pco. imaging

高解像度・高速・低ノイズ16bit sCMOSカメラ

pco.edge

新たな次元のイメージへ

科学計測用sCMOSイメージングカメラpco.edgeは、高速読出し、超低ノイズ、

広いダイナミックレンジ、高量子効率、高解像、広視野の特長を併せ持ち

微弱信号の観察では従来のCCDカメラを凌ぐ性能を持つ最先端カメラです。

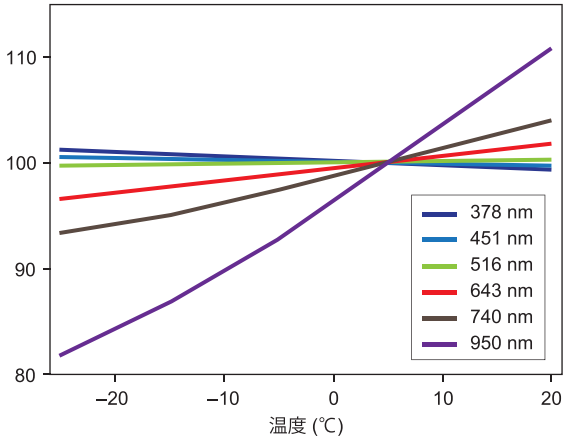
高 速	高 解 像 度	低 ノ イ ズ
100 フレーム/秒	550 万画素	0.9 electrons
(全画素読出し時)	(pco.edge5.5)	(pco.edge4.2、スロースキャン)

株式会社 東京インスツルメンツ
TOKYO INSTRUMENTS, INC.

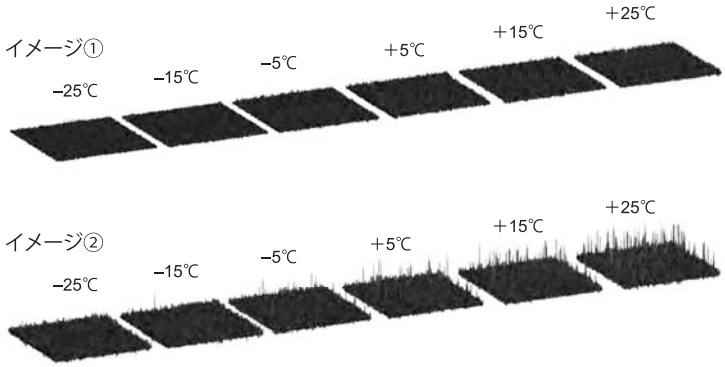
特長

優れた画質

sCMOSセンサーを搭載したpco.edgeは0.9 e⁻median (pco.edge4.2、slow scan時)という優れた低読出しノイズ性能を持っています。最高速度100 fps (全画素読出し時)においても読出しノイズは1.0 e⁻ median (pco.edge4.2)以下に抑えられています。さらに洗練された回路技術とファームウェアのアルゴリズムにより、感度不均一性 (PRNU)や、暗時出力不均一性 (DSNU)においても優れた性能を持っています。右の画像は低照度の環境下で一般的なインターラインCCDとsCMOSセンサーの画像を比較したものです。ここでもsCMOSがCCDに比べて読出しノイズが低く、ダイナミックレンジに優れ、スミア (CCD画像中にある縦の白いスジ)も見られない高画質撮影が可能であることが分かります。

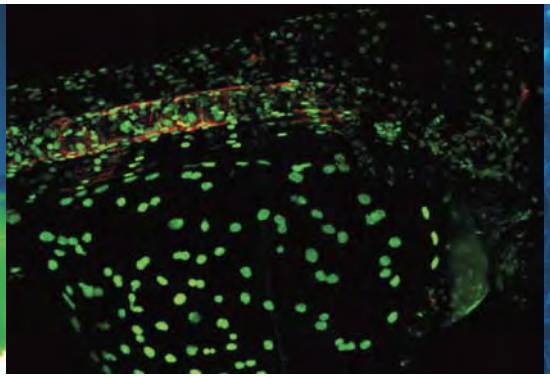


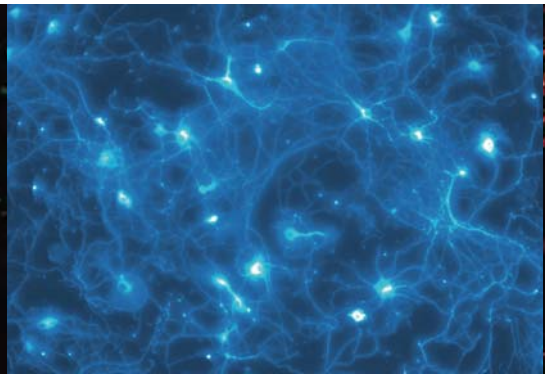
いくつかの波長での信号強度の温度依存性の測定
信号強度を +5℃を基準に表示
相対的な QE 値測定表示に相関する

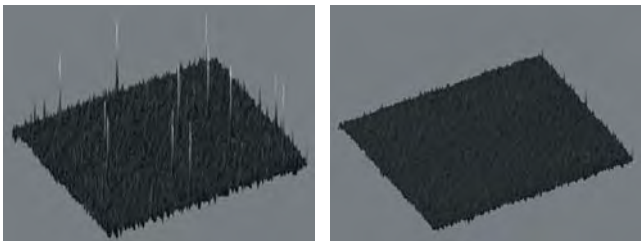


イメージ①
ホットピクセル補正およびノイズフィルターを使用した際の
違うセンサー温度でのpco.edgeのダークイメージ (500×500 pixel)

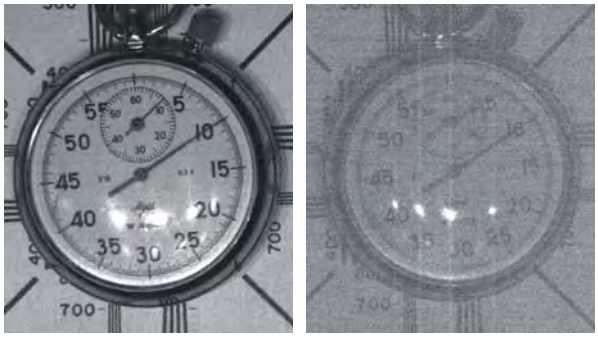
イメージ②
ホットピクセル補正およびノイズフィルターを使用していない場合の
違うセンサー温度でのpco.edgeのダークイメージ (500×500 pixel)







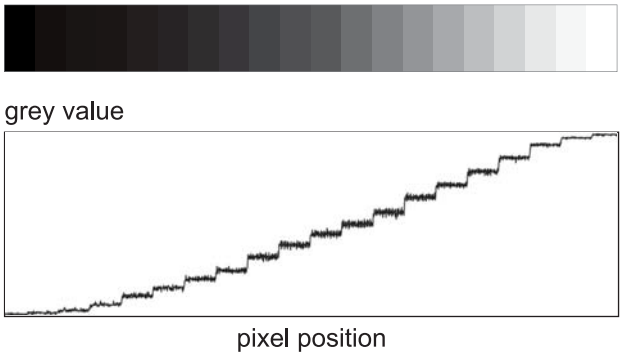
5℃のイメージセンサーにおける“hot blinking”の3D表示比較
(左) blinking filter を off にした状態
(右) blinking filter を on にした状態



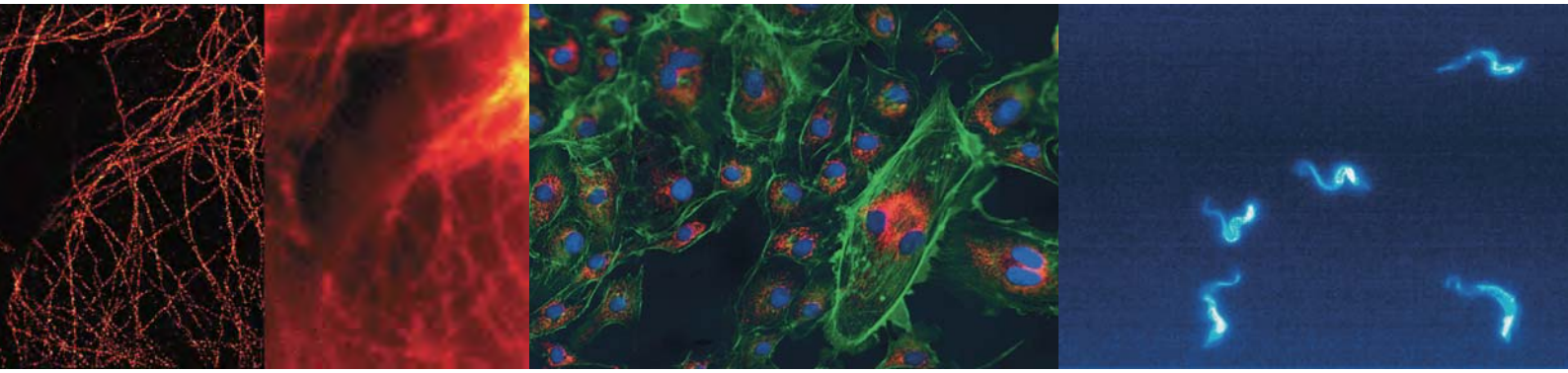
(左) 同じ条件下で sCMOS によって撮られた高画質イメージ
(右) 従来のインターライン CCD カメラによるイメージ

ハイダイナミックレンジ

pco.edgeの特長のひとつは広いダイナミックレンジです。sCMOSイメージセンサーは優れた低ノイズ性能と高い飽和電荷容量を持ちます。それに加え、pco.edgeが搭載している２種類のゲインの異なる信号増幅器および11ビットのADコンバーターによって、それぞれの信号を合成して16ビット出力します。その結果、ダイナミックレンジを最大化すると同時に読出しノイズの最小化を実現しています。



(上) pco.edge による 1:10000 ダイナミックレンジの
グレースケールイメージ (20 ステップ)
(下) 上記グレースケールイメージの中心線上の色度グラフ

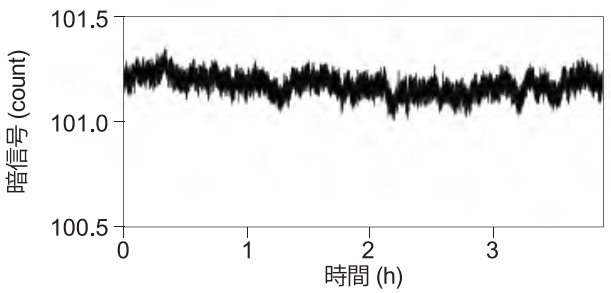


フレキシビリティ

pco.edge5.5はローリングシャッター、グローバルシャッター、グローバルリセットの3種類のシャッターモードの切替えが可能です。pco.edge4.2のローリングシャッターモードでもさまざまな読出しパターンが可能で幅広い用途に使用できる柔軟性を持っています。グローバルシャッターはブレのないスナップショットイメージで高速現象の撮影が可能です。ローリングシャッターは高フレームレートおよび低読出しノイズでイメージ画像を捉えることができます。グローバルリセットは、ローリングシャッターで全ピクセルの露光開始タイミングを揃えることができます。

ドリフトフリー

pco.edgeには温度安定化電子冷却機能が搭載されており、これによりドリフトフリーな連続撮影を可能にしています。この優れた安定性により長時間連続で定量的な評価や処理が必要な測定が可能となります。



pco.edge カメラの平均バックグランド信号変化

センサー温度は+5℃固定
100 fps (1 count = 0.5electron)、4 時間連続撮像

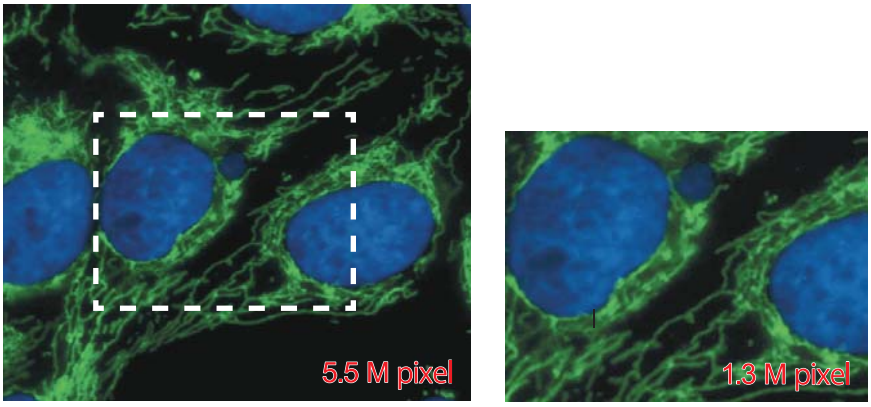
小型サイズ

PCO社は今までに多くの種類のカメラを製造し、それらは工業生産現場や映画撮影現場から研究室まで、さまざまな場所で使用されています。その経験がpco.edgeの小さな筐体に込められています。過度な機能を求めず、カメラ内部の設計はシンプル且つ無駄を省いた結果、非常にコンパクトで使い易いサイズのカメラとなりました。スペースが限られ、振動を嫌う顕微鏡のアプリケーションにも楽に対応します。

(単位: mm)

高分解能で広視野の観察

550万画素 (pco.edge5.5)で6.5 μmのピクセルサイズにより高分解能かつ広い視野の顕微鏡観察が可能となります。その結果、観察時間が短縮されスループットが上がり、観察も容易になります。右のイメージは、pco.edge5.5と一般的な顕微鏡アプリケーションで使用されている130万画素のインターラインCCDを比較した画像です。



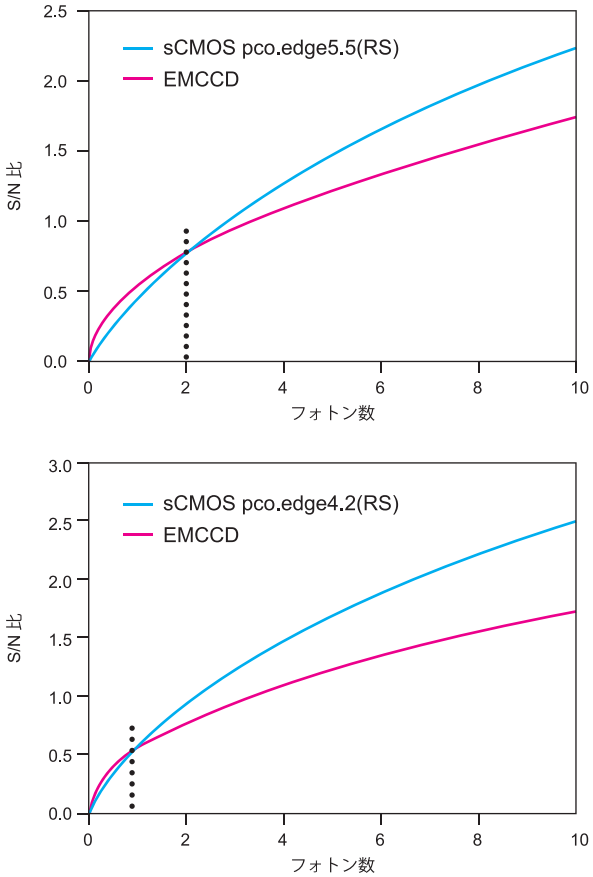
5.5 M pixel sCMOS と 1.3 M pixel インターライン CCD の視野の比較

提供：Dr.Stefan Jakobs, Dept. of NanoBiophotonics, MPI for Biophysical Chemistry

EMCCDをも超える高いQEと優れたS/N比

CCDチップ内に電子増幅機能を備えたEMCCDイメージセンサーは、最小レベルの極微弱光を捉えるために開発された最先端のCCDテクノロジーです。しかしながら、増幅時に読出しノイズが減少できる一方でダイナミックレンジが犠牲となってしまい、EMCCDでは低い読出しノイズと広いダイナミックレンジの両立はほぼ不可能な問題となっています。

加えて、信号増幅の過程において発生するノイズのために、90%の量子効率がある背面照射型のEMCCDも実効量子効率(QE_{eff})はほぼ半分の45%まで引き下げられることになります。これに対し、冷却機能をつけたpco.edgeは常にQEを70%以上(pco.edge4.2)に保つことから、1 photon e^-/pixel (pco.edge4.2)以上の光信号を検出する場合、EMCCDよりも高いS/N比の測定が可能です。さらに、EMCCDでは分解能やフレームレートに制限があるのに対して、pco.edgeは測定条件を比較的自由に設定することが可能です。



標準的な EMCCD カメラ (emgain=1000) と sCMOS カメラの SN 比対フォトン数
(上) pco.edge5.5 vs EMCCD
(下) pco.edge4.2 vs EMCCD

高いフレームレートで高速観察

pco.edgeは高速撮影モード時、100 fps (全画素読出し時)の高いフレームレートを実現します。また、他の一般的なCMOSカメラと同様にセンサーの使用領域を制限 (ROI機能)することによりフレームレートを大幅に向上させることが可能です。

CCDカメラにおいても、領域を狭めることによりフレームレートを上げることができますが、CCDセンサーの読出しの構造のため大幅な向上はできません。一般的な130万画素のインターラインCCDカメラのフレームレートはおよそ10 fps (@読出しノイズ6 e^-) 程度ですが、それに比べて同じ画素数でのpco.edge4.2では200 fps (@読出しノイズ<1e^-)となり、高速かつ低ノイズの画像を取得可能です。

Resolution 640×480 ピクセル @460 fps (color version)

仕様

■ イメージセンサー仕様

型名		pco.edge5.5	pco.edge4.2	pco.edge4.2USB
センサータイプ		scientific CMOS (sCMOS)	scientific CMOS (sCMOS)	scientific CMOS (sCMOS)
センサーモデル		CIS2521	CIS2020	CIS2020
有効画素数		2560 (H)×2160 (V)	2048 (H)×2048 (V)	2048 (H)×2048 (V)
画素サイズ		6.5×6.5 µm	6.5×6.5 µm	6.5×6.5 µm
センサーサイズ / 対角長		16.6 (H)×14.0 (V) mm / 21.8 mm	13.3 (H)×13.3 (V) mm / 18.8 mm	16.6 (H)×14.0 (V) mm / 21.8 mm
シャッターモード		ローリングシャッター (RS) グローバルシャッター (GS) グローバルリセット (GR)	ローリングシャッター (RS) グローバルリセット (GR)	ローリングシャッター (RS)
飽和電荷容量		30000 e^-	30000 e^-	30000 e^-
読出しノイズ [*1]	RS/GR−低速スキャン	1.1 e^-(med) / 1.5 e^- (rms)	0.9 e^-(med) / 1.4 e^- (rms)	1.1 e^-(med) / 1.5 e^- (rms)
	RS/GR−高速スキャン	1.5 e^-(med) / 1.7 e^- (rms)	1.0 e^-(med) / 1.5 e^- (rms)	—
	GS−高速スキャン	2.2 e^-(med) / 2.5 e^- (rms)	—	—
ダイナミックレンジ (RS−低速スキャン)		27000 : 1 (88.6 dB)	33000 : 1 (90.4 dB)	33000 : 1 (90.4 dB)
最大量子効率 @600 nm		>60 %	>70 %	>70 %
暗電流 [*4] @5℃	RS	＜0.3 e^- / pixel / sec	＜0.3 e^- / pixel / sec	＜0.3 e^- / pixel / sec
	GS	＜0.5 e^- / pixel / sec	—	—
感度非不均一性 (PRNU)		<0.5 %	<0.5 %	<0.2 %
アンチブルーミング性能		1:10000	1:10000	1:10000

■ カメラ仕様

フレームレート [*2] @高速スキャン、全画素読出し時	RS	100 fps	100 fps	40 fps
	GS	50 fps	—	—
	GR	>90 fps	>90 fps	—
露光時間 / シャッター時間	RS	500 µs ～ 2 s	500 µs ～ 2 s	500 µs ～ 10 s
	GS	10 µs ～ 100 ms	—	—
ダイナミックレンジ A/D		16 bit [*2,3]	16 bit [*3]	16 bit [*3]
ピクセルデータ転送レート	低速スキャン (ssc)	190 M pixel /sec	190 M pixel /sec	220 M pixel /sec
	高速スキャン (fsc)	572 M pixel / sec [*2]	544 M pixel /sec [*2]	—
ビニング		1×1、2×2、4×4	1×1、2×2、4×4	1×1、2×2、4×4
部分読出し機能 ROI	水平方向 / 垂直方向	4 pixels step / 2 pixels step	40 pixels step / 2 pixels step	4 pixels step / 1 pixel step
ノンリニアリティ		<0.6%	<0.6%	<0.6%
冷却方式 / 放熱方式		電子冷却 / 空冷ファンまたは水冷	電子冷却 / 空冷ファンまたは水冷	電子冷却 / 空冷ファンまたは水冷
トリガー入力信号 / 出力信号		frame trigger, sequence trigger / exposure, busy, line		frame trigger / exposure, busy, line
インターフェイス		カメラリンク (full, 10 taps 85 MHz)		USB3.0
タイムスタンプ		画像中に記載 (1 µs 分解能)	画像中に記載 (1 µs 分解能)	画像中に記載 (1 µs 分解能)

■ ユーティリティ仕様

電源		12 ～ 24 VDC (±10 %)	
カメラヘッド重量	700 g	700 g	930 g
動作周囲温度		＋10 ～＋40 ℃	
動作周囲湿度		10 ～ 80 % (ただし結露がないこと)	
保管周囲温度		−10 ～＋60 ℃	
レンズマウント		F マウント、C マウント (マウント付外し可能)	
CE / FCC		認証	

*1. 読出ノイズ値は median (med) と root mean square (rms) の値で表示しています。全ての値はノイズフィルターなどを通さない生の値です。

*2. fast scan で水平方向の画素数が 1920 ピクセル以上の場合、カメラリンクの制限により視覚的にロスレスな圧縮 / 解凍でデータ転送を行います。

*3. センサーからの信号は 2 つの 11 ビット A/D コンバーターによって高ゲインと低ゲインに同時に変換され、2 つの 11 ビット信号は最終的に 16 ビットに再変換されます。

*4. グローバルシャッターモードでの暗電流は露光時間に関係する部分とセンサー読出し時間に関係する部分があります。ROI の範囲が小さくなると暗電流が減少します。

■ フレームレートテーブル：pco.edge5.5

画素数 (pixel)	高速スキャン		低速スキャン	
	ローリングシャッター	グローバルシャッター	ローリングシャッター	グローバルシャッター
2560×2160	100.9 fps	50.3 fps	33.6 fps	16.8 fps
1920×1080	201.8 fps	100.0 fps	67.3 fps	33.3 fps
1600×1200	181.1 fps	90.1 fps	60.4 fps	30 fps
1280×1024	212.1 fps	105.4 fps	70.7 fps	35 fps
640×480	450.4 fps	222.4 fps	150.1 fps	74 fps
320×240	893.4 fps	436.0 fps	297.8 fps	145 fps

■ フレームレートテーブル：pco.edge4.2

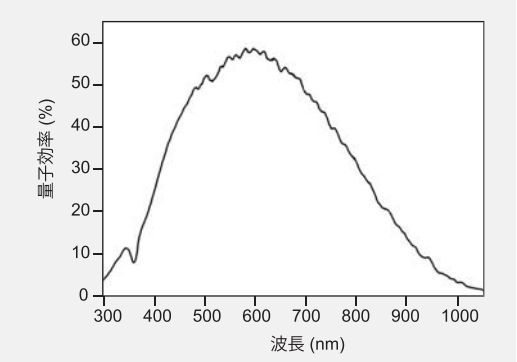
画素数 (pixel)	高速スキャン	低速スキャン
2080×2048 *1	98.5 fps	35.2 fps
2040×2048	100.4 fps	35.2 fps
2040×1024	200.9 fps	70.3 fps
2040×542	401.8 fps	140.7 fps
2040×256	803.5 fps	281.1 fps
2040×128	1607.1 fps	562.7 fps
1920×1080	190.5 fps	66.7 fps
1600×1200	171.4 fps	60.0 fps
1280×1024	200.9 fps	70.3 fps
640×480	428.6 fps	150.1 fps
320×240	857.1 fps	300.1 fps

*1. 参照ピクセル拡張読出し時

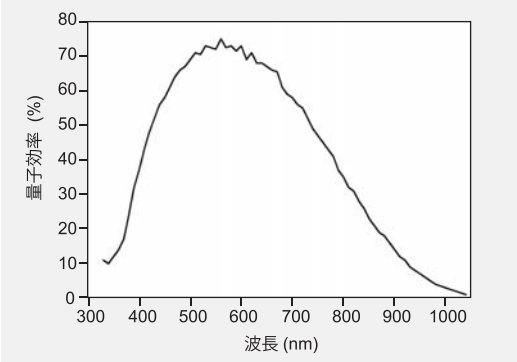
■ フレームレートテーブル：pco.edge4.2USB

画素数 (pixel)	
2048×2048	40 fps

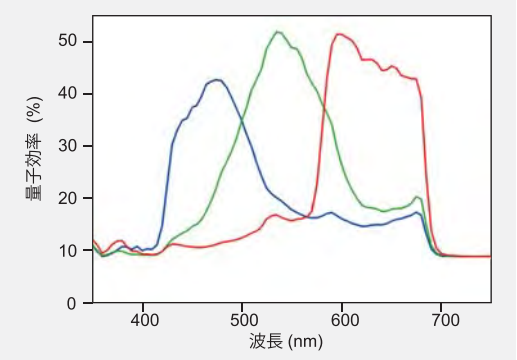
pco.edge5.5 モノクロセンサー



pco.edge4.2 モノクロセンサー

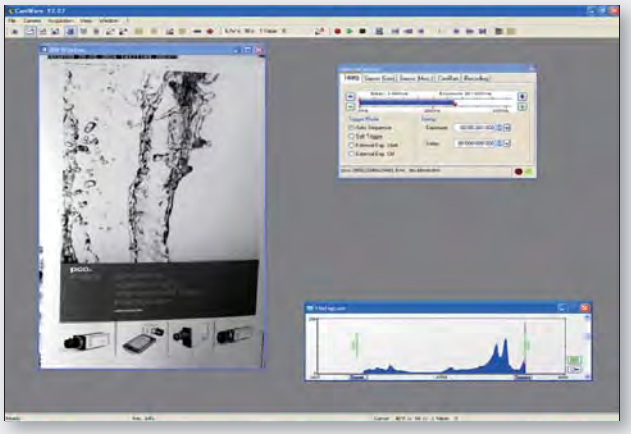


pco.edge5.5 カラーセンサー



［ソフトウェア］

pco.edgeにはカメラ制御用ソフトウェアpco.camware（32ビット/64ビット)が付属されています。pco.edgeの特長である高速、高解像度、高感度画像を長時間、コマ落ちなく撮像するソフトウェアです。
PCのメモリーもしくはHDDに直接記録する事が可能です。64ビット版では2ギガバイトを超えるPCのメモリーを確保して計測が行えます。
また、32ビットと64ビットの両方のソフトウェア開発キット(SDK)も含まれており、ユーザーが自由にカメラをコントロールするソフトウェアを作成する事が可能です。



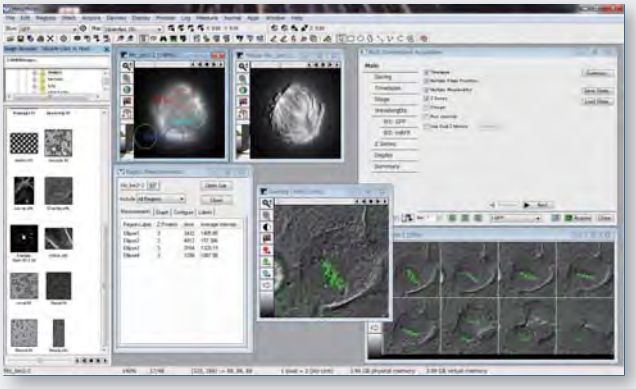
カメラ制御用ソフトウェア pco.camware (64bit)

［ソフトウェアドライバー］

なお、サードパーティーソフトウェア用ドライバーは下記のものがご利用可能です。

- LabVIEW
- Image-Pro Plus
- MetaMorph NX
- VisiView
- MathWorks
- Zeiss
- μ - Manager
- Molecular Devices

※詳細は弊社にお問合せ下さい。

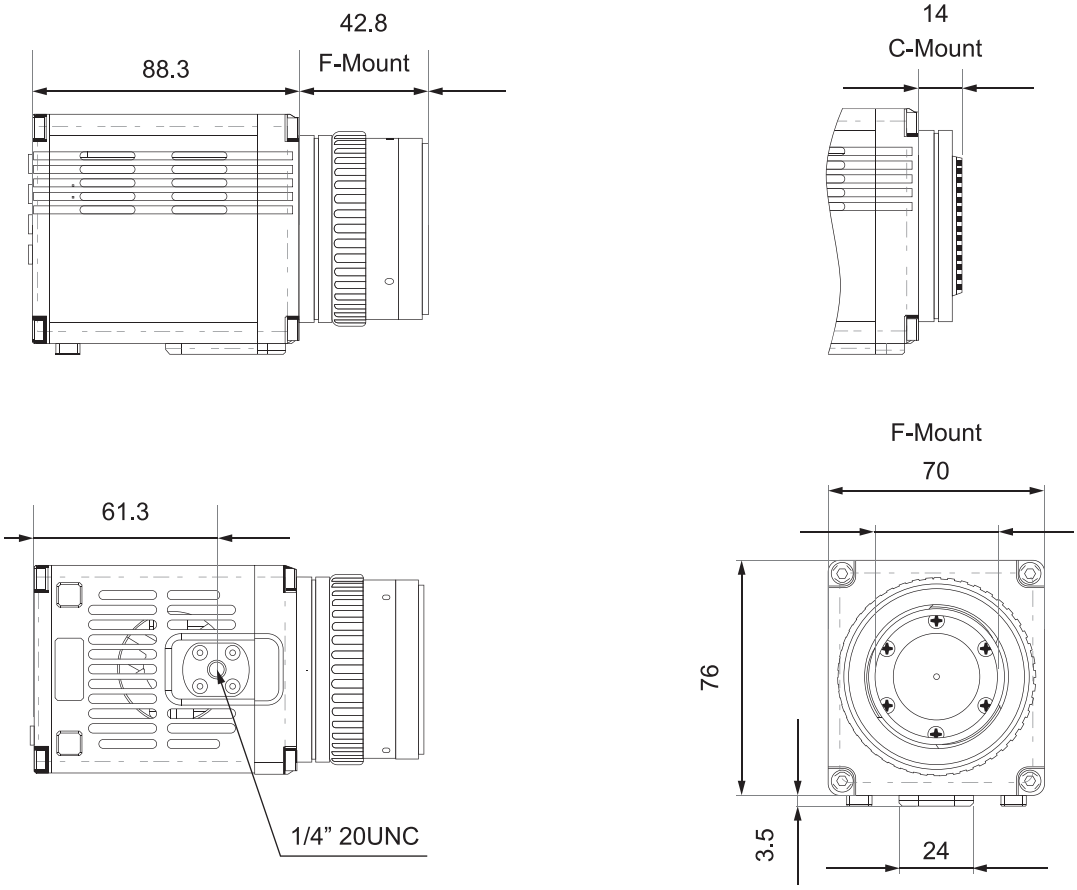


蛍光顕微鏡システムの画像取得例 (MetaMorph)

Time-lapse・多波長・多点・Zフォーカス画像を取得するシステム構築が可能なMetaMorphソフトウェアでは、pco.edgeカメラ制御が可能です。

寸法図

F-マウント、C-マウント交換用アダプター利用可能　(単位：mm)



オプション

- モノクロ / カラー選択可 (pco.edge5.5)
- 空冷 / 水冷選択可
- 冷却機能強化バージョンなど特注応相談

アクセサリ

- RAIDパソコン
- レンズ
- 水冷ユニット Aquamatic II
- キャリングケース

Pco.edge 用 水冷ユニット Aquamatic II

※ 詳細仕様は弊社にお問合せ下さい。

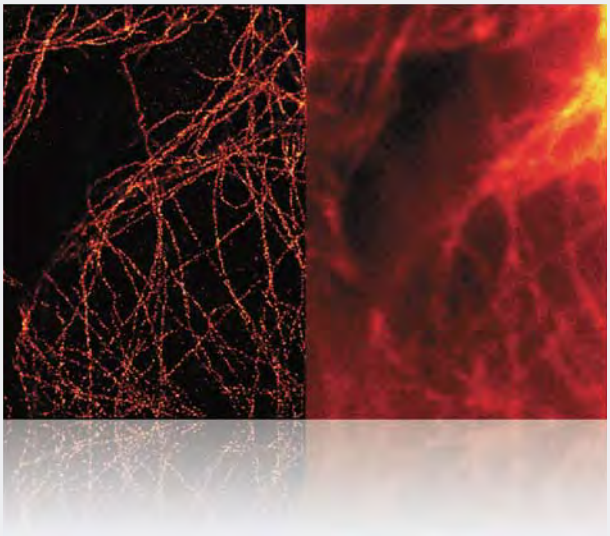
［アプリケーション］

ライフサイエンス

チューブリンファイバーの観察画像

（右）広範囲顕微イメージ
（左）GSDIM高分解能顕微イメージ

ドイツ ライカマイクロシステムズ社提供



物理科学分野

レーシングカーの航空力学風筒試験での高速粒子PIVイメージ

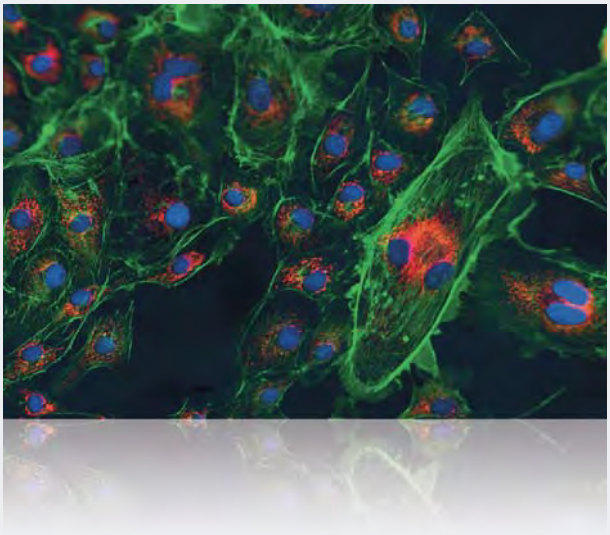
ドイツ ILA＆トヨタモータースポーツ社提供

ライフサイエンス

蛍光スライド標本

デジタル病理学のpco.edgeを使用したPannoramic 250 Flash スキャナーによるバーチャルスライド

ハンガリー　3DHistech社提供

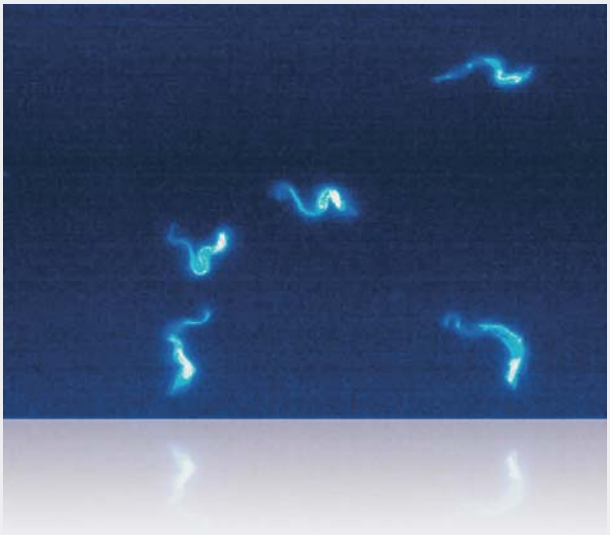


ライフサイエンス

トリパノソーマの連続イメージ

pco.edge、400 fps 最大信号強度は約100フォトン

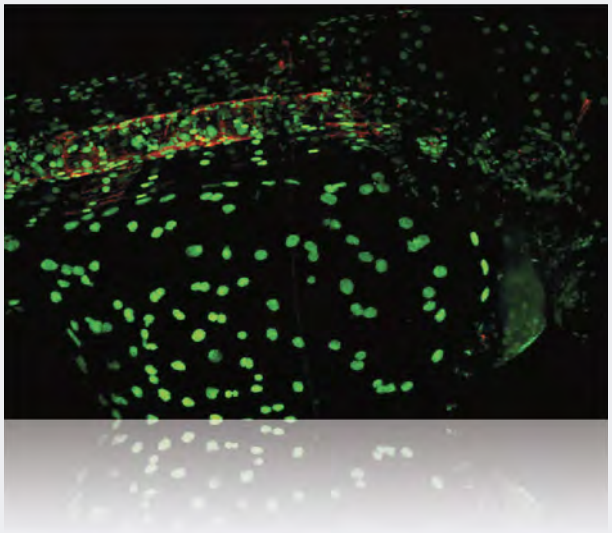
ドイツ　Prof.Engstler, ヴュルツブルグ大学提供



ライフサイエンス

二種の蛍光ラベルされたゼブラフィッシュ (VisiSccopeと横河CSU-W1)

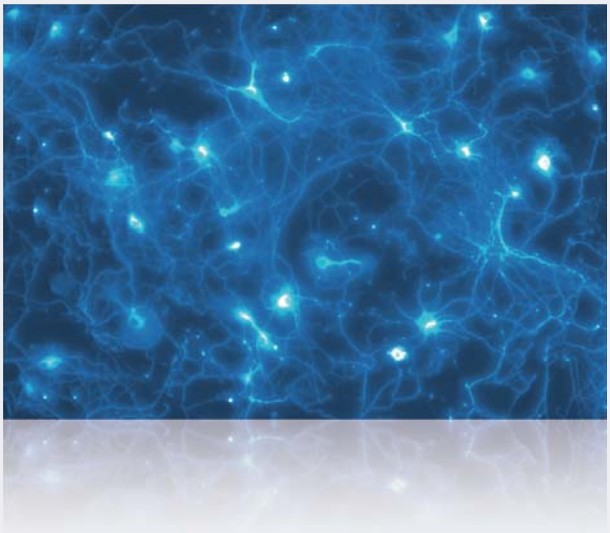
ドイツ Visitron System社提供



ライフサイエンス

神経回路網

蛍光色素添加 (擬似カラー表示)



用途 / 使用例

- 顕微鏡観察全般
- 蛍光顕微イメージ
- デジタル病理学
- 生物細胞顕微イメージ
- 単分子検出
- 超高分解能顕微イメージ
- PIV
- TIRF顕微イメージ
- ライトシート顕微測定
- PALM
- GSDIM
- dSTORM
- 面選択イメージ顕微測定 (SPIM)
- FRET
- FRAP
- 構造性蛍光顕微測定
- スピニングディスク共焦点顕微イメージ
- FRET,FRAPイメージ
- ゲノム解読 (第2 / 第3世代)
- 蛍光分光
- バイオまたは化学物質発光
- 天体ラッキーイメージング
- 太陽電池検査
- ハイコンテントスクリーニング
- X線トモグラフィー
- 眼科学用途
- フローサイトメトリー
- バイオチップ検査
- マシンビジョン
- TV / 放送用途
- ハイパースペクトラルイメージング
- LIBS (レーザー誘起ブレークダウン分光測定)

など

株式会社 東京インスツルメンツ
TOKYO INSTRUMENTS, INC.

本　　社：〒134-0088　東京都江戸川区西葛西 6-18-14　TEL 03-3686-4711　FAX 03-3686-0831
大阪営業所：〒532-0003 大阪市淀川区宮原 4-1-46 新大阪北ビル　TEL 06-6393-7411　FAX 06-6393-7055
WEB　Site：http://www.tokyoinst.co.jp/

●本カタログに記載されている内容は、 改良のため予告無く変更する場合があります。
（製品の仕様、性能、価格等はカタログ発行当時のものです）
●本カタログに記載されている内容の一部または全部を無断で転載することは禁止されております。
●本カタログに記載されているメーカー名、 製品名などは各社の商標または登録商標です。

カタログNo. PCED-3301A
2014-0315