エネルギー露光タイミング出力 / トリガレディ出力 / プログラマブルタイミング出力 / High 固定 / Low 固定	
外部出力レベル	3.3 V LVCMOSレベル	

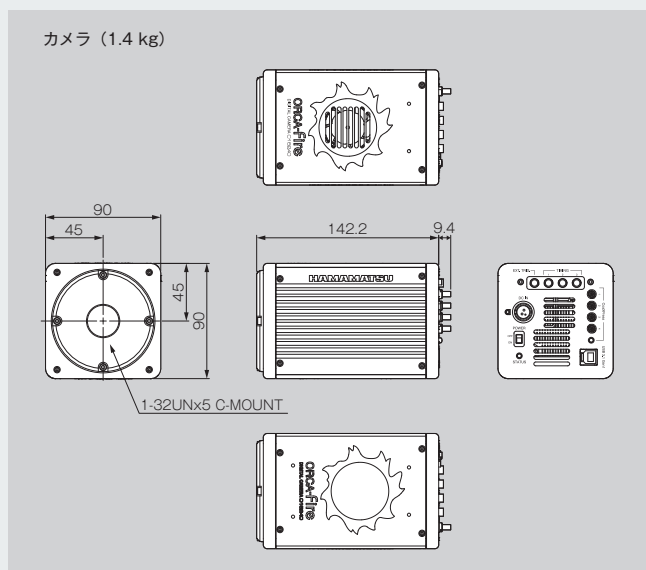
※1 飽和電荷量と読み出しノイズから算出
 ※2 中心1500×1500の領域を1000枚積算した時の値
 ※3 DCAM-APIによるフレーム/バンドル機能使用時の値
 ※4 サブアレイ読み出しモードは、DCAM-APIと使用した場合に以下のステップで設定が可能

	水平サイズ	垂直サイズ	水平位置	垂直位置
エリア読み出しモード	4画素ステップ	4ラインステップ	4画素ステップ	4ラインステップ
ライトシート読み出しモード	1画素ステップ	4ラインステップ	1画素ステップ	4ラインステップ

システム構成例



外形寸法図 (単位: mm)



オプション

外部トリガケーブル SMA-BNC 5 m	A12106-05
外部トリガケーブル SMA-SMA 5 m	A12107-05
画像取り込みボード CoaXPress 4BNC	M9982-30
CoaXPress ケーブル DIN-BNC 5 m 4本セット	A14590-05-40
CoaXPress ケーブル DIN-BNC 10 m 4本セット	A14590-10-40
画像取り込みボード USB 3.0 A-B 3 m ケーブル付	M9982-25
USB 3.0 ケーブル A-B 3 m	A12467-03

- ORCAは、浜松ホトニクス(株)の登録商標です。
- その他の記載商品名、ソフトウェア名等は該当商品製造会社の商標または登録商標です。
- カタログに記載の測定データにおけるご提供者の氏名・所属等は、現在と異なる場合があります。
- カタログに記載の分光感度特性グラフは代表例を示すもので、保証するものではありません。
- カタログに記載の測定例は代表例を示すもので、保証するものではありません。
- カタログの記載内容は2023年11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

□ 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
E-Mail sales@sys.hpk.co.jp

- 仙台営業所 TEL (022) 267-0121 FAX (022) 267-0135
- 東京営業所 TEL (03) 6757-4994 FAX (03) 6757-4997
- 中部営業所 TEL (053) 459-1112 FAX (053) 459-1114
- 大阪営業所 TEL (06) 6271-0441 FAX (06) 6271-0450
- 西日本営業所 TEL (092) 482-0390 FAX (092) 482-0550

Cat. No. SCAS0164J03
NOV/2023 HPK