

## 5メガを超える5MX

画面全域で高解像・高性能を実現させる  
フローティング3群フォーカス機構

リコーインダストリアルソリューションズ株式会社



リコーインダストリアルソリューションズ株式会社は、FAレンズの高解像・高性能設計を実現と量産化に成功したことでお客様の製造現場における生産性および生産効率の向上に寄与し、更にFA/マシンビジョンシステムのレンズの小型化のニーズにお応えしています。

本稿では、リコーFAレンズのなかでも新開発となる RICOH FL-CC1218-5MX、FL-CC1618-5MX、FL-CC2518-5MX、FL-CC3524-5MX にも導入された、高解像・高性能を実現させたフローティング・フォーカス機構についてご紹介します。

5章からは、営業推進センターよりFAレンズの市場状況について紹介申しあげます。



1章：リコーグループのFAレンズの歩み

2章：マシンビジョンで求められるFAレンズとは

3章：収差を抑制するフローティング・フォーカス機構  
～比較結果とリコーの対応機種～

4章：高性能レンズを市場に提供するリコーの技術

5章：リコーのラインアップ

## 1. リコーグループのFAレンズの歩み

リコーグループは、1936 年の創業から 80 年を超えて事業を継続している。その間、常に世の中の先を見据えて、お客様に新しい製品を提供してきている。銀塩カメラからデジタルカメラへ、アナログ複写機からデジタル複写機へ、弊社で培われた技術は時代のニーズに即しながら表現方法を変え進化を続けてきた。

1970 年代後半からは、自社での自動化設備の開発を進め、検査工程などに光学技術を活用しながら、マシンビジョンに関する技術ノウハウを蓄積してきた。2011 年には FA レンズに関する高い技術を所有していた PENTAX と協業を開始し、2014 年 10 月には、リコーグループ内に分散していた光学、画像処理、電装などに関する技術や人材を集約し、新会社「リコーアイナクストリアルソリューションズ株式会社」として事業展開を図ってきた。

そのような動きのなかで、世の中で必要とされる製品を提供し、FA レンズも時代に合わせて進化させてきた。

FA レンズを取り巻く状況の変化としては、かつては人間が介在して検査や監視などに使う視認用としてのニーズが多かったが、今では、取得した画像に画像処理を施し、自動的に検査や判断ができる装置の入力手段として捕らえられることが多くなっている。画像を取得するカメラは、年々、小画素化、多画素化が進んでおり、それに対応するべく FA レンズにおける高解像のニーズも変化してきている。

## 2: マシンビジョンで求められるFAレンズとは

FA レンズに求められる性能を記する前に、身近な光学系の例を参考に記載し、FA レンズに求められる性能を説明する。

レンズを使う光学系で簡単な例は、虫眼鏡である。虫眼鏡は一枚の凸レンズを使っている場合が多く、物を大きくして観察する場合、虫眼鏡を前後に動かしたり、目の位置を前後に動かしたりして、何気なくピント合わせや、見えるものの大きさの調節を行なっている。FA レンズも同じようにレンズの位置を移動させてピントを合せたり、大きさ(倍率)を調整したりするところは虫眼鏡と似ている。

ただし、多くの FA レンズはレンズ玉を複数枚内蔵しており、外観面で虫眼鏡とは大きく異なる。また、使用方法も装置に取り付けた状態で、対象物までの距離を簡単に変えられない状態で使われることが多い。

レンズに求められる性能は、一言で言えば、像の正確さ(ボケの少なさ、歪みの少なさ、色にじみの少なさなど)である。求められる正確さは、その物の使われ方によって異なる。例えば、虫眼鏡で物を見るときは、ピントが甘かったり、形状が歪んでいたりする状態、すなわち、理想的で正確な像でなくても、人の目で見る場合であれば、ある程度は気にならずに使うことができる。ところが、FA レンズを使う状況では、一般的にセンサーで読み取り、画像にして検査に使ったり寸法を測ったりするので、正確さは高いものを求められる。特に一度の撮影で画面全体を見ることが多いので、画面全域で像の正確さが求められる場合が多い。

正確な像からのズレは、原理的に生じる収差から発生している。収差には、ザイデルの 5 収差と呼ばれるものと、色収差がある。レンズの正確さの向上に関する研究、すなわち収差の低減は、ガリレオガリレイの時代から続けられており、収差を出来るだけ小さくする方法は様々な方から提案されていて、レンズの枚数を増やしたり、形状を工夫したり、材質を工夫したりして、収差の低減を図っている。ただし、球面のレンズでは収差をゼロにすることは原理的に不可能であり、製品仕様の範囲内に入れるように設計して、製品として使われているのが現状である。

### 3: 収差を抑制するフローティング・フォーカス機構 ～比較結果とリコーの対応機種～

基本的に、画面の周辺に行くに従い色々な収差が大きくなる影響を受け、特性が落ちる。前記したようにレンズ一枚では FA に使用する特性が得られないため、レンズを複数枚にして、周辺の特性も上げるように設計していく。また、物体までの距離が変わった場合も、特性は変化していく。よって、ある狙いの設計距離の状態で、中心と周辺部の特性を良くしたとしても、物体までの距離が変わるとその状況が変わり、中

心や周辺の特性が悪くなったりする。高解像で高性能なレンズを設計する場合、中心だけでなく、周辺までの特性を見ながら、かつ、違う距離での特性を見ながら設計する必要が生じる。

このような状況を解決する手段の一つが、フローティング・フォーカス機構と呼ばれるレンズ構成である。以下に一般的なフローティング・フォーカス機構の一例を載せる。

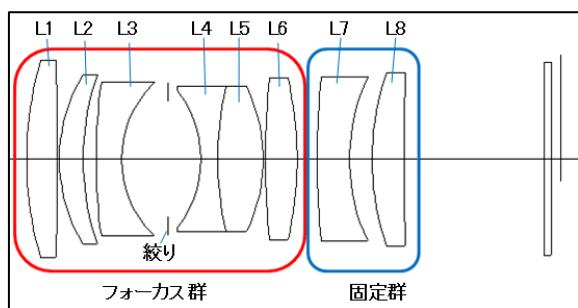


図 1:一般的なフローティング・フォーカス機構の一例

フローティング・フォーカス機構とは、被写体距離による収差の変化を抑制するため光学系の一部の間隔を変化させながらフォーカスする機構のことである。レンズに要求される性能的な要求や重量、コストなどを考慮し、構造を決めていくことになる。

本構造は、ピントを合わせるときに動かすフォーカス群と、移動しない固定群とを分けた構成となっている。操作者は、レンズ本体にあるフォーカスリングの回転部を回転させることで、フォーカス群のみを前後に動かし、対象物までの距離に応じてピントを合わせることになる。

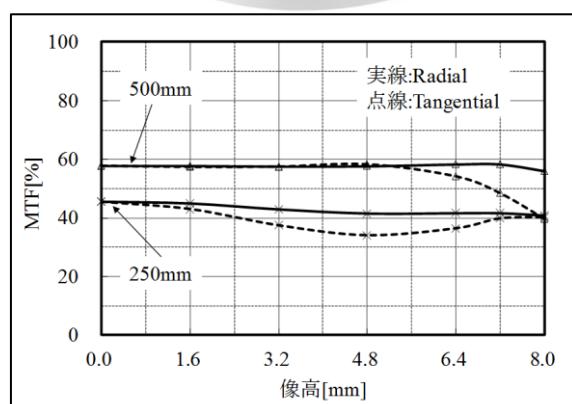


図 2:MTF 特性の例(設計結果)

以下に、フローティング・フォーカス機構を採用した弊社製品の特性の一例を載せる。

画像中心から端部まで、物体までの距離が 250mm でも、500mm でも良い画質が得られるようになっている。

以下に、実画像の比較の例を載せる。

### ◎撮影条件

・レンズ :

RICOH フローティング・フォーカス機構採用品

他社フローティング・フォーカス機構無し品(全体繰り出しタイプ)

・撮影距離 : 1300mm

・被対象物 : 以下のラベルを画面の中央と画面の端部に置く。

・ピント合わせの条件 : 画面の中心のバーコードラベルが認識できるようにピントを合わせる



図 3:撮影用ラベル

## ◎結果

・端部画像の比較



図 4:RICOH 製品の端部バーコード部



図 5:他社製品の端部バーコード部

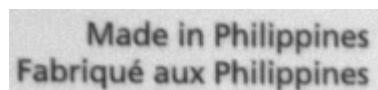


図 6:RICOH 製品の端部文字部

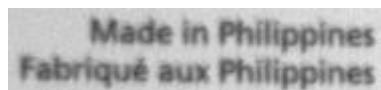


図 7:他社製品の端部文字部

上記のように、中心部でピントを合わせたとしても、端部の画質が劣化していると、バーコードの読み取りができなかったり、文字の読み取りができなかったりする。この状況は上で説明したように、物体までの距離が変わると、端部の劣化の度合いも変わるので、注意が必要である。

弊社のフローティング・フォーカス機構採用レンズは、このような画質劣化をできるだけ少なくなるように構成されたレンズとなっている。

なお、このたび発売となる、新開発の FL-CC1218-5MX と、FL-CC1618-5MX においては、フローティング・フォーカス機構を採用することで、JIIA(日本インダストリアルイメージング協会)が定める、高精細カメラ用レンズの性能等級・評価基準の、最高性能等級である S ランクの基準を満たしている。そのため、端部の画質劣化が非常に少ないレンズである。また、設計中心以外の距離においても、弊社の定める製品特性規格をクリアしており、良好な光学特性を確保している。高解像カメラ用レンズとして、自信を持ってお勧めできるレンズとなっている。

なお、リコーFAレンズでフローティング・フォーカス機構を取り入れているエリアレンズは、以下の通りである。

◆ 新製品 RICOH FL-CC1218-5MX、FL-CC1618-5MX、FL-CC2518-5MX、FL-CC3524-5MX



[http://industry.ricoh.com/fa\\_camera\\_lens/lens/5m\\_mx/](http://industry.ricoh.com/fa_camera_lens/lens/5m_mx/)

新製品 RICOH FL-CC1218-5MX、FL-CC1618-5MX、FL-CC2518-5MX、FL-CC3524-5MXの仕様

型名	FL-CC1218-5MX	FL-CC1618-5MX	FL-CC2518-5MX	FL-CC3524-5MX
対応画素数		500万画素以上		
画面サイズ	0.3	2/3型		
焦点距離	12mm	16mm	25mm	35mm
最大口径比		1:1.8		1:2.4
絞り範囲		1.8~16		2.4~16
マウント		C		
水平画角	1/3型	22.7°	17.1°	11.0°
	1/2型	30.0°	22.7°	14.6°
	1/1.8型	33.6°	25.4°	16.4°
	2/3型	40.5°	30.9°	20.0°
至近距離			0.1m	
バックフォーカス	13.2mm	13.4mm	13.6mm	14.3mm
フィルターサイズ		30.5 P=0.5mm		
外形寸法	φ33×47mm		φ33×50mm	φ33×65.5mm
質量	85g	80g	68g	100g

参考視野角範囲表

WD	FL-CC1218-5MX f=12mm F1.8		FL-CC1618-5MX f=16mm F1.8		FL-CC2518-5MX f=25mm F1.8		FL-CC3524-5MX f=35mm F2.4	
	V	H (mm)						
100	60.9	×	81.2	47.3	×	63.0	24.0	×
125	74.7	×	99.6	57.7	×	76.9	30.6	×
150	88.5	×	118	68.1	×	90.8	37.2	×
175	102.3	×	136.4	78.5	×	104.7	43.8	×
200	116.1	×	154.8	88.9	×	118.5	50.4	×
225	129.9	×	173.2	99.2	×	132.3	57.0	×
250	143.6	×	191.5	109.6	×	146.1	63.6	×
275	157.4	×	209.9	119.9	×	159.9	70.3	×
300	171.2	×	228.2	130.3	×	173.7	76.9	×
350	198.7	×	265	150.9	×	201.2	90.1	×
400	226.3	×	301.7	171.6	×	228.8	103.3	×
450	253.7	×	338.3	192.3	×	256.3	116.5	×
500	281.3	×	375.1	212.9	×	283.9	129.7	×

※注記

・WDはレンズの頂点から物体までの距離を記載しております。 ④参考視野範囲は各表最上部が至近距離、最下部が無限遠になります

・上記データはあくまで参考値になりますので、使用条件によって前後する場合が御座います。 ④デモ機でご使用可能をご確認されてからご購入いただきますようお願いいたします。

・接写リング使用時の参考視野範囲は、RICOHレンズセレクターをご参照ください。

- ◆ RICOH 12 メガピクセルレンズ(1.1型)/9 メガピクセル(1型)  
(焦点距離 12,16,25,35,50,75mm)



[http://industry.ricoh.com/fa\\_camera\\_lens/lens/9m/](http://industry.ricoh.com/fa_camera_lens/lens/9m/)

#### 高画素レンズ 12メガピクセルレンズ(1.1型)/9メガピクセル(1型) スペック一覧

型名	FL-BC1220-9M	FL-BC1618-9M	FL-BC2518-9M	FL-BC3518-9M	FL-BC5024-9M	FL-BC7528-9M
対応画素数	400万画素、600万画素、900万画素					
画面サイズ	25mm 1型					
焦点距離	12mm	16mm	25mm	35mm	50mm	75mm
最大口径比	1:2.0	1:1.8	1:1.8	1:1.8	1:2.4	1:2.8
絞り範囲	2.0~16	1.8~16	1.8~16	1.8~22	2.4~22	2.8~32
マウント	1	∞	III	C		
水平画角	1/3型	22.7°	17.1°	11.0°	7.8°	5.5°
	1/2型	30.0°	22.7°	14.6°	10.4°	7.3°
	1/1.8型	33.6°	25.4°	16.4°	11.7°	8.2°
	2/3型	40.6°	30.8°	20.0°	14.3°	10.1°
	1型	57.0°	43.8°	28.8°	20.7°	14.6°
至近距離	0.08m	0.08m	1.8	0.1m	0.15m	0.2m
バックフォーカス	14.1mm	14.1mm	14.1mm	16.8mm	18.8mm	21.3mm
フィルターサイズ	40.5 P=0.5mm					
外形寸法	φ42×60.5mm	φ42×64mm	φ42×57.5mm	φ42×60.5mm	φ42×69mm	φ42×81mm
質量	156g	153g	149g	150g	166g	189g

## 参考視野角範囲表

### 1.1型

format

V: 10.35 mm  
H: 14.13 mm

	FL-BC1220-9M f=12mm F2.0	FL-BC1618-9M f=16mm F1.8	FL-BC2518-9M f=25mm F1.8	FL-BC3518-9M f=35mm F1.8	FL-BC5024-9M f=50mm F2.4	FL-BC7528-9M f=75mm F2.8
水平画角 ※1.1型∞遠時	61.9°	47.6°	31.6°	22.8°	16.1°	10.8°
W.D.	参考視野範囲 V × H (mm)					
80	78.3 × 106.9	61.0 × 83.2	-	-	-	-
100	95.6 × 130.6	74.0 × 101.0	42.2 × 57.6	-	-	-
150	138.9 × 189.6	106.5 × 145.4	62.9 × 85.9	41.4 × 56.5	-	-
200	182.0 × 248.5	138.9 × 189.6	83.6 × 114.1	56.1 × 76.7	39.3 × 53.6	-
250	225.0 × 307.3	171.3 × 233.8	104.3 × 142.4	70.9 × 96.8	49.6 × 67.8	28.5 × 38.9
300	268.1 × 366.1	203.6 × 278.0	125.0 × 170.7	85.7 × 117.0	60.0 × 81.9	35.4 × 48.4
350	311.2 × 424.9	236.0 × 322.2	145.7 × 199.0	100.5 × 137.2	70.3 × 96.0	42.3 × 57.8
400	354.2 × 483.6	268.3 × 366.4	166.4 × 227.2	115.3 × 157.4	80.7 × 110.2	49.2 × 67.2
450	397.3 × 542.5	300.7 × 410.6	187.1 × 255.5	130.1 × 177.6	91.0 × 124.3	56.1 × 76.6
500	440.4 × 601.3	333.0 × 454.7	207.8 × 283.8	144.9 × 197.8	101.4 × 138.4	63.0 × 86.1

### 1型

format

V: 9.6 mm  
H: 12.8 mm

	FL-BC1220-9M f=12mm F2.0	FL-BC1618-9M f=16mm F1.8	FL-BC2518-9M f=25mm F1.8	FL-BC3518-9M f=35mm F1.8	FL-BC5024-9M f=50mm F2.4	FL-BC7528-9M f=75mm F2.8
水平画角 ※1型∞遠時	57.0°	43.8°	28.8°	20.7°	14.6°	9.8°
W.D.	参考視野範囲					
80	72.6 × 96.8	56.5 × 75.4	-	-	-	-
100	88.7 × 118.3	68.6 × 91.5	39.1 × 52.2	-	-	-
150	128.8 × 171.7	98.8 × 131.7	58.3 × 77.8	38.4 × 51.1	-	-
200	168.8 × 225.1	128.8 × 171.8	77.5 × 103.4	52.1 × 69.4	36.4 × 48.6	-
250	208.7 × 278.3	158.9 × 211.8	96.8 × 129.0	65.8 × 87.7	46.0 × 61.4	26.5 × 35.3
300	248.7 × 331.6	188.9 × 251.8	116.0 × 154.6	79.5 × 106.0	55.6 × 74.2	32.9 × 43.8
350	288.6 × 384.8	218.9 × 291.8	135.2 × 180.2	93.2 × 124.3	65.2 × 87.0	39.3 × 52.3
400	328.5 × 438.1	248.9 × 331.9	154.4 × 205.8	106.9 × 142.6	74.8 × 99.8	45.7 × 60.9
450	368.5 × 491.4	278.9 × 371.9	173.6 × 231.4	120.7 × 160.9	84.4 × 112.6	52.1 × 69.4
500	408.5 × 544.7	308.9 × 411.8	192.8 × 257.0	134.4 × 179.2	94.1 × 125.4	58.5 × 77.9

#### ※注記

- WDはレンズの頂点から物体までの距離を記載しております。
- 参考視野範囲は各表最上部が至近距離、最下部が無限遠になります。
- 上記データはあくまで参考値になりますので、使用条件によって前後する場合が御座います。
- デモ機でご使用可能をご確認されてからご購入いただきますようお願いいたします。
- 接写リング使用時の参考視野範囲は、RICOHレンズセレクターをご参照ください。



## 4: 高性能レンズを市場に提供するリコーの技術

机上の光学シミュレーション上で性能が確保できたとしても、実機でその特性が出ていないのでは意味がない。リコーでは以下の技術を活用し、高性能なレンズの市場提供を行っている。

### 1. 実績に支えられた光学シミュレーション技術

製品を成り立たせるために、最も重要な光学設計技術をリコーグループ内の他の製品などと情報共有。常にあたらしい技術の導入を行っている。

また、解像力、ゴースト解析について、弊社独自のアルゴリズムを導入し、設計後の試作において実機における特性がシミュレーション通りになっていることを確認。その結果をシミュレーションにフィードバックし、性能確保の技術をプラスアップさせ、技術蓄積をおこなっている。

### 2. 量産時のばらつきを考慮した公差積み上げ技術

リコーでは、光学ユニットとしてのノウハウを詰め込んだ、部品加工精度と歩留まりを考慮した、部品公差積み上げシステムを構築している。自社開発のアルゴリズムに従い、部品単位で必要な精度を設定し、実物検証を行っている。

### 3. 量産時の精密調整技術

従来から行っているレンズの精密加工と精密組立に加え、調整に関する技術を導入。リコーグループで生み出された精密調整技術を結集し、より高品質な製品を作り出している。

## 5: リコーのラインアップ

リコーは、お客様の多様なニーズにお応えするため、9,5,2 メガピクセル対応レンズ、従来からの VGA 用レンズ、ラインスキャンカメラ用レンズや UV 光に対応したレンズなど、多種多様なレンズをシリーズとして取り揃えております。

FA／マシンビジョンという産業用途の枠にとらわれることなく、セキュリティーやインフラ監視等、様々な用途でレンズをお使いいただけます。

対象物を高解像度で広い視野で見たい場合や、解像度はそれほど必要なく低価格でシステムを構築したい場合など、コストパフォーマンスに応じた様々なニーズに対応できるレンズを取り揃えております。システム構築の際にはご検討に加えていただきますと、お客様へのお役立ちができると考えております。レンズ検討の際は、是非、リコーをご用命ください。

FA レンズカタログは[こちらからダウンロード](#)していただけます。



☆FA レンズセレクターは[こちら](#)



☆リコーインダストリアルソリューションズ株式会社  
TEL.045-477-1551  
FAX.045-477-1866  
<http://www.rins.ricoh.co.jp/>



☆ご購入・お見積りのお問い合わせは[こちら](#)