

Machine vision

Always in focus

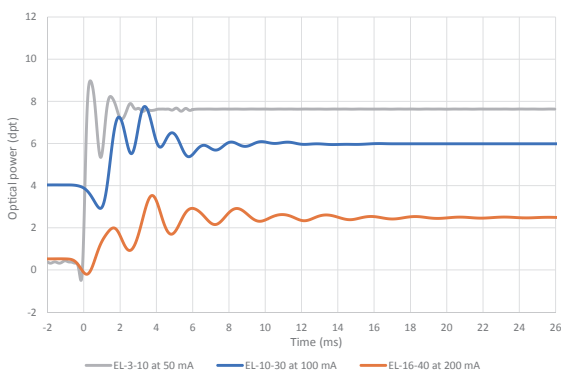
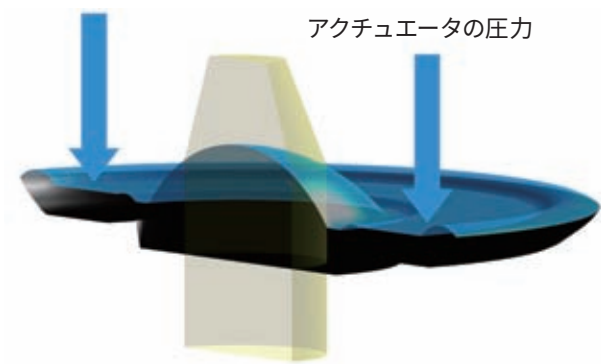
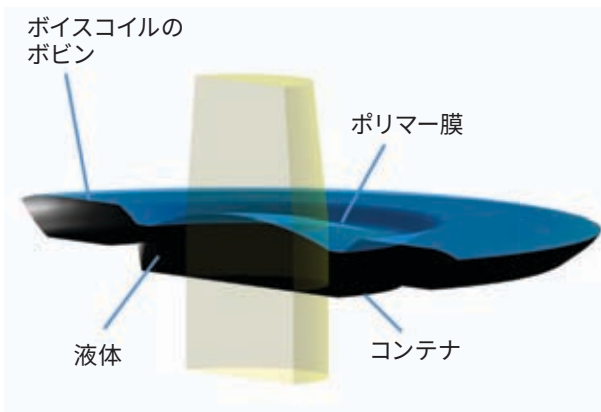
オプトチューン社焦点可変レンズ マシンビジョン向けガイドブック



株式会社 オプトサイエンス

Technology

株式会社オプトサイエンスはスイスの光学メーカ、オプトチューン社の正規代理店です。焦点可変レンズをオートフォーカスに活用する場合は、組み合わせて使用する固定焦点レンズやカメラの仕様を考慮することが重要です。このガイドブックを活用して用途に合った光学系を構築してください。



焦点可変レンズのしくみ

オプトチューン社のコアテクノロジーは、形状可変レンズの原理を基礎としています。

レンズ内部は、弾性ポリマー膜で密閉された光学液体のコンテナがあります。そのコンテナは、電磁式のアクチュエータが発生させる圧力で形状が変わります。結果として、レンズの焦点距離がアクチュエータのコイルに流れる電流量によってコントロールされます。電流値と屈折力 (dioppter) は正比例するため、計算や制御がかんたんです。

- アパーチャ：マシンビジョン用に3mm, 10mm, 16mmのラインナップ
- 長寿命：10億回以上のレンズ形状可変
- アッベ数 > 100：色収差がなく、マシンビジョン用に最適

ミリ秒の反応時間

オプトチューン社のレンズは数ミリ秒で反応し、その後4~25msで焦点位置が落ち着きます（所要時間はレンズのサイズによって変わります）。共振周波数によって引き起こされる振幅は、ローパスフィルタを追加したドライブ信号で抑制できます。

大きな作動距離の用途に！

Front lens configuration (フロントレンズ構成)

8mmから50mmの焦点距離の画像システムなら焦点可変レンズを前部に取り付けられます。通常は、固定焦点レンズのフィルタマウント用のネジ溝を使いますが、取付けに工夫が必要な場合もあります。このレンズ構成では、無限遠（焦点可変レンズが0 diopterの状態）から、約100mm（焦点可変レンズが10 diopter）もしくはスペーサの追加によりさらに短い距離までフォーカスできます。特にM12ボードレンズと焦点可変レンズを組み合わせるとCマウントで直接カメラに取り付けられれば、コンパクトなシステムが実現できます。

こんな用途に：

- > バーコードの読み取り
- > 荷物の仕分け
- > ロボットビジョン
- > ボトルの検査



構成部品*

カメラ	Cマウントカメラ (最大1.1"まで)
固定焦点レンズ	焦点距離 8~50mm
オプトチューン 焦点可変レンズ	EL16-40-TC-VIS-5D-M25.5 EL16-40-TC-VIS-5D-M27 EL16-40-TC-VIS-5D-M30.5
レンズドライバ	Optotune lens driver 4i
接続ケーブル	CAB-6-100

*カメラと固定焦点レンズは、お客様がご用意ください。

パフォーマンス

	固定焦点レンズ 500mmのとき		
焦点可変レンズ diopter (dpt)	3	0	-2
作動距離 (mm)	200	500	
水平視野* (mm)	111	277	無限遠
垂直視野* (mm)	92.5	231	

* 2/3" センサ (8.47 mm x 7.09 mm)



EL-16-40-TC-VIS-5D-M27

短い作動距離に

Back lens configuration (バックレンズ構成)

焦点可変レンズをカメラとCマウントレンズの間におくと、スペーサを追加したように働きます。この構成は、固定レンズの焦点距離が35mmかそれ以上のときに使用でき、マクロ撮影に良い効果が期待できます。作動距離の範囲が小さいため前述のFront lens configurationよりも光学的な影響は大きくありませんが、解像度とフォーカス平面の再現性に優れます。M42マウントの固定焦点レンズで、このレンズ構成を適用するとイメージサークルが最大で30mmまで実現できます。



こんな用途に：

- > 電子部品の検査
- > コンタクトレンズの検査
- > ダイヤモンドの検査

構成部品*

カメラ	Cマウント/<42カメラ (対角30mmまで)
固定焦点レンズ	焦点距離 >35mm
オプトチューン 焦点可変レンズ	EL16-40-TC-VIS-5D-C EL16-40-TC-VIS-5D-M42
レンズドライバ	Optotune lens driver 4i
接続ケーブル	CAB-6-100

*カメラと固定焦点レンズは、お客様がご用意ください。

パフォーマンス

	固定焦点レンズ	無限遠のとき		
焦点可変レンズ diopter (dpt)		3	0	-2
作動距離 (mm)		166	185	209
水平視野* (mm)		37.2	39.0	41.1
垂直視野* (mm)		29.5	31.0	32.5

* 1" センサ (12.4 mm x 9.8 mm)

1" C-mount camera

EL-16-40-TC-VIS-5D-C

Fixed focal lens
(Focal length 50 mm)



コンパクト、そして広い視野角に!

Front lens configuration with S-mount lens

(フロントレンズ構成+Sマウントレンズ)

Sマウントレンズはコンパクトな設計で焦点可変レンズまでの距離が小さくなるので、このレンズ構成では特に広い視野角が可能です。Sマウントレンズとカメラまでの距離が通常の作動距離を確保し、焦点可変レンズのアシストでZ軸の方向のチューニングを行います。このレンズ構成はトータルコストを抑え、省スペース化が特に必要とされる用途に向いています。

こんな用途に:

- > 荷物の仕分け
- > ロボットビジョン



構成部品*

カメラ	Cマウントカメラ
固定焦点レンズ	焦点距離 >6mmのSマウントレンズ
オプトチューン 焦点可変レンズ	EL16-40-TC-VIS-5D-C
レンズドライバ	Optotune lens driver 4i
接続ケーブル	CAB-6-100

*カメラと固定焦点レンズは、お客様がご用意ください。

パフォーマンス

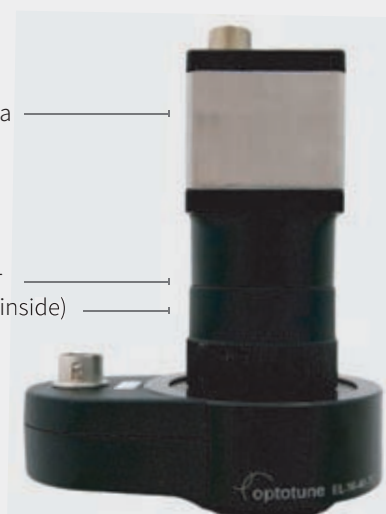
7.2mmレンズフォーカス 500mmのとき			
焦点可変レンズ diopter (dpt)	3	0	-2
作動距離 (mm)	200	500	
水平視野* (mm)	169	411	無限遠
垂直視野* (mm)	125	305	

* 1/2.5" センサ (5.76 mm x 4.29 mm)

1/2.5" C-mount camera

S- to C-mount adapter
7.2 mm S-mount lens (inside)

EL-16-40-TC-VIS-5D-C



テレセントリック

Tunable lens at the pupil position with telecentric lens

テレセントリックの瞳位置に焦点可変レンズを配置

テレセントリックレンズと焦点可変レンズの組み合わせでも良い結果を出しています。

焦点可変レンズを組み込む最適の位置はアパーチャストップの直後です。大きなZ軸調整範囲と最小の倍率変化の両方が最適化されます。例えば、倍率1のときZ軸範囲20mmが、倍率2のときはZ軸範囲10mmがそれぞれ可能で、一方でフォーカス調整範囲全域での倍率の変動は5%程度です。作動距離と倍率の両方が焦点可変レンズの屈折力に比例して変わるので、シンプルな2点間の校正をすればシステムを正確な計測に使えます。

こんな用途に：

- > プリント基板検査
- > 液晶ディスプレイ検査
- > カメラの検査
- > モバイル機器用レンズの検査

構成部品*

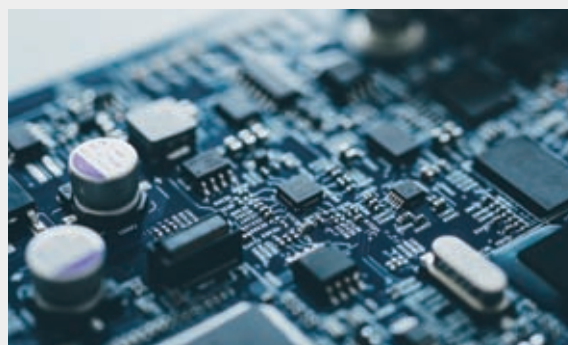
カメラ	1"まで
テレセントリックレンズ (倍率)**	0.13~10.0
オプトチューン焦点可変レンズ	EL16-40-TC-VIS-5D-C
レンズドライバ	Optotune lens driver 4i
接続ケーブル	CAB-6-100

*カメラとテレセントリックレンズは、お客様がご用意ください。

パフォーマンス

倍率1x テレセントリックレンズ	1"センサ	2/3"センサ	1"センサ	2/3"センサ
焦点可変レンズ (dpt)	3	-2	3	-2
倍率 (mm)	0.9	1	0.9	1
作動距離 (mm)	107.3	121.7	107.3	121.7
水平視野 (mm)	138.	12.4	9.3	8.4
垂直視野 (mm)	10.9	9.8	7.9	7.1

**そのほか市販のテレセントリックレンズでは、倍率0.13, 0.15, 0.19, 0.24, 0.29, 0.31, 0.34, 0.37, 0.50, 0.58, 0.66, 0.75, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 4.0, 10.0のものがテストされています。



マシンビジョン 構成早見表

Sensor format & camera		Imaging lens focal length (mm)								
		6	8	12	16	25	35	50	75	100
1/4"	S-mount	30° HFOV								
	C-mount		23°	15°	11°	7°	5°	4°	2.5°	2°
1/3"	S-mount	44°	33°				8°	6°	4°	
	C-mount			23°	17°	11°	Front or back lens configuration			3°
1/2"	S-mount	56°	44°	30°						
	C-mount				23°	15°	10°	7°	5°	4°
2/3"	S-mount	73°	58°	40°						
	C-mount				31°	20°	14°	10°	7°	5°
1"	S-mount	74°	77°	56° **	44°					
	C-mount					29° **	21° *	15°	10° *	7°
30 mm diag.	M42-mount	128°	114°	91°	75°	52°	39°	28°	19°	14°
Front lens configuration only						Back lens configuration only				

■ 不可
 ■ カスタムの光学系で対応可
 ■ 市販のレンズではケラレが発生
 ■ 市販のレンズで対応可

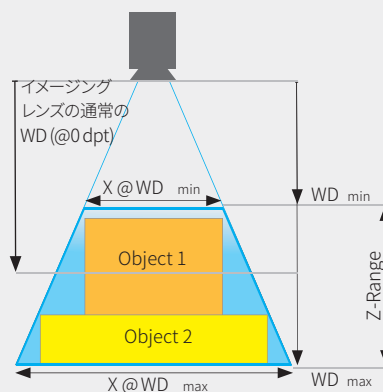
*カスタムデザインあり **カスタム設計が進行中



レンズ選定について

レンズ選定のお手伝いが必要な場合は、ご用途について教えてください。以下の情報が必要です。

- 必要な分解能と使用するカメラのセンササイズ
- 対象の視野範囲 X&Y (mm)
- フォーカスする作動距離 (WD) の範囲 (対象物の高さ mm)
- 作動距離(WD)の最小または最大値の制約 (もし考慮が必要な場合)
- F# (もし考慮が必要な場合)



オプトチューン社のWEBには、レンズ選定と計算の参考となるオンラインソフトがあります。

<http://configurator.optotune.com>

Products

焦点可変レンズの一覧



Standardized product and series	Cleat aperture (mm)	Tuning range (dpt)	Reproducibility (dpt)	Response time (ms)*	Offset lens (mm)	Temp. sensor	Cover coating (nm) **	Control current with Driver 4(mA)	Wavefront error (λ RMS)	Top thread	Bottom thread
EL-3-10 EL-3-10-VIS-26D-FPC	3	-13 to 13	Temp. dependant	1/2/4	-	-	420 to 900	-120 to +120	<0.2/<0.2	None	None
EL-3-10-NIR-26D-FPC	3	-13 to 13	Temp. dependant	2.5/6/15	-	-	850 to 1600	-120 to +120	<0.2/<0.2	None	None
EL-10-30 EL-10-30-TC-VIS-12D	10	+8 to +20	+/- 0.1	2.5/6/15	-	•	400 to 700	0 to +250	<0.25/<0.6	None	None
EL-10-30-TC-NIR-12D	10	+8 to +20	+/- 0.1	2.5/6/15	-	•	700 to 1100	0 to +250	<0.25/<0.6	None	None
EL-10-30-C-VIS-LD	10	+5 to +10	+/- 0.1	2.5/6/15	-	•	400 to 700	0 to +250	<0.15/<0.25	C-mount male	C-mount female
EL-10-30-C-NIR-LD	10	+5 to +10	+/- 0.1	2.5/6/15	-	•	700 to 1100	0 to +250	<0.15/<0.25	C-mount male	C-mount female
EL-10-30-C-VIS-LD-MV	10	-1.5 to +3.5	+/- 0.1	2.5/6/15	-150	•	400 to 700	0 to +250	<0.15/<0.25	C-mount male	C-mount female
EL-10-30-C-NIR-LD-MV	10	-1.5 to +3.5	+/- 0.1	2.5/6/15	-150	•	700 to 1100	0 to +250	<0.15/<0.25	C-mount male	C-mount female
EL-10-30-Ci-VIS-LD	10	+5 to +10	+/- 0.1	2.5/6/15	-	•	400 to 700	0 to +250	<0.15/<0.25	C-mount male	C-mount female
EL-10-30-Ci-NIR-LD	10	+5 to +10	+/- 0.1	2.5/6/15	-	•	700 to 1100	0 to +250	<0.15/<0.25	C-mount male	C-mount female
EL-10-30-Ci-VIS-LD-MV	10	-1.5 to +3.5	+/- 0.1	2.5/6/15	-150	•	400 to 700	0 to +250	<0.15/<0.25	C-mount male	C-mount female
EL-16-40 EL-16-40-TC-VIS-5D	16	-2 to +3	+/- 0.05	5/12/25	-	•	400 to 700	-250 to +250	0.25/0.5	None	None
EL-16-40-TC-VIS-20D	16	-10 to +10	+/- 0.1	5/12/25	-	•	400 to 700	-250 to +250	<0.5/<0.25	None	None
EL-16-40-TC-VIS-5D-M25.5	16	-2 to +3	+/- 0.05	5/12/25	-	•	400 to 700	-250 to +250	0.25/0.5	M25.5 x 0.5 male	M40.5 x 0.5 female
EL-16-40-TC-VIS-5D-M26	16	-2 to +3	+/- 0.05	5/12/25	-	•	400 to 700	-250 to +250	0.25/0.5	M26 x 0.706 male	M26 x 0.706 female
EL-16-40-TC-VIS-5D-M27	16	-2 to +3	+/- 0.05	5/12/25	-	•	400 to 700	-250 to +250	0.25/0.5	M27 x 0.5 male	M40.5 x 0.5 female
EL-16-40-TC-VIS-5D-M30.5	16	-2 to +3	+/- 0.05	5/12/25	-	•	400 to 700	-250 to +250	0.25/0.5	M30.5 x 0.5 male	M40.5 x 0.5 female
EL-16-40-TC-VIS-5D-C	16	-2 to +3	+/- 0.05	5/12/25	-	•	400 to 700	-250 to +250	0.25/0.5	C-mount male	C-mount female
EL-16-40-TC-VIS-5D-M42	16	-2 to +3	+/- 0.05	5/12/25	-	•	400 to 700	-250 to +250	0.25/0.5	M42 x 1 male	M42 x 1 female
EL-16-40-TC-VIS-20D-C	16	-10 to +10	+/- 0.1	5/12/25	-	•	400 to 700	-250 to +250	<0.5/<0.25	C-mount male	C-mount female

* 10-90% of step / settling time of a controlled step / settling time of rectangular step
 ** All EL-16-40 models are also available with NIR coated cover glasses (850-1500 nm)

レンズドライバの一覧

オプトチューン社の焦点可変レンズは、基本的に電流で制御します（電圧制御ではありません）。一般的な電流源でもレンズを制御できますが、オプトチューンのレンズドライバは重要な機能が追加されています。

レンズのチップに記憶された校正データと温度センサの値を読み取り、いわゆる“focal power mode”と呼ばれる、焦点距離のベストな再現性をもたらす温度補正を行います。サードパーティのGardasoft社製レンズドライバTR-CL180やCL191*でもオプトチューンの焦点可変レンズをコントロールできます。

*Gardasoft社CL191レンズドライバは、OEM向け専用のため100台以上ご購入予定のお客様にのみ提供いたします。



	Lens Driver 4 (EL-E-4)	Optotune Driver 4i (EL-E-4i)	Gardasoft TR-CL180	Gardasoft CL191
Dimensions (L x W x H)	77 x 19 x 13 mm	99.05 x 19 x 13.5 mm	120 x 101 x 35 mm	50 x 20 x 3.7 mm
Lens compatibility	EL-3-10 EL-10-30-TC EL-16-40-TC	EL-10-30 EL-16-40	EL-10-30 EL-16-40	EL-3-10 EL-10-30 EL-16-40
Operation mode	1. Current mode 2. Focal power mode 3. Analog input		1. Focal power mode 2. Analog input 3. Serval waveforms av available	
Interface to lens	0.5 mm pitch FPC connector	6-pin Hirose connector	6-pin Hirose connector	0.5 mm pitch FPC connector (Hirose* Optional)
Maximum output current	-290 to 290 mA		-400mA to 400 mA	-250 to +250 mA
Interface to PC	USB Type A		Ethernet, RS232, Front Panel	I2C, UART, USB, RS232, Ethernet
Analog input	0-5 V (applies to current mode only, not focal power mode)		0-10 V	0-10 V
User SDK	C#		Trinita SDK, ap plications written in C#, C++, VB	None
Operating temperature	-20 to +65 °C		5 to 50 °C	

Ver.1.2_1906



株式会社 オプトサイエンス

160-0014
東京都新宿区内藤町1番地
内藤町ビルディング

www.optoscience.com
03-3356-1064
info@optoscience.com