

LER-008 -2013

光学仕様勉強会資料

Vol. 1 (#11-14)

2013/12/24

一般社団法人 日本インダストリアルイメージング協会
標準化委員会 レンズ分科会

11. 焦点距離と被写界深度	株式会社モリテックス	3
12. 光軸とは	JIIAレンズ分科会	15
13. 撮影レンズの光軸について	東芝テリー株式会社	22
14. Analyze Particles by ImageJ	東芝テリー株式会社	31



Confidential

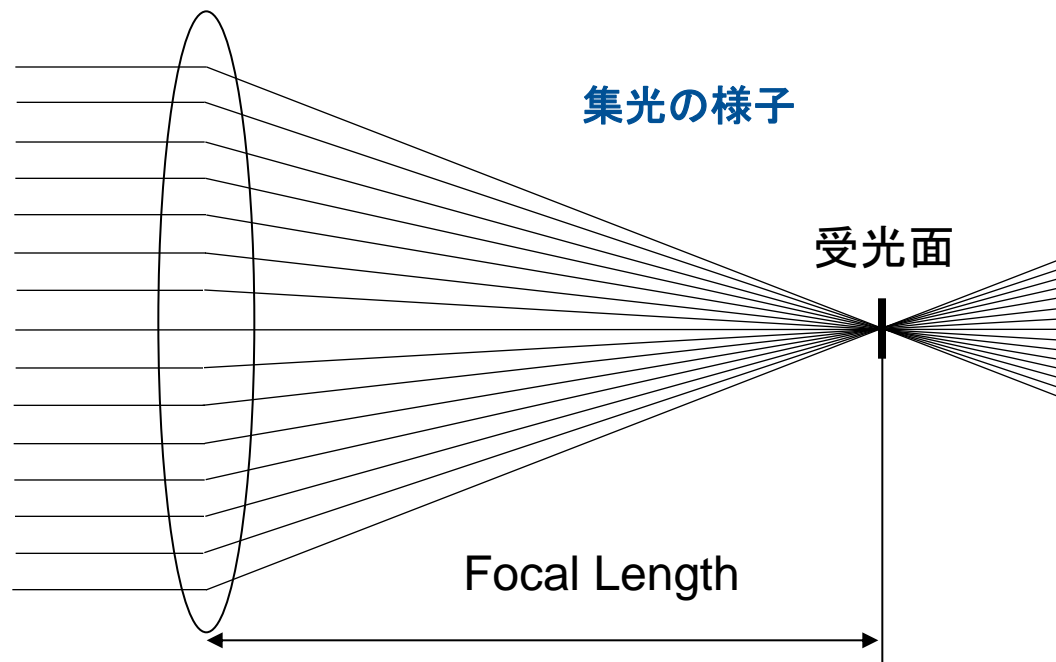
JIA Lens Working Group レンズ仕様勉強会

第11回 焦点深度と被写界深度



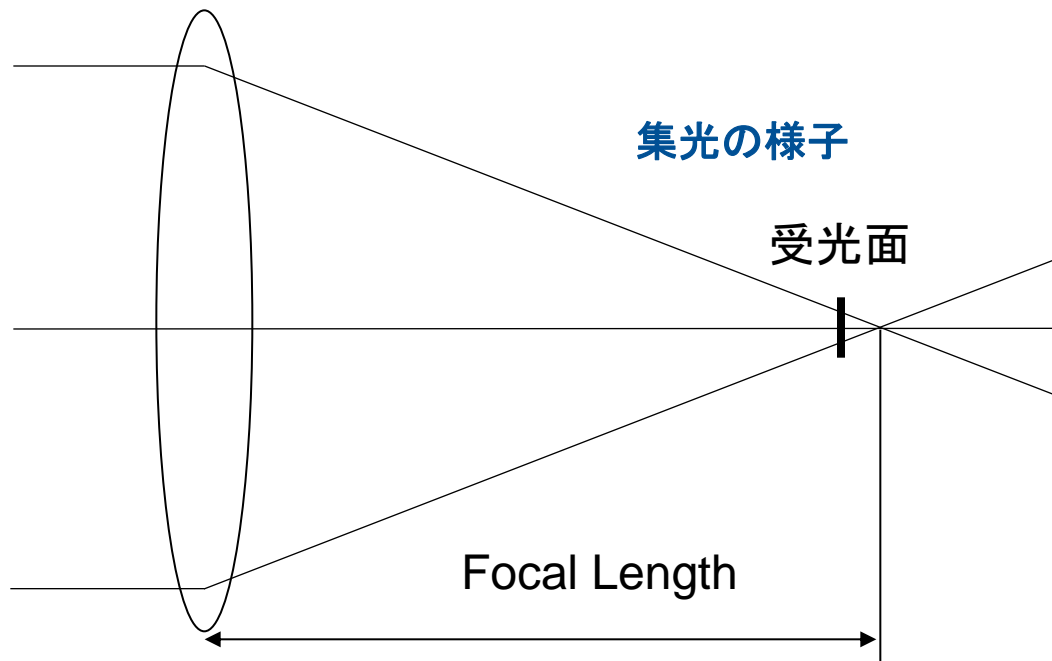
焦点深度 Depth of Focus

焦点近傍のボケが認められない範囲

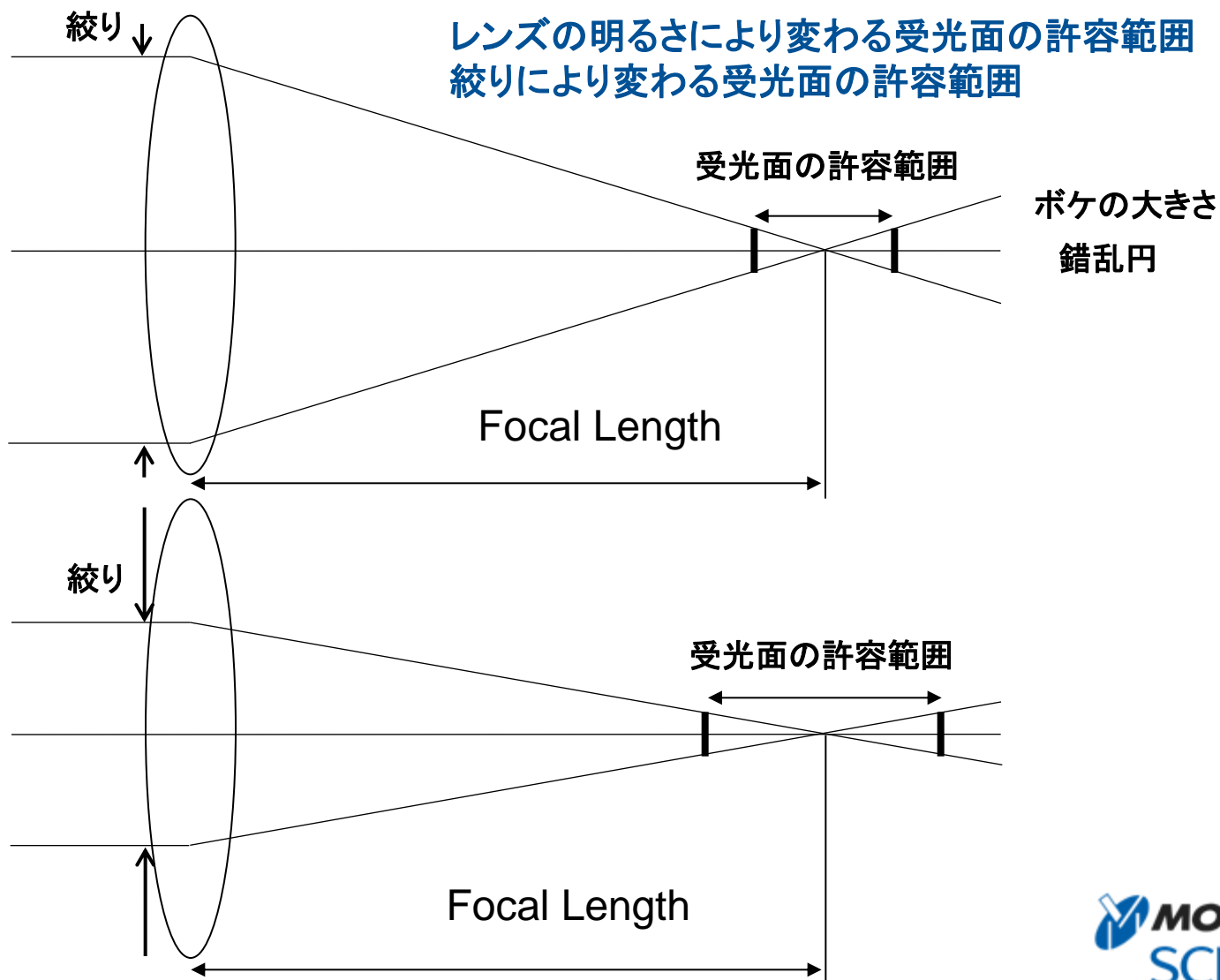


焦点深度 Depth of Focus

無収差ではボケの大きさを決めるのは最も外側の光線



焦点深度 Depth of Focus



許容錯乱円 Circle of Confusion

ボケが認められない限界の錯乱円。

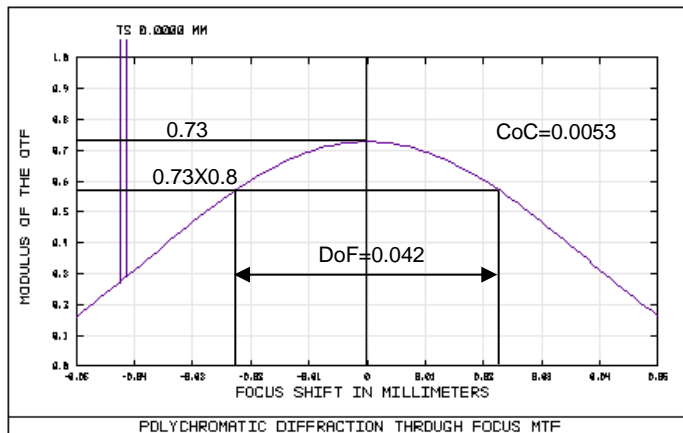
許容できるボケの大きさを、デフォーカスによるMTF値の変化量と関連付け。
理想レンズにおける焦点深度を、画素ピッチに対応するナイキスト周波数での
MTF値が、ベスト値の80%になるまでのデフォーカス範囲と想定。

DoF=2・CoC・FeffよりCoCを求め、画素ピッチ及びエアリーディスクと比較。

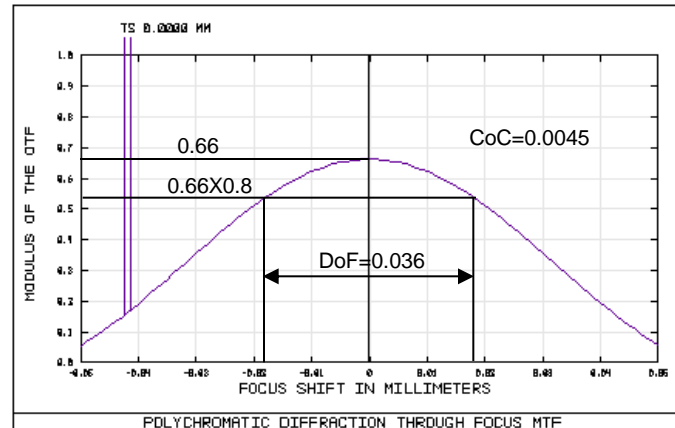
(ナイキスト周波数 $F_N(\text{Lp/mm}) = 1/2P_{\text{pix}}(\text{mm})$)

理想レンズのThrough Focus MTF

Feff4 $F_N=100\text{Lp/mm}$ ($P_{\text{pix}}=5\mu$)



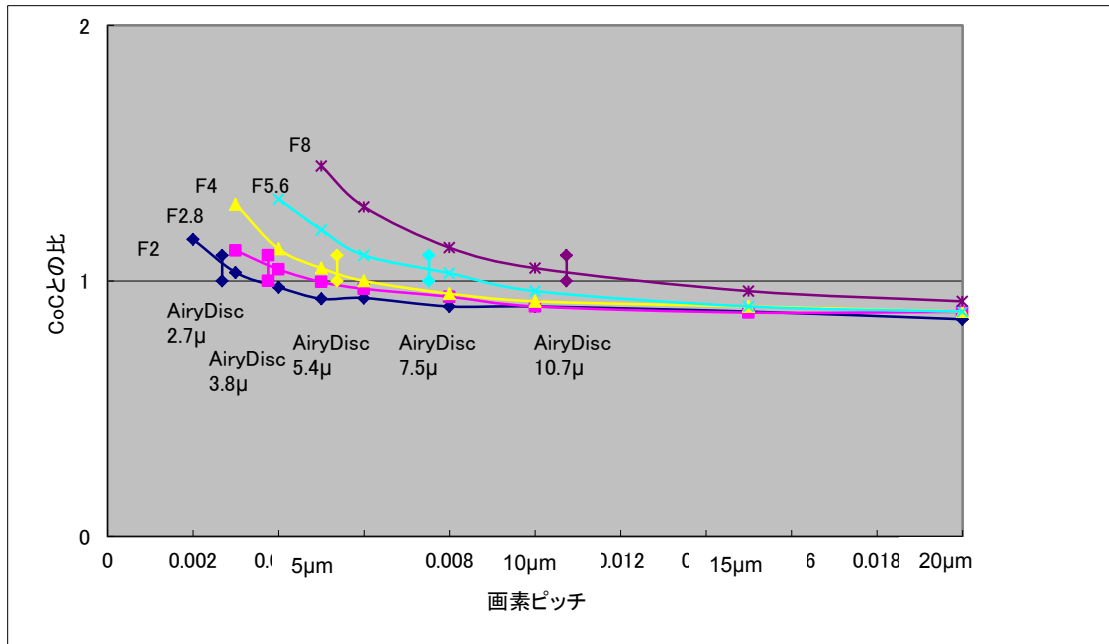
Feff4 $F_N=125\text{Lp/mm}$ ($P_{\text{pix}}=4\mu$)



許容錯乱円 Circle of Confusion

比較の結果

画素ピッチがエアリーディスクより大きい場合は、CoCは画素ピッチと同等。
 画素ピッチがエアリーディスクより小さい場合はエアリーディスクにより決まる。

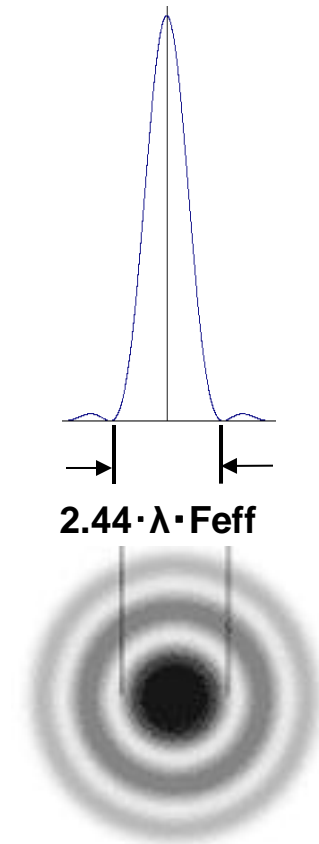
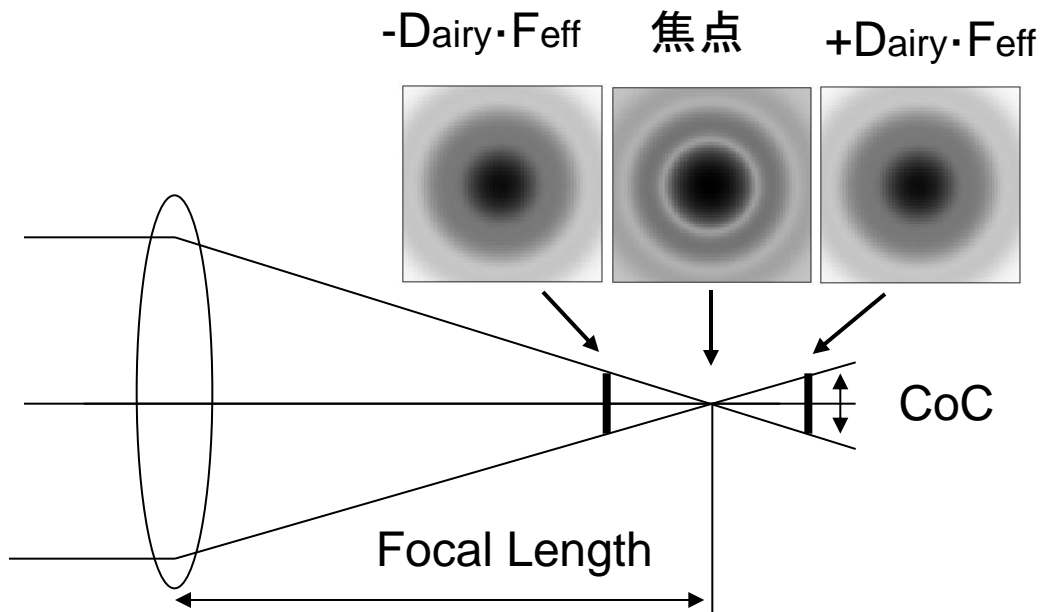


P(画素ピッチ)	F2	F2.8	F4	F5.6	F8
20µ m	0.85	0.88	0.88	0.88	0.92
15µ m	0.88	0.88	0.90	0.90	0.96
10µ m	0.90	0.90	0.92	0.96	1.05
8µ m	0.90	0.94	0.95	1.03	1.13
6µ m	0.93	0.97	1.00	1.10	1.29
5µ m	0.93	1.00	1.05	1.20	1.45
4µ m	0.98	1.05	1.13	1.32	
3µ m	1.03	1.12	1.30		
2µ m	1.16	1.36			
1.5µ m	1.33				



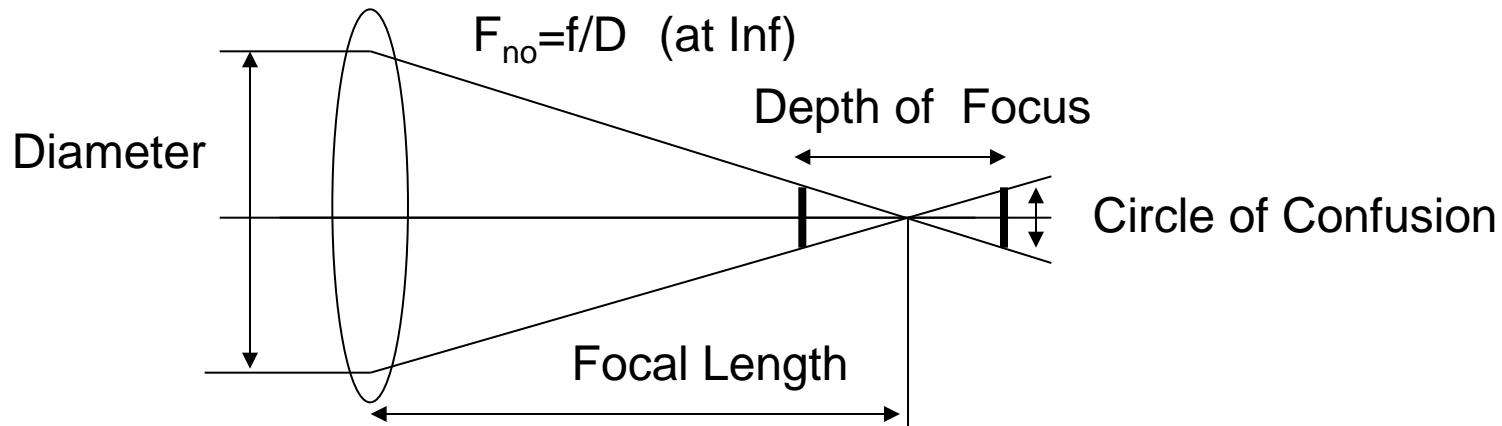
エアリーディスク Airy Disc

光の波動的特性により、理想レンズでも絞りの回折現象の為に焦点面には、エアリーディスクより小さな点像は形成されない。



焦点深度 Depth of Focus

ピントがボケていないと見なせる像面近傍の範囲: 焦点深度 DoF
ボケの大きさ: 許容錯乱円 CoC
レンズの明るさ: F値 F_{eff}



$$DoF = 2 \cdot CoC \cdot F_{eff}$$

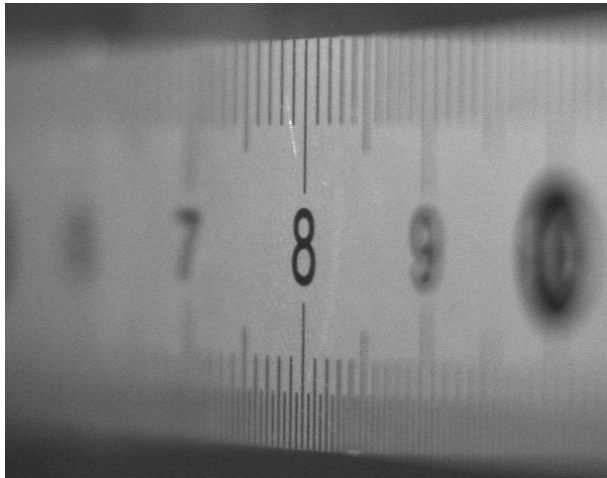
- 許容錯乱円径 CoC は P_{pix} か D_{Airy} の大きいほうとする
- (A) 画素ピッチ (P_{Pix}) \geq エアリーディスク径 (D_{Airy}) のとき
$$CoC = P_{Pix}$$
- (B) 画素ピッチ (P_{Pix}) $<$ エアリーディスク径 (D_{Airy}) のとき
$$CoC = D_{Airy}$$
$$= 2.44 \cdot \lambda \cdot F_{eff}$$
$$\approx 1.34 \cdot F_{eff} \text{ } \mu\text{m (at } \lambda = 0.55 \text{ } \mu\text{m)}$$

- CoC : 許容錯乱円径 (Circle of Confusion)
- P_{pix} : 画素ピッチ (Pixel Pitch)
- D_{Airy} : エアリーディスク径 (Airy Disc)

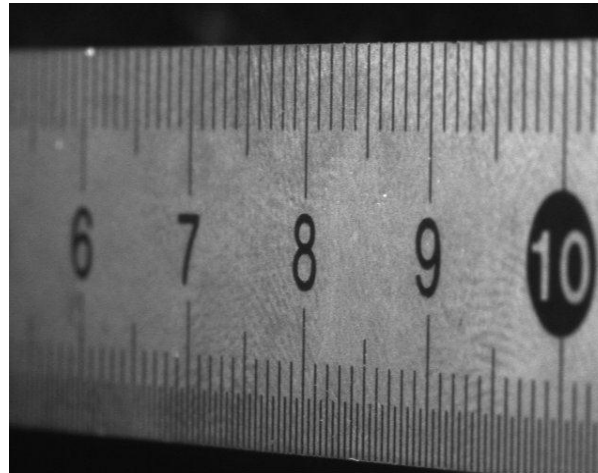
被写界深度 Depth of Field

・ボケが認められない物体距離の範囲。

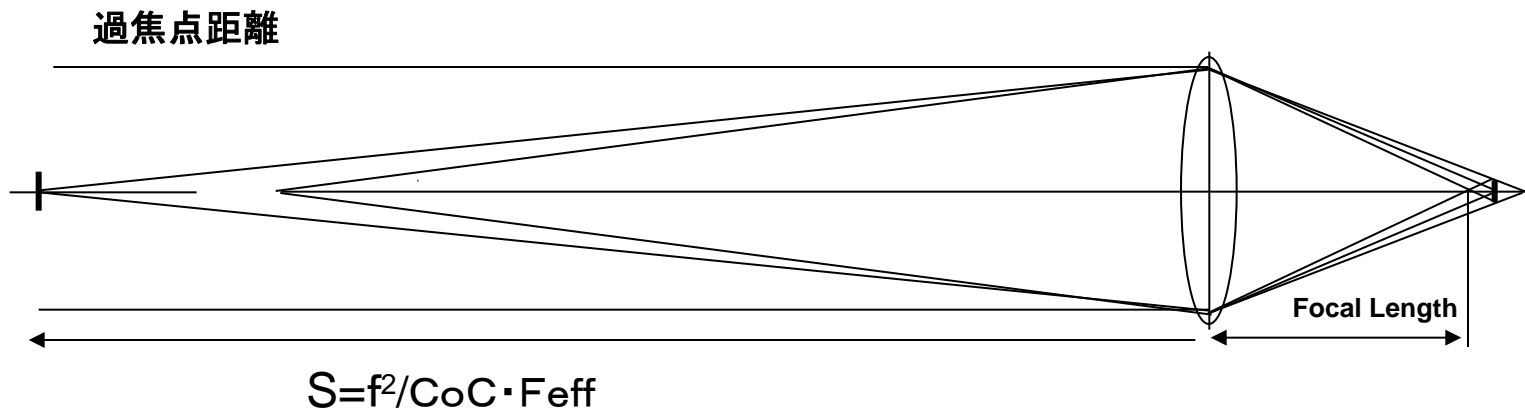
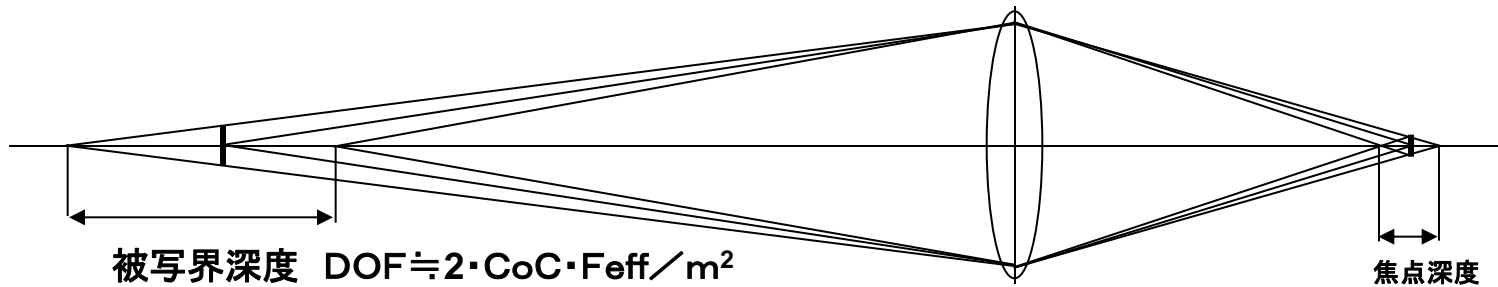
・ f_{eff} : 1.8



・ f_{eff} : 11



被写界深度 Depth of Field



焦点深度とは

- 像面近傍のボケが認められない範囲。

被写界深度とは

- ボケが認められない物体距離の範囲。
- 焦点深度から縦倍率で物体側に変換したものが被写界深度。
- 過焦点距離に設定すると、近距離からINFまでピントを合わせられる。

許容錯乱円

- ボケが認められない限界の錯乱円。
- 画素ピッチ又はエアリーディスク径の大きいほうの値を推奨。

エアリーディスク

- 回折リング。 エアリーディスク径： $D_{Airy} = 2.44 \cdot \lambda \cdot F_{eff}$

第12回レンズ分科会勉強会資料

光軸とは

<Rev. 1.0> June 19th, 2013

The Lens Working Group
JIJA Standardization Committee

- 近年，主にMV用カメラにおいて光学的な高精度化が謳われるようになってきた。
- レンズ分科会においてレンズマウントを開発・検討するに際し，光学系の基準となる“光軸”について再確認し，定義を明確にするため，ここに勉強会を開催し，情報共有を図るものである。

JIIA

- JIIAカメラ仕様分科会で制定した“JIIA C SPR-001-2010 MV用エリアカメラ仕様表記指針”では、下記のように光軸について定義している。

(表5.4)「光軸精度」用語定義

用語	定義
基準面	カメラを他の機器に組み込む時などに、基準となる面のこと。 あるいは、精度を示すための基準となる面のこと。 カメラの形態によっては、必ずしも基準面があるとは限らない。
光軸	レンズマウントの軸線のこと。 レンズマウントの軸線は、誤差の無い理想的なもの と仮定する。

- 光軸精度の仕様表記項目については下記のように規定している。

5. [4] 機構 (1) 光学系 (抜粋)

仕様項目	項目	指針
光軸精度	表示区分	表示することができる
	表示内容	<p>基準となる面, 光軸などに対する各精度を表示する。</p> <p>① 光軸の位置 ⑤ 光軸の振れ</p> <p>(ここでは②～④, ⑥～⑦は省略します。)</p> <p>表示項目の定義は, 図5.7及び表5.3による。 用語の定義は, 表5.4による。</p>
	表示例	<p>① 光軸の位置: 14 mm±100 μm ⑤ 光軸の振れ: ±0.2°</p> <p>(ここでは②～④, ⑥～⑦は省略します。)</p>

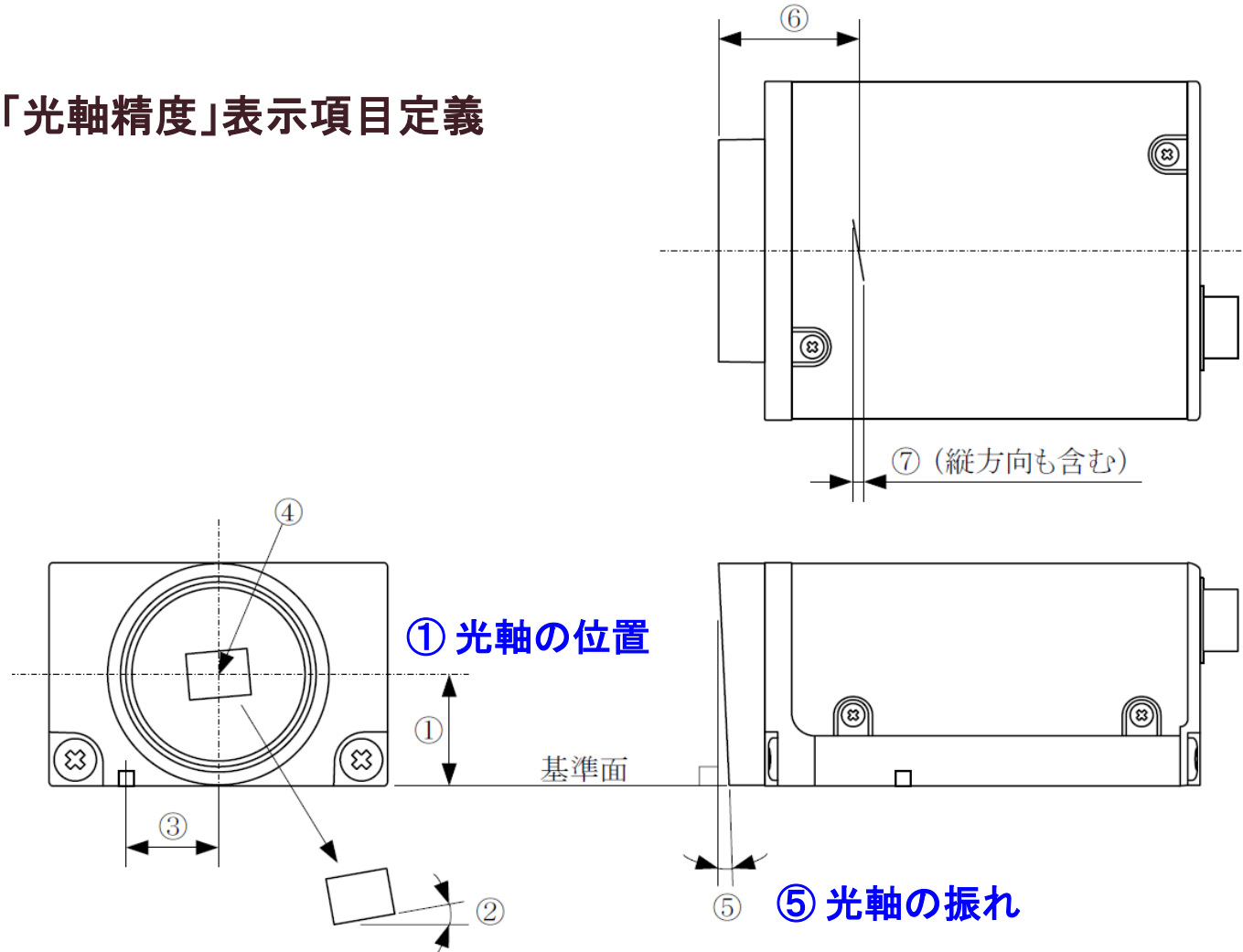
■ “光軸精度”の表示項目定義(参考)

(表5.3)「光軸精度」表示項目定義

No	表示項目	定義
①	光軸の位置	基準面に対する, 光軸の位置精度
②	撮像面の回転角度	基準面に対する, 実効画素エリア(面)の光軸回り角度精度
③	取付基準穴の位置	光軸に対する, 取付基準穴の位置精度 ※ねじ穴以外が望ましい
④	撮像面の位置	光軸に対する, 実効画素エリア(面)の中心位置精度
⑤	光軸の振れ	基準面に対する, レンズマウント面の角度精度
⑥	フランジバック	レンズマウント面に対する, 実効画素エリア(面)の中心位置精度
⑦	あおり	レンズマウント面に対する, 実効画素エリア(面)の 平行度(角度精度で表してもよい)

■ “光軸精度”の表示項目定義(参考)

(図5.7)「光軸精度」表示項目定義



■ JIS“光学用語”において下記のように定義されている。

JIS Z8120:2001 光学用語

番号	用語	定義	対応外国語(参考)
01.02.06	光軸	a) 光学系の光源, レンズ, 絞りなどの 中心を連ねる直線	(英米) optical axis (仏) axe optique (独) optische Achse
		b) 光学系を構成する屈折曲面, 反射曲面 などの曲率中心を連ねる直線	
		c) a)及びb)で定義される直線に屈折又は 反射の法則を援用して屈折面又は 反射面で連結した直線の集まり	

TOSHIBA

Leading Innovation >>>

撮影レンズの光軸について

— 第13回光学仕様勉強会資料 —

東芝テリー(株)
(映S開) 山口 裕
2013年06月07日 <Rev 1.0>

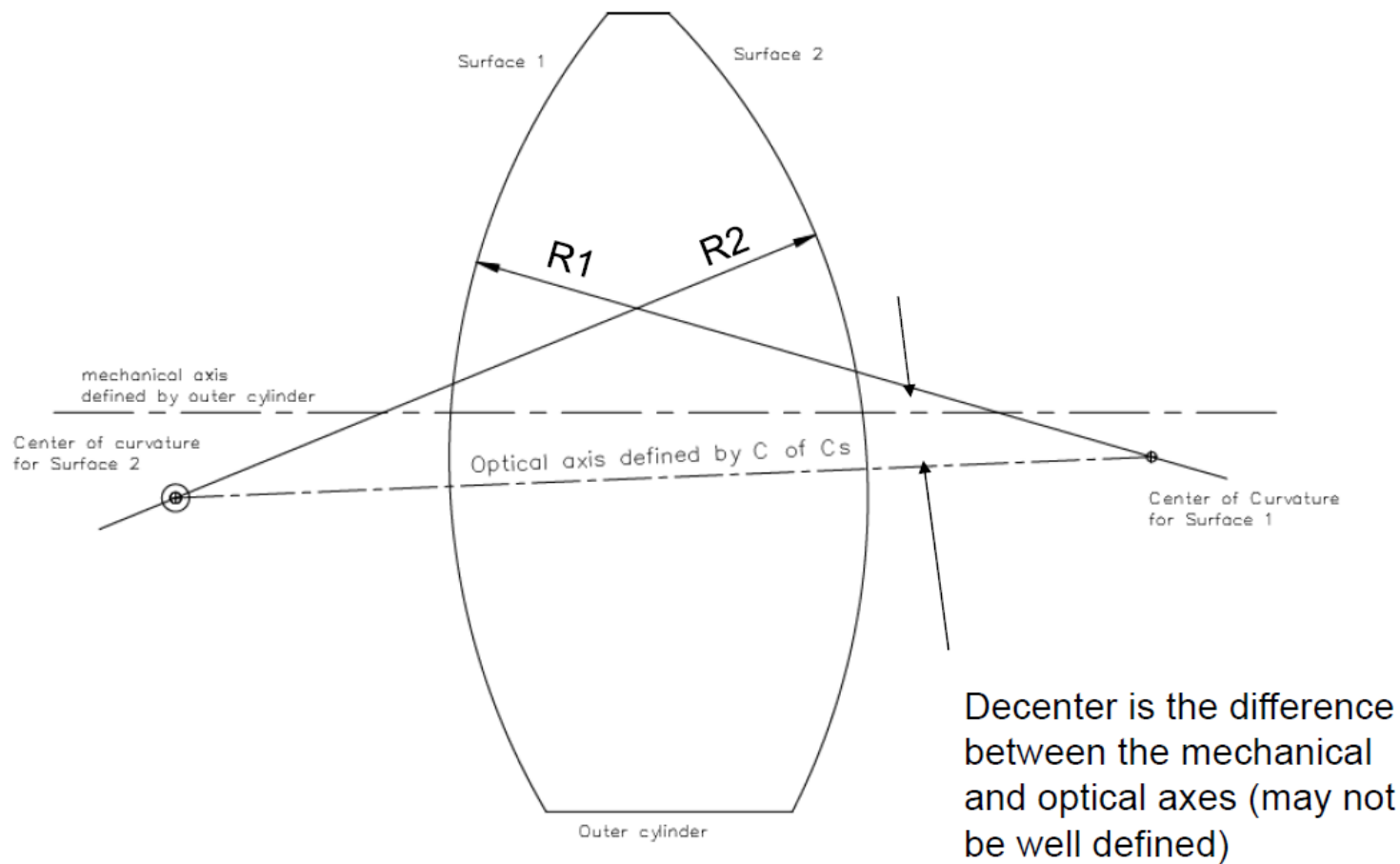


1. はじめに

- これは“撮影レンズの光軸”についての検討用資料として作成するものである。
- 光軸に関する検討を進めるうえで、下記の項目を前提とした。
 1. カメラの光軸は、理想的な“レンズマウントの軸線”と定義する。(JIA CS-PR-001-2010¹⁰による。)
 - a. 光軸の位置：基準面に対する、光軸の位置精度
 - b. 光軸の振れ：基準面に対する、レンズマウント面の角度精度
 2. よって撮影レンズにおいても、“レンズマウントの軸線(機械軸)”を理想的な光軸とし、それに対する誤差について検討を進めていく。
 - レンズマウントの軸線を中心に撮影レンズを回転させ、そのときの結像状態を検討する。

2. 単レンズの光軸 (1)

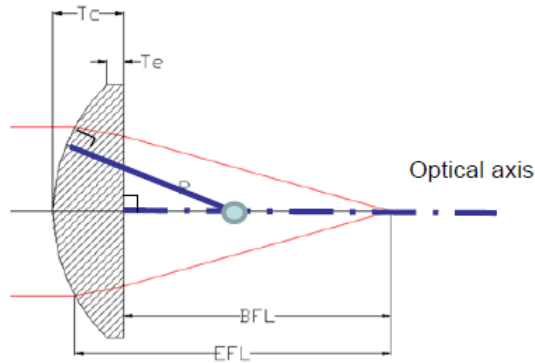
Optical vs. Mechanical Axis for a lens element



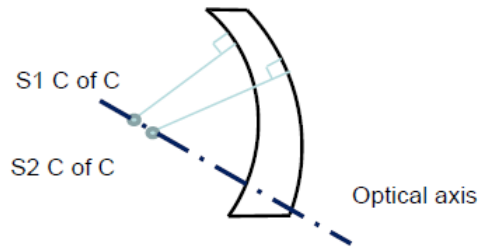
2. 単レンズの光軸 (2)

Lens axis

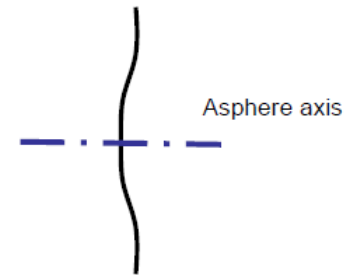
Plano-concave or plano convex
S1 center of curvature + surface normal



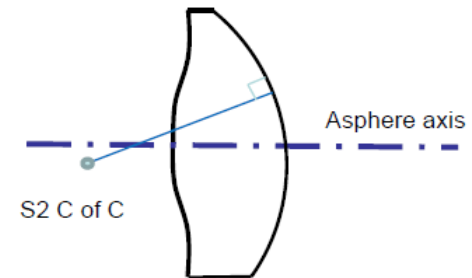
Near concentric surfaces
Optical axis can have large offset



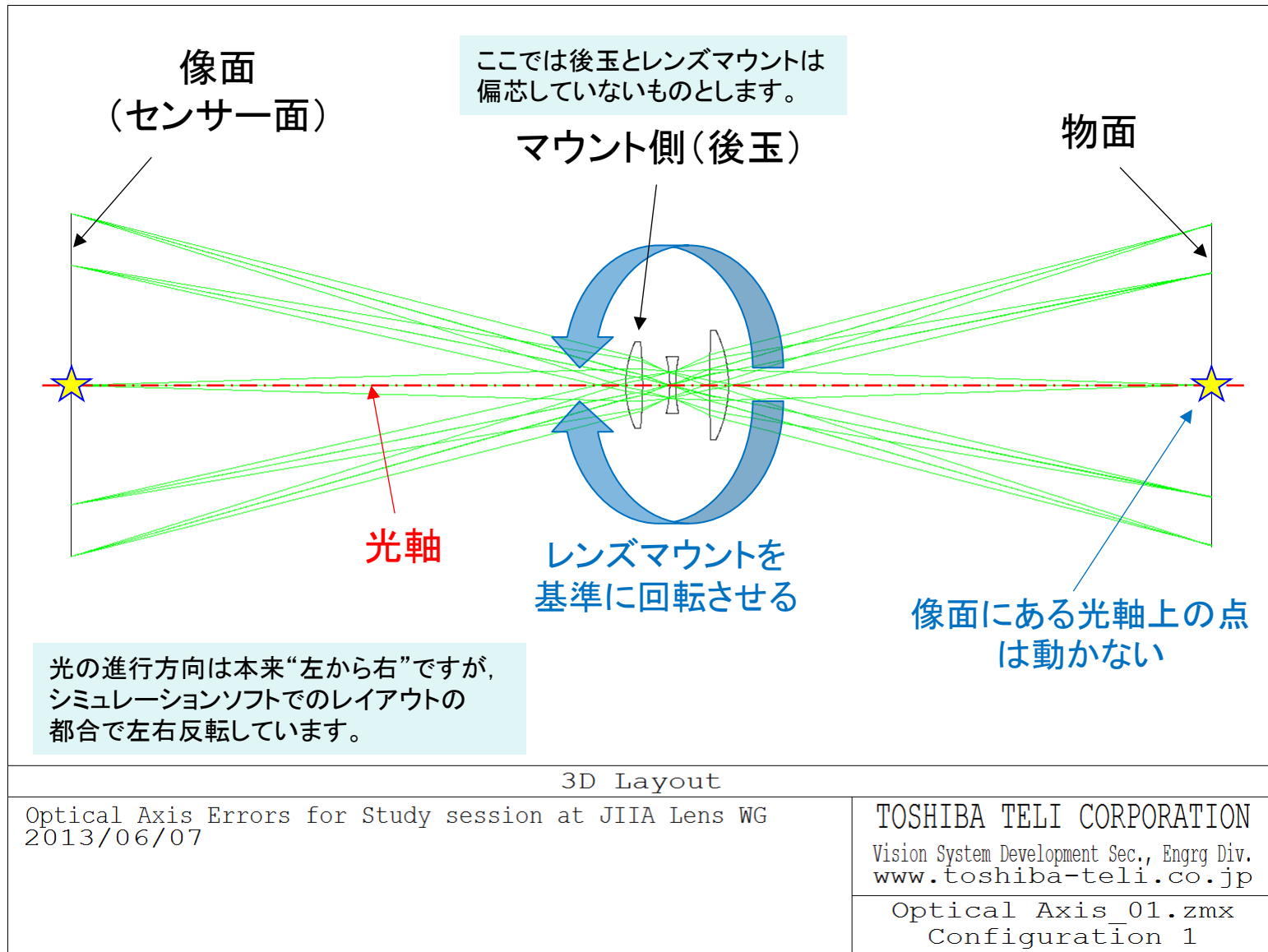
Aspheric surface
Unique axis is defined



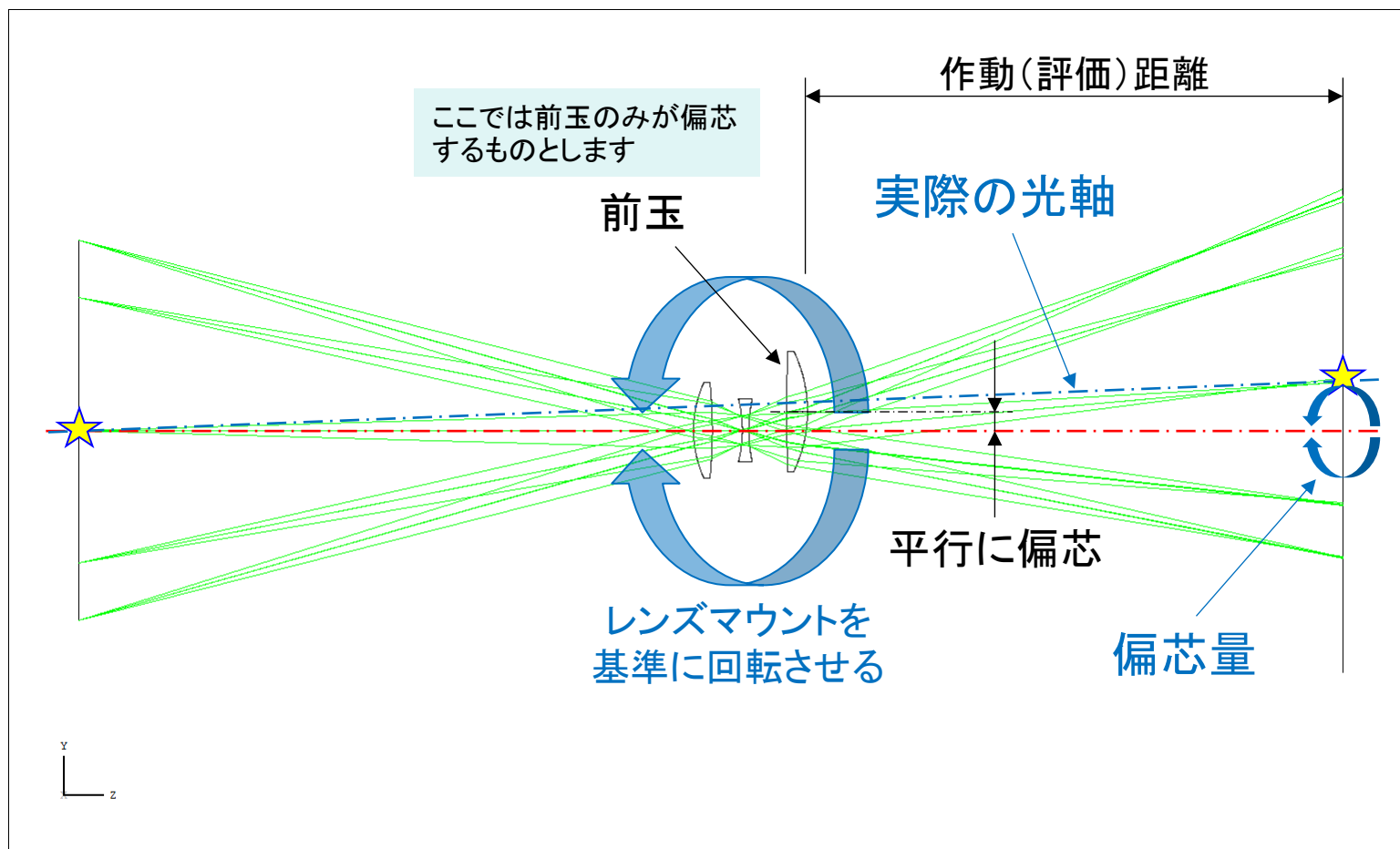
Lens with aspheric surface
True optical axis is ambiguous



3. 光軸, 及び偏芯 : (1) Ideal



3. 光軸, 及び偏芯 : (2) Decenter / Shift



3D Layout

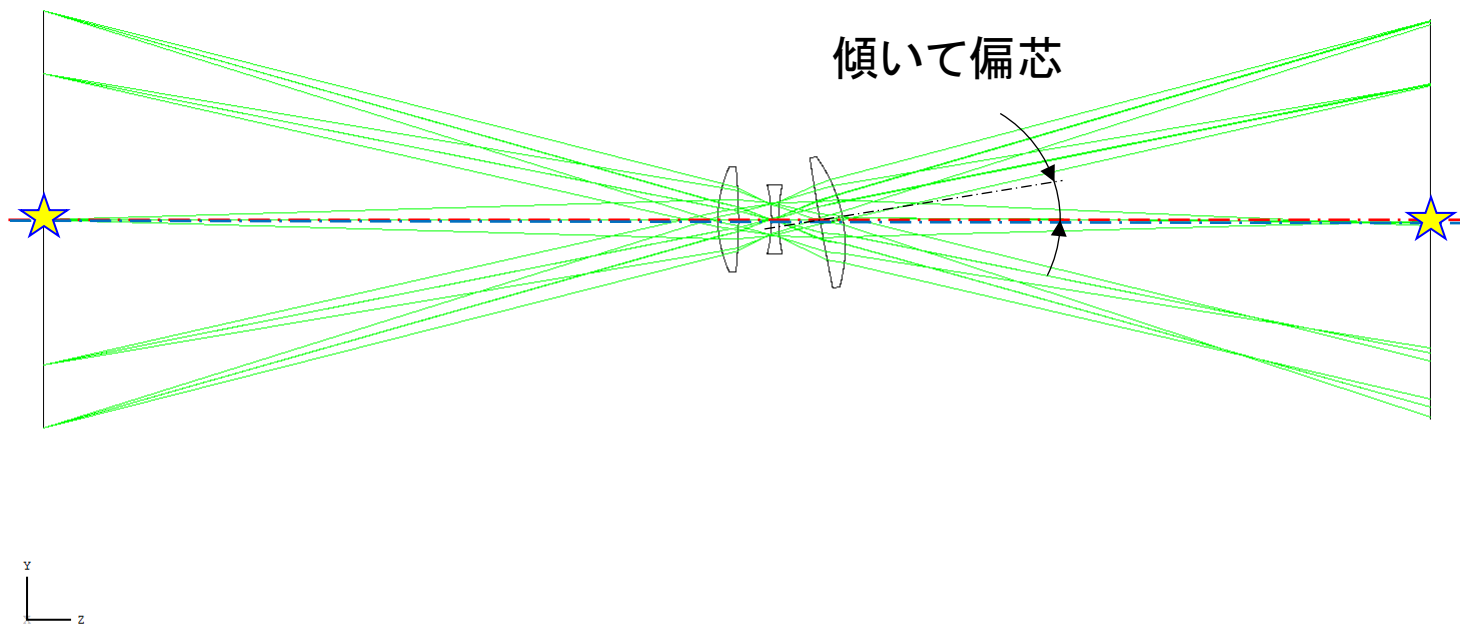
Optical Axis Errors for Study session at JIIA Lens WG
2013/06/07

TOSHIBA TELI CORPORATION
Vision System Development Sec., Engrg Div.
www.toshiba-teli.co.jp

Optical Axis_01.zmx
Configuration 2

3. 光軸, 及び偏芯 : (3) Tilt

ここでは前玉のみが偏芯するものとします



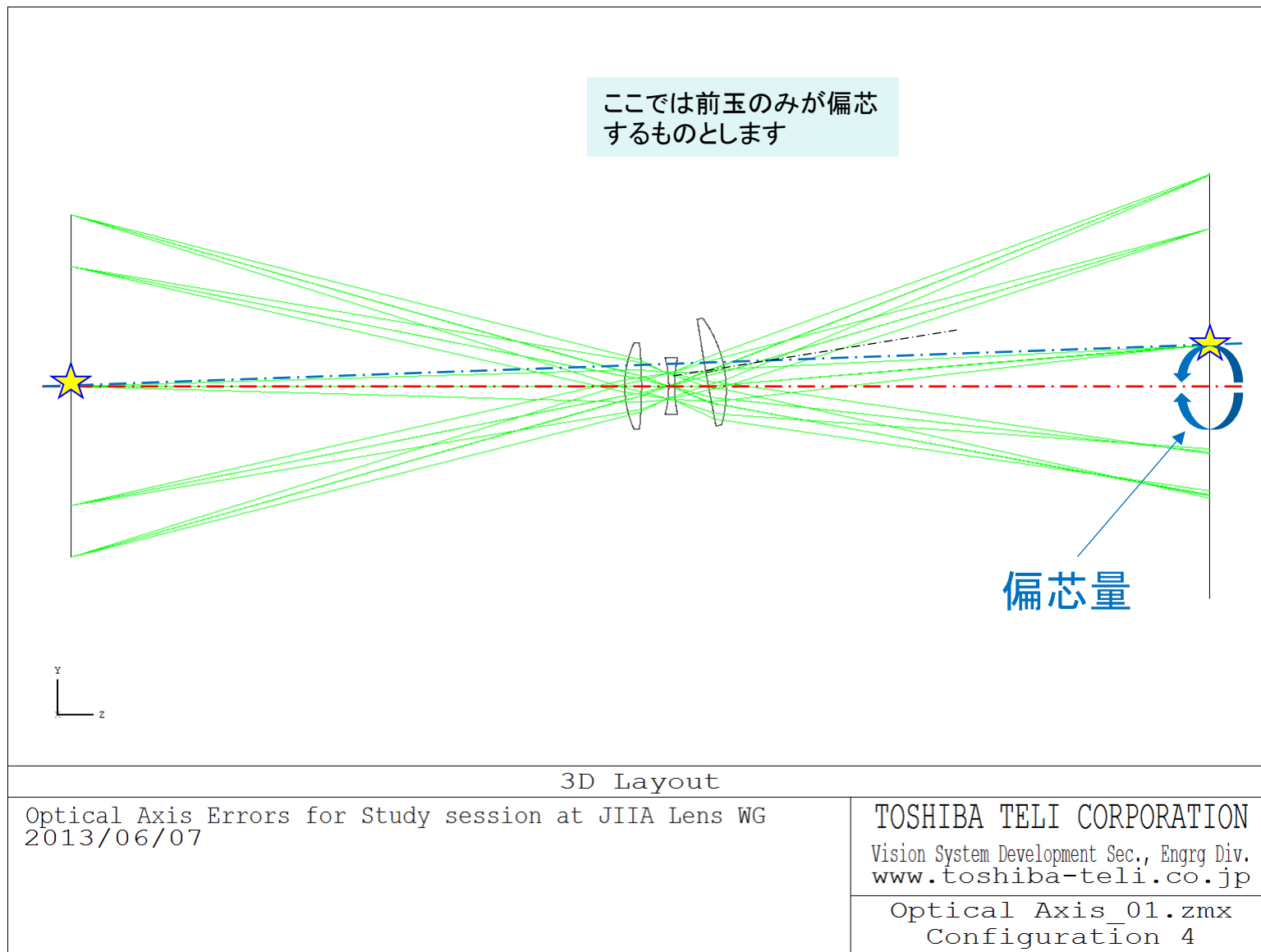
3D Layout

Optical Axis Errors for Study session at JIIA Lens WG
2013/06/07

TOSHIBA TELI CORPORATION
Vision System Development Sec., Engrg Div.
www.toshiba-teli.co.jp

Optical Axis_01.zmx
Configuration 3

3. 光軸, 及び偏芯 : (4) Decenter and Tilt



TOSHIBA

Leading Innovation >>>

TOSHIBA

Leading Innovation >>>

Analyze Particles by ImageJ

— 第14回光学仕様勉強会資料 —

東芝テリー株式会社

技術部 映像システム開発担当

山口 裕

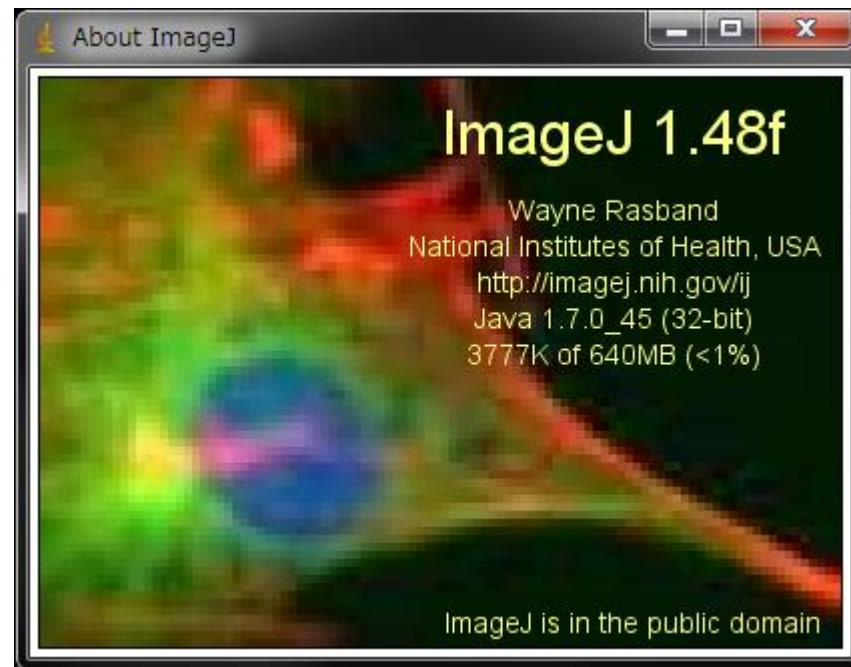
2013年 11月 12日



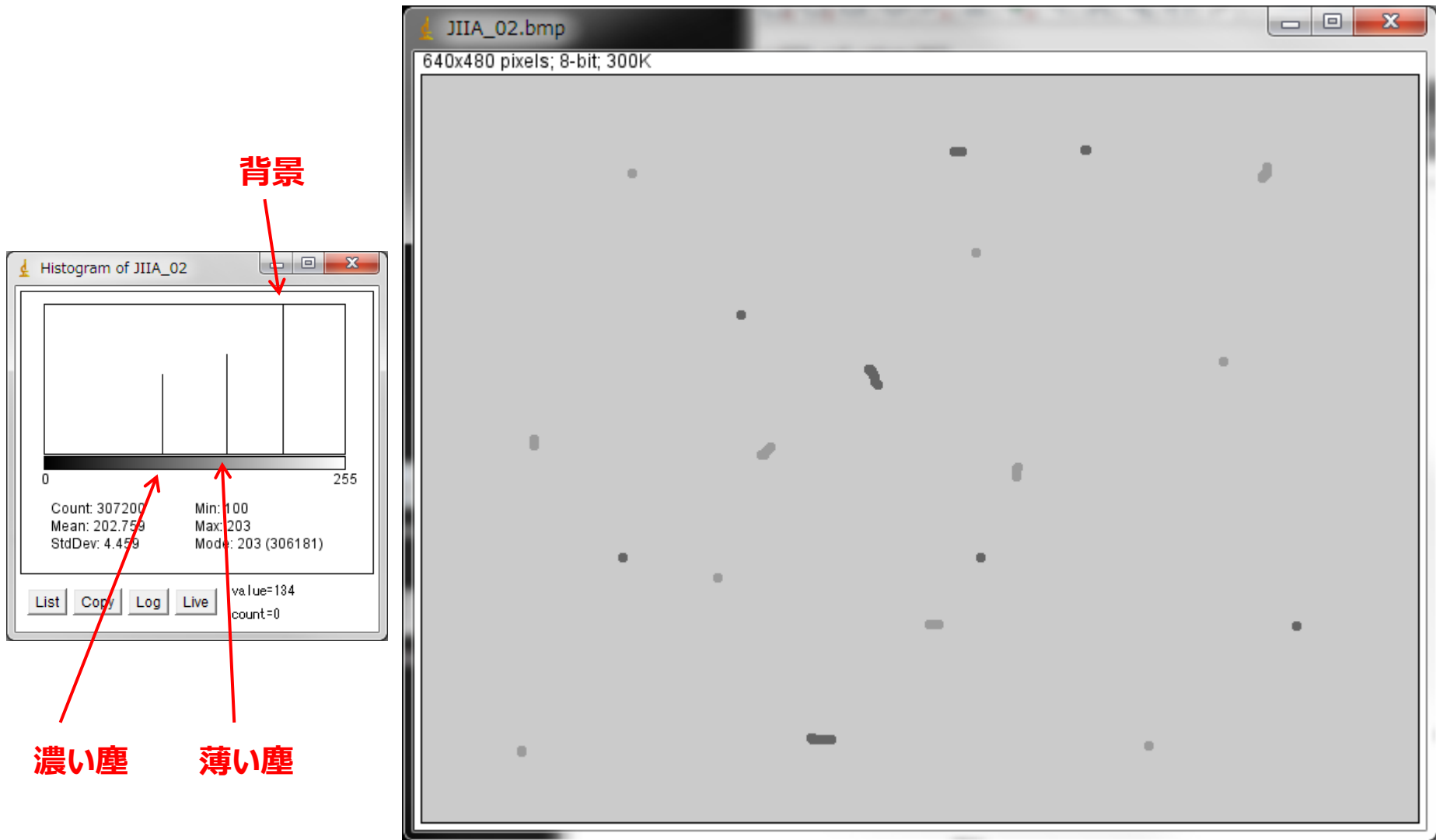
東芝グループは、持続可能な
地球の未来に貢献します。

はじめに

- 本資料はJIIAレンズ分科会で開発している“新レンズマウント”の評価手法検討用資料である。
- ここでは“塵(ごみ・ちり)”を定量的に判断するため、画像処理・解析ソフトウェア“ImageJ”を用いて評価する方法例を提示する。



1. カメラからの取得画像

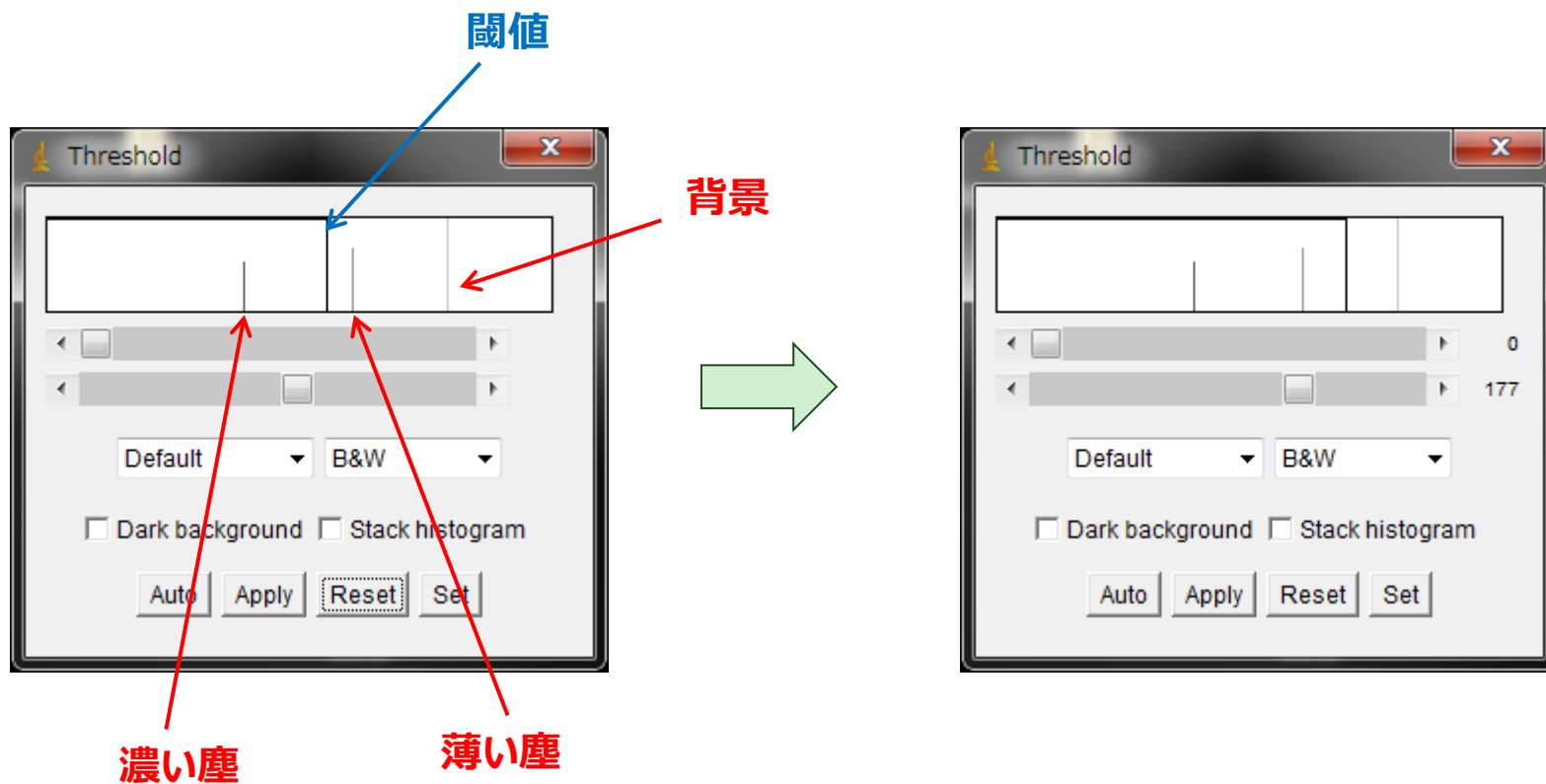


これはライトグレー地に濃淡二色で描いたものです

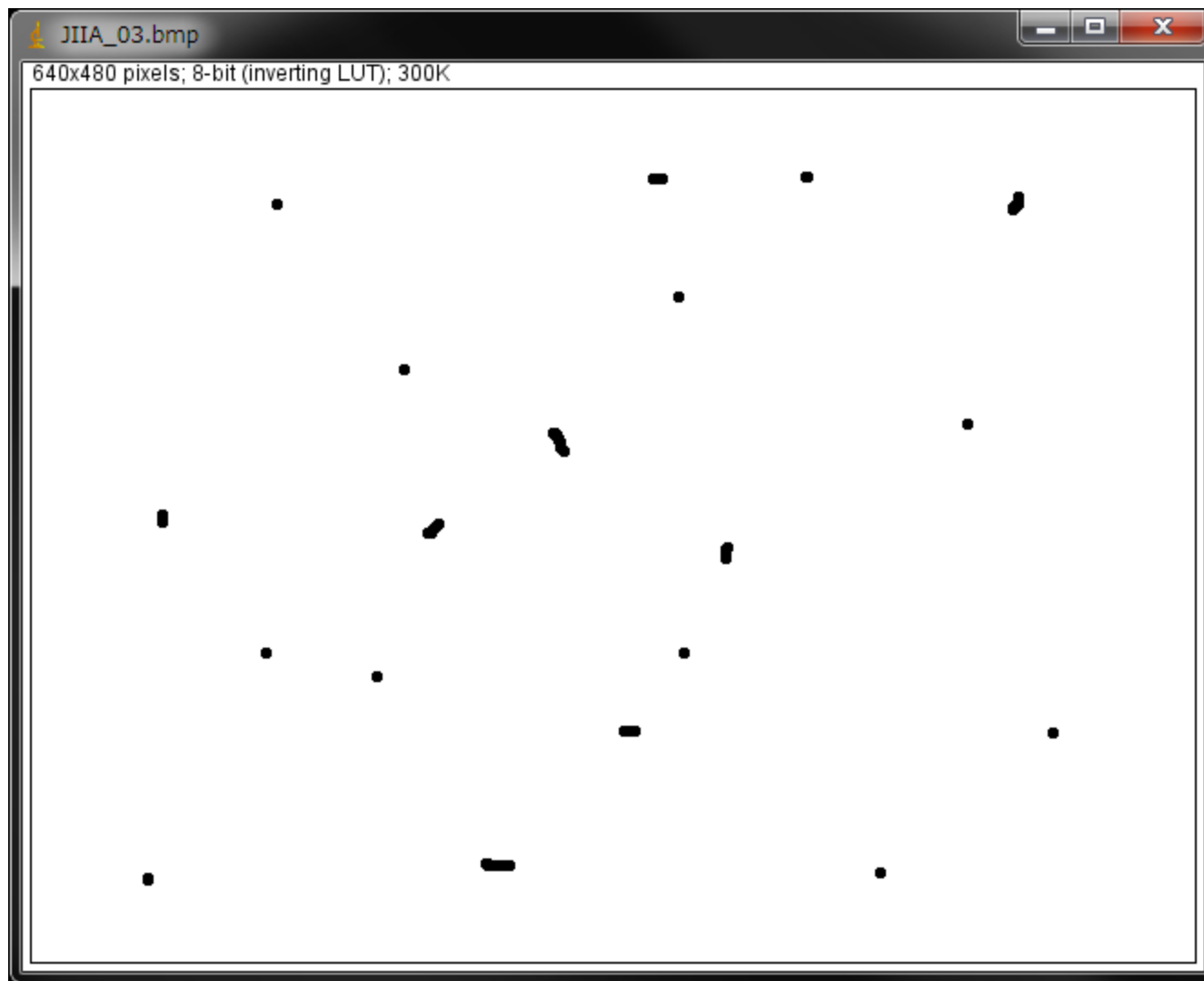
2. 二値化 (1)

- 閾値を決める

- Image > Adjust > Threshold

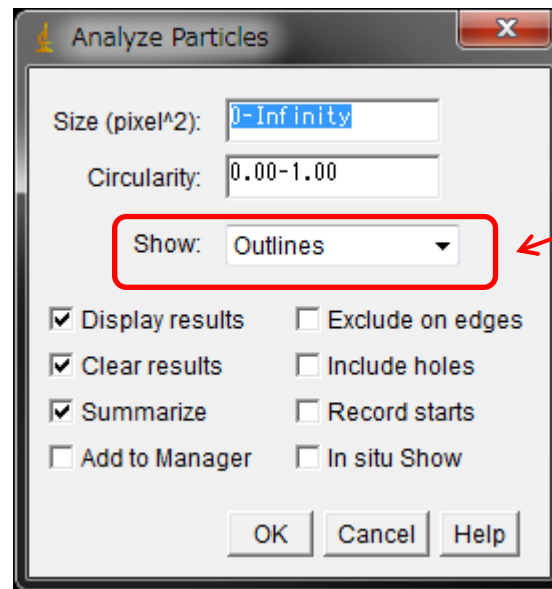


2. 二値化 (2)



3. パーティクル解析 (1)

- パーティクル解析を行う
 - Analyze > Analyze Particles
 - Show: Outlines

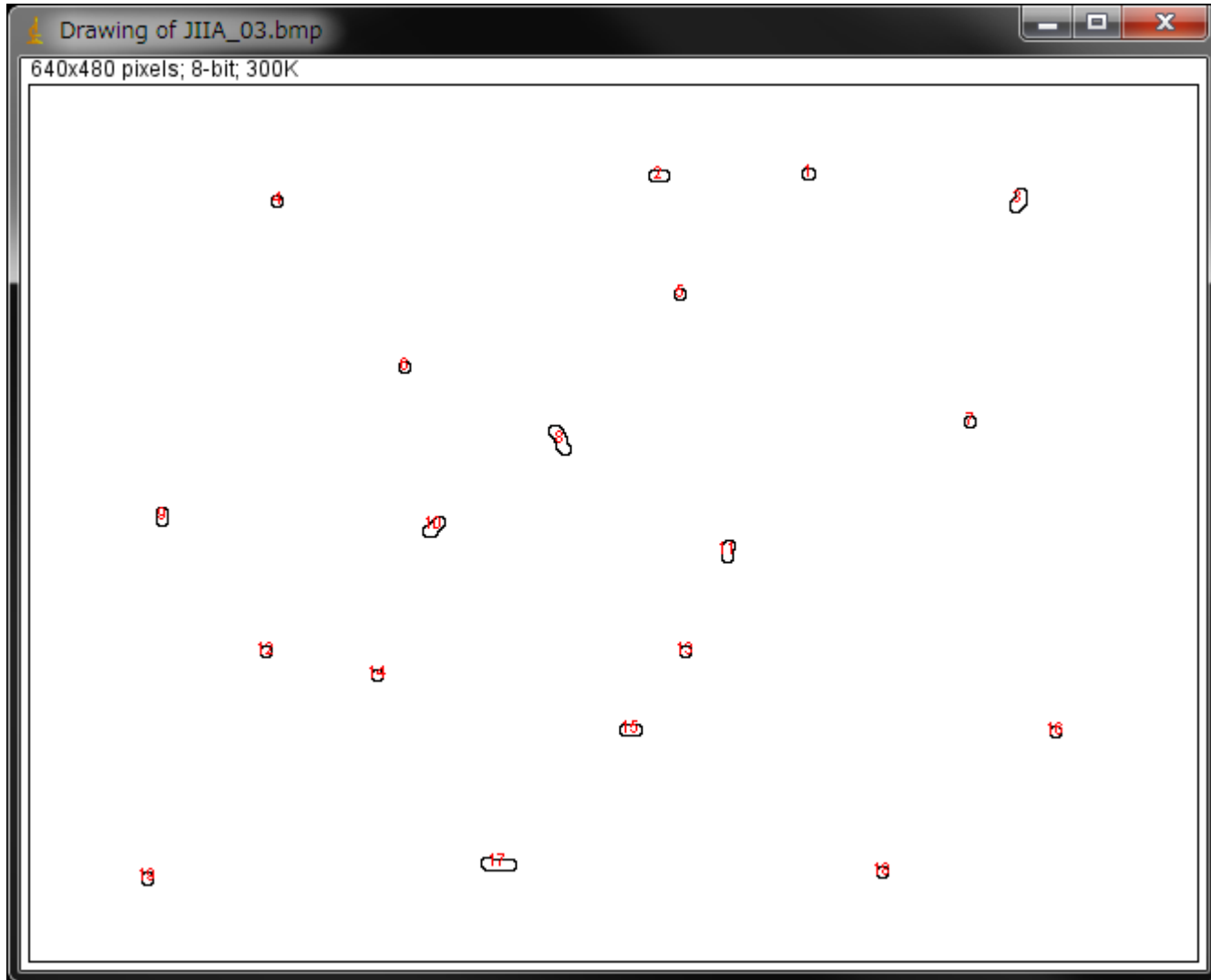


外枠と番号を
表示します

適宜設定をします

3. パーティクル解析 (2)

- Results (1)

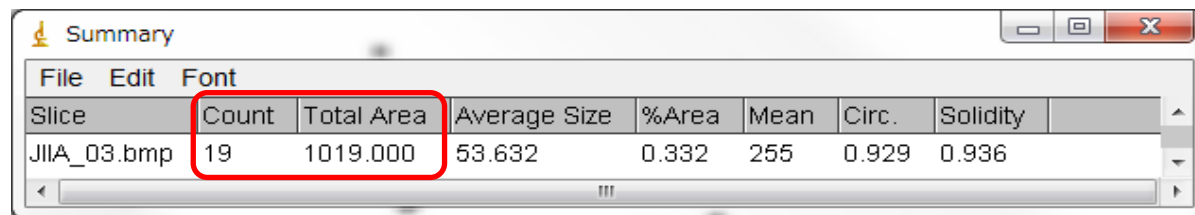


3. パーティクル解析 (3)

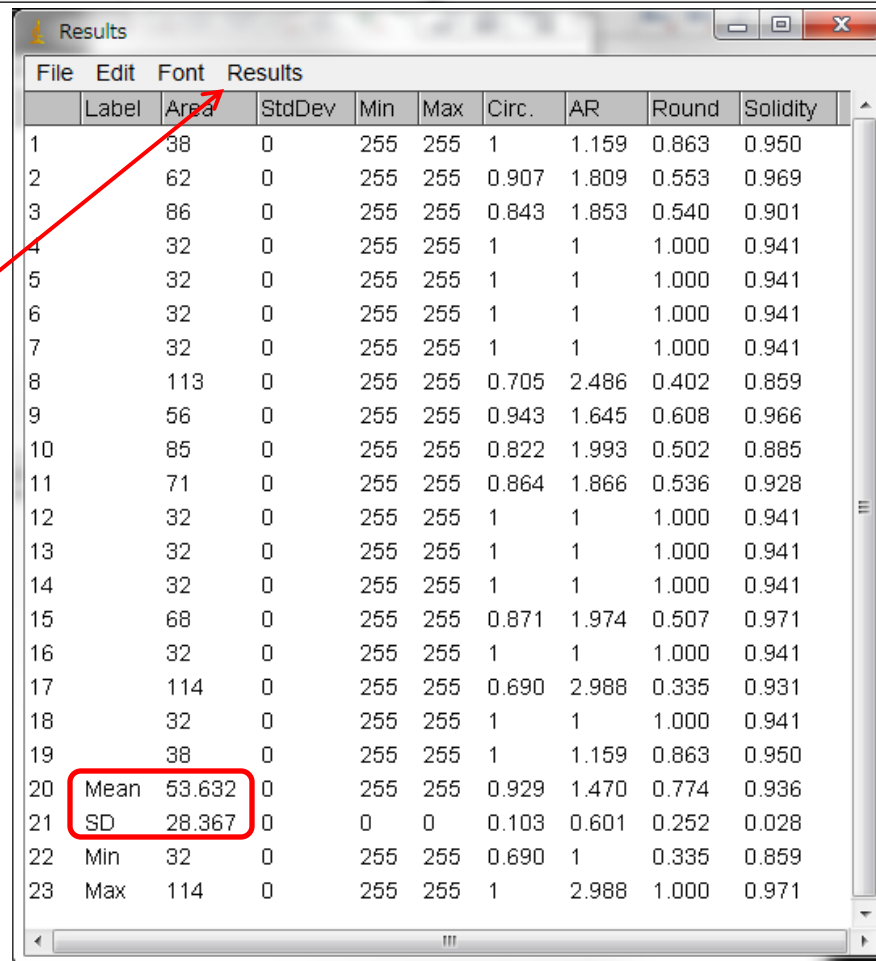
• Results (2)

- Count: パーティクル数
- Total Area: 総面積

Summarize
にて統計値を出す



Slice	Count	Total Area	Average Size	%Area	Mean	Circ.	Solidity
J11A_03.bmp	19	1019.000	53.632	0.332	255	0.929	0.936



	Label	Area	StdDev	Min	Max	Circ.	AR	Round	Solidity
1		38	0	255	255	1	1.159	0.863	0.950
2		62	0	255	255	0.907	1.809	0.553	0.969
3		86	0	255	255	0.843	1.853	0.540	0.901
4		32	0	255	255	1	1	1.000	0.941
5		32	0	255	255	1	1	1.000	0.941
6		32	0	255	255	1	1	1.000	0.941
7		32	0	255	255	1	1	1.000	0.941
8		113	0	255	255	0.705	2.486	0.402	0.859
9		56	0	255	255	0.943	1.645	0.608	0.966
10		85	0	255	255	0.822	1.993	0.502	0.885
11		71	0	255	255	0.864	1.866	0.536	0.928
12		32	0	255	255	1	1	1.000	0.941
13		32	0	255	255	1	1	1.000	0.941
14		32	0	255	255	1	1	1.000	0.941
15		68	0	255	255	0.871	1.974	0.507	0.971
16		32	0	255	255	1	1	1.000	0.941
17		114	0	255	255	0.690	2.988	0.335	0.931
18		32	0	255	255	1	1	1.000	0.941
19		38	0	255	255	1	1.159	0.863	0.950
20	Mean	53.632	0	255	255	0.929	1.470	0.774	0.936
21	SD	28.367	0	0	0	0.103	0.601	0.252	0.028
22	Min	32	0	255	255	0.690	1	0.335	0.859
23	Max	114	0	255	255	1	2.988	1.000	0.971

TOSHIBA

Leading Innovation >>>

- この資料の知的所有権はJIIAに帰属しますが、掲載した内容については、作成した各社にあります。

The intellectual property of this document is held by JIIA, but the contents' properties are held by respective companies.

- 本資料に掲載の商品、仕様等の名称は、それぞれ各社が商標として使用している場合があります。

All brand names and product names are trademarks or registered trademarks of their respective companies.

【お問合せ先/ Contact Us】

JIIAについては:

JIIA事務局

jiaa.org

レンズ分科会については:

主査 山口 裕 (東芝テリー(株))

y-yamaguchi@toshiba-teli.co.jp

Confidential