

GAFCHROMIC Filmのスキャンとスキャナー

アールテック株式会社

吉田 毅

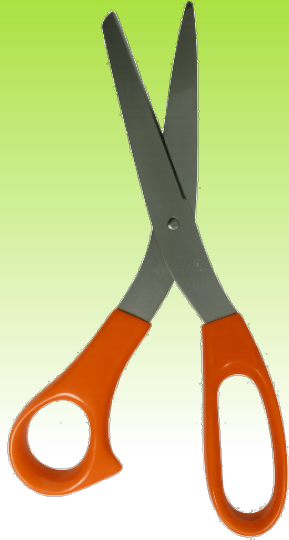
本日の内容(順不同)

- ・ 実習の要点
 - フィルムのカット
 - スキャンの実際(EBT4)
 - ImageJの操作
- ・ 90度回転の影響
- ・ RGB波長分解とは
- ・ ガラス板の意義
- ・ モアレ対策

実習のポイント

- GAFCHROMIC Filmのカット
 - EBT4は剥離の恐れがある、RTQA2は剥離の恐れはありません
 - 実際にカットして剥離具合を確認
- EBT4のスキャン
 - 向きの確認
 - フィルム配置禁止エリアの影響をみる
 - ガラス板による抑え
- 濃度の計測 (ImageJ)
 - 方向依存性の確認

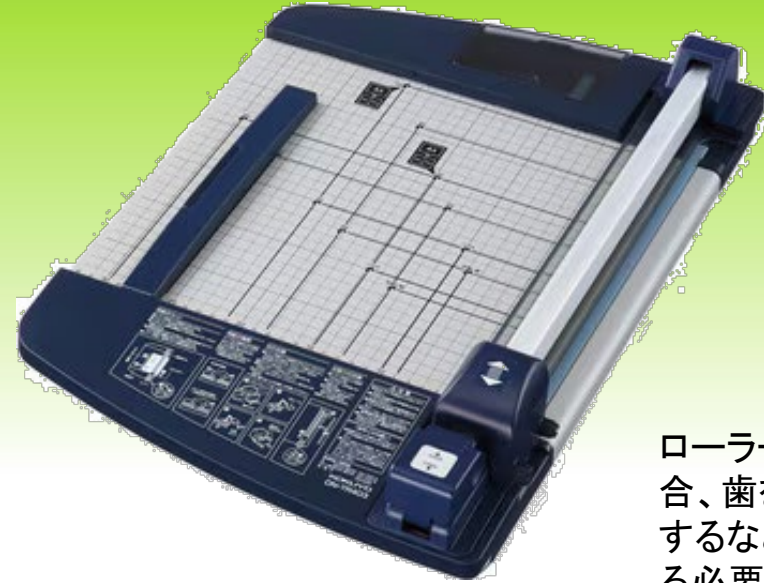
フィルムのカットにはハサミを推奨



ハサミは剥離し難く手頃
にあり使用し易い
まっすぐ切断するのが
難しい為、歯の長いも
のがより便利である



比較的剥離も押さえら
れ、また、直線的に裁
断が可能



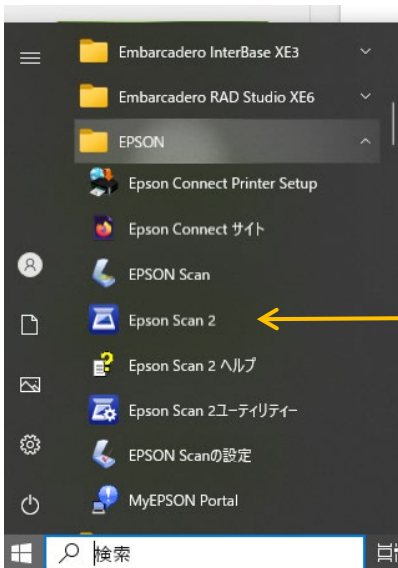
ローラーカッターの場
合、歯を定期的に交換
するなど管理されてい
る必要あり



比較的剥離し易く、まっす
ぐカットするのも難しい

スキヤンの開始

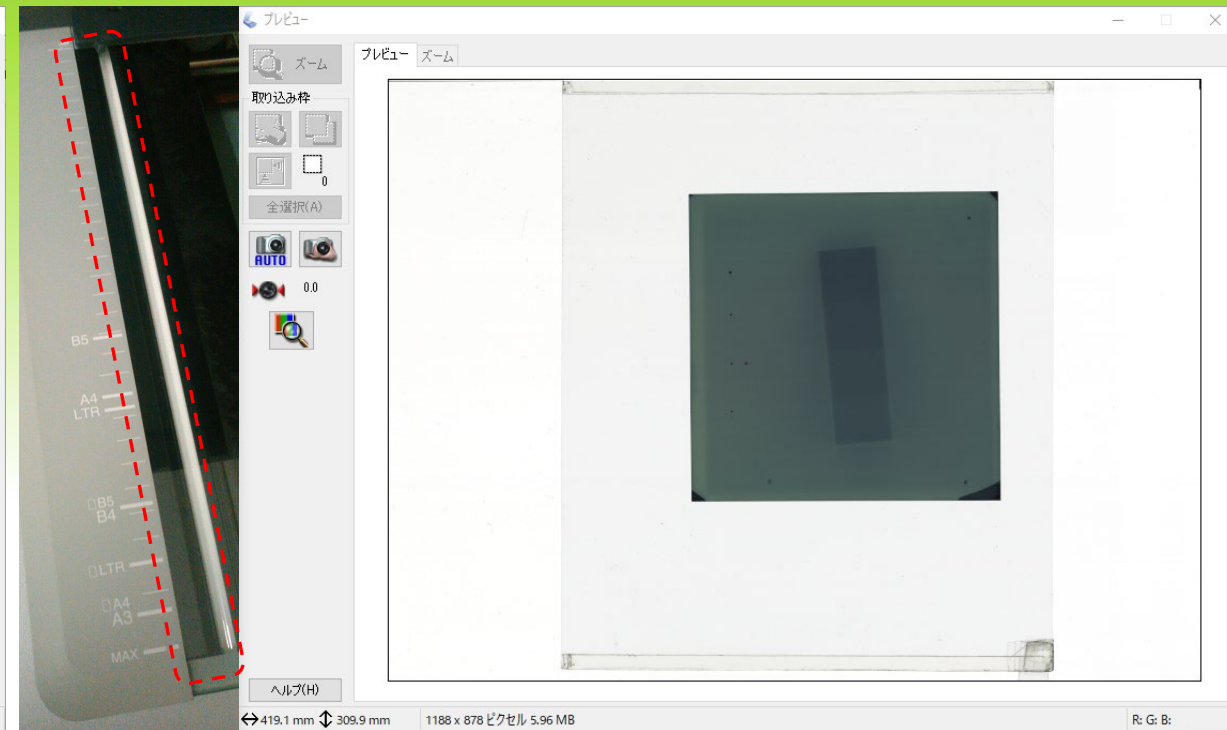
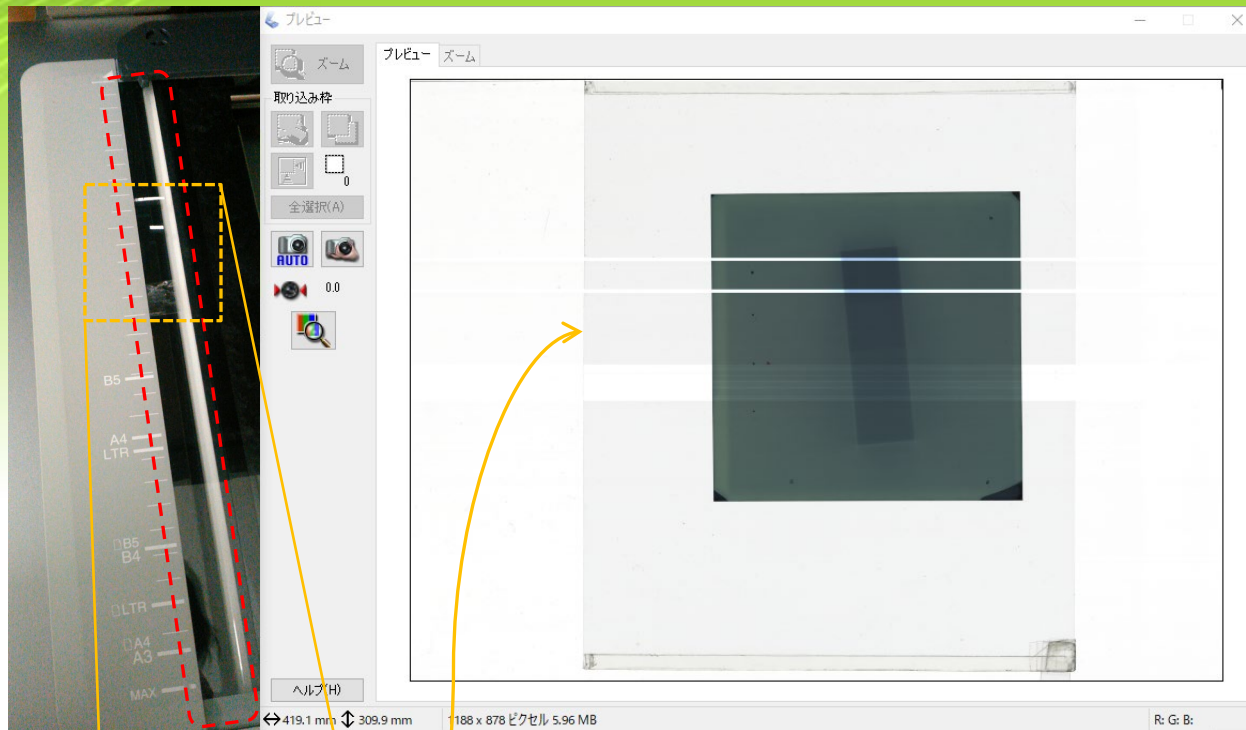
- ・ 解析システム付属のフィルム読み込み装置の操作方法に準じます
 - － 一般にプレビューなどにより原稿(フィルム)位置を確認し、必要十分な範囲をROI設定し読み込みます
 - － フィルムによって設定が異なる場合があるので、正しく読み込み装置を設定する



スタートアップ・メニュー
の場合、
ここから

- ・ 例、EPSON Scan2の起動
 - － デスクトップの”EPSON Scan2”のショートカットをダブルクリック
 - － スタートアップ・メニューから”EPSON”項目中の”EPSON Scan2”を起動
- ・ スキヤン条件を設定
 - － フィルムや解析目的に応じてスキヤン条件を設定する
- ・ TIFFでの保存
 - － 単独で起動された”EPSON Scan2”ではスキヤン実行後、保存形式を選択して(TIFFを指定)ファイルに保存が出来ます

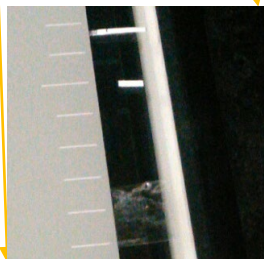
フィルム配置禁止エリア(EPSON)の影響



禁止エリアに異物はない状態

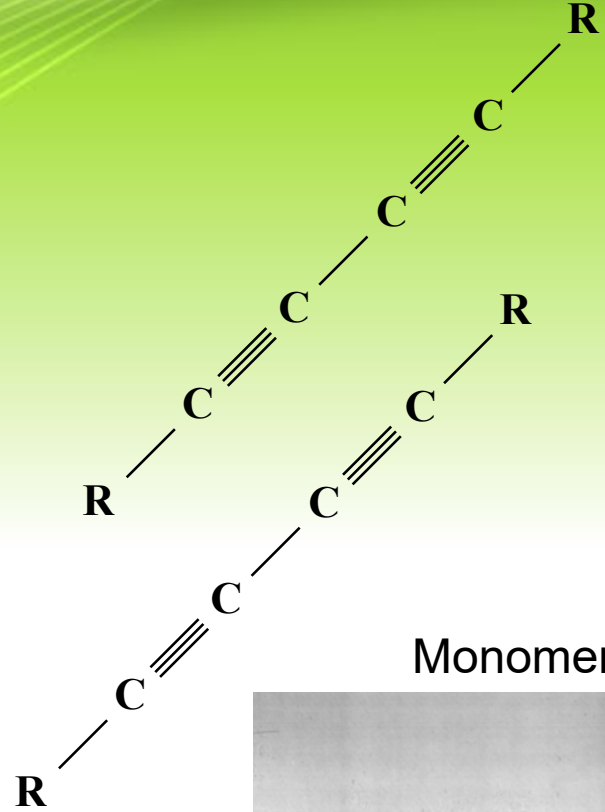
フィルム配置禁止エリアに異物を置いてスキャンを実施異物がある状態が基準となる為、対応するスキャン領域に濃度ムラが生じる(丁度、逆補正されている形)

例えば、スキャン画像に横に筋状のノイズが入る場合、フィルム配置禁止エリアに異物がある可能性があります。フィルム配置禁止エリアをクリーニングする事で改善される可能性があります。

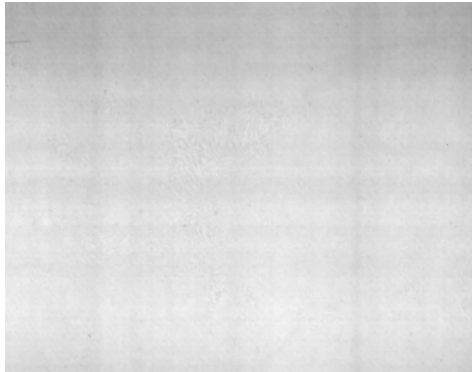


禁止エリアに異物がある(紙片、セロファン)状態

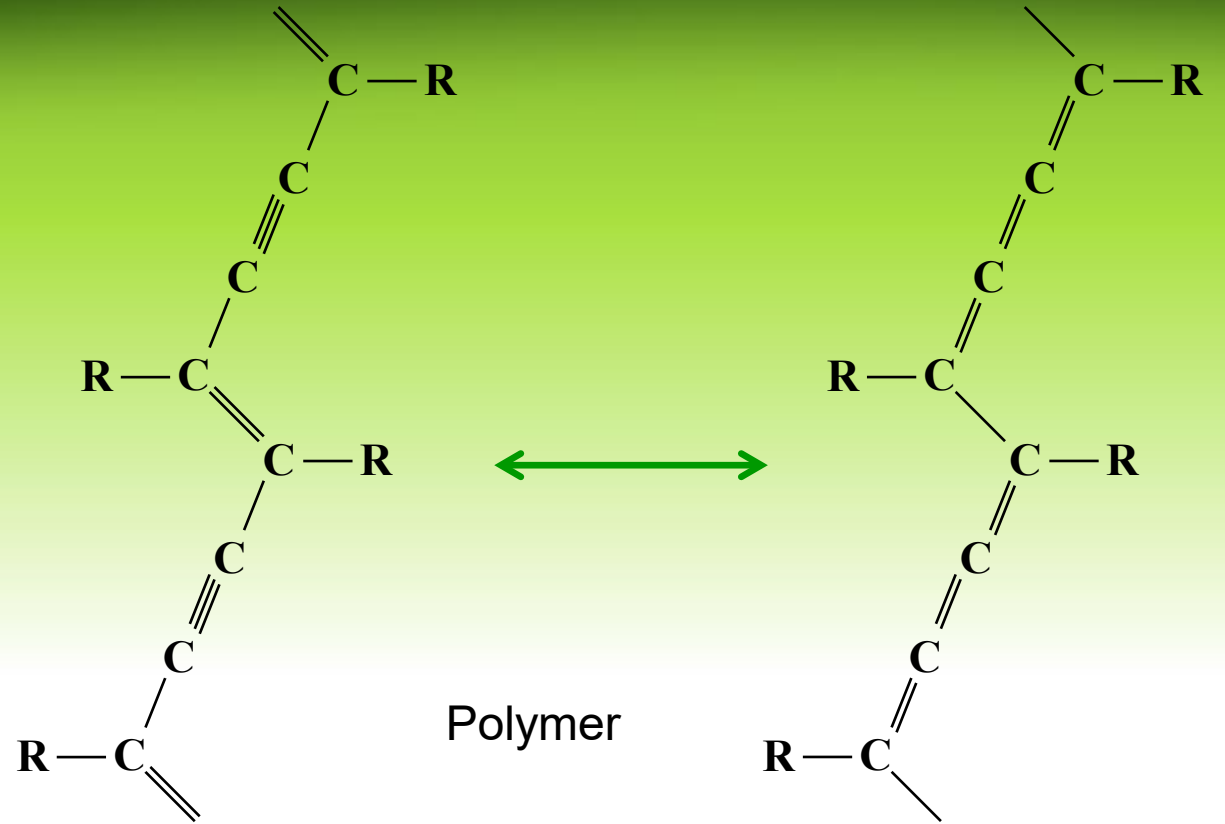
黒化の原理



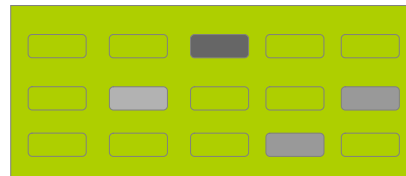
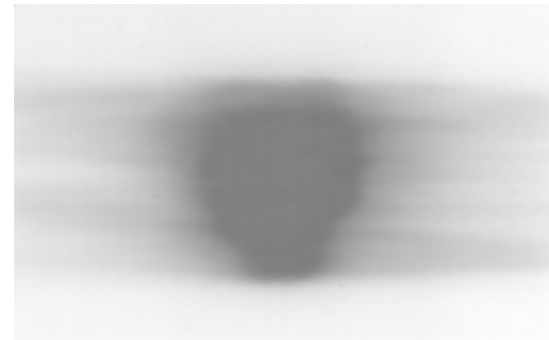
Monomer



モノマーの結合が放射線により破断されポリマー化する際に着色が生じる



Polymer



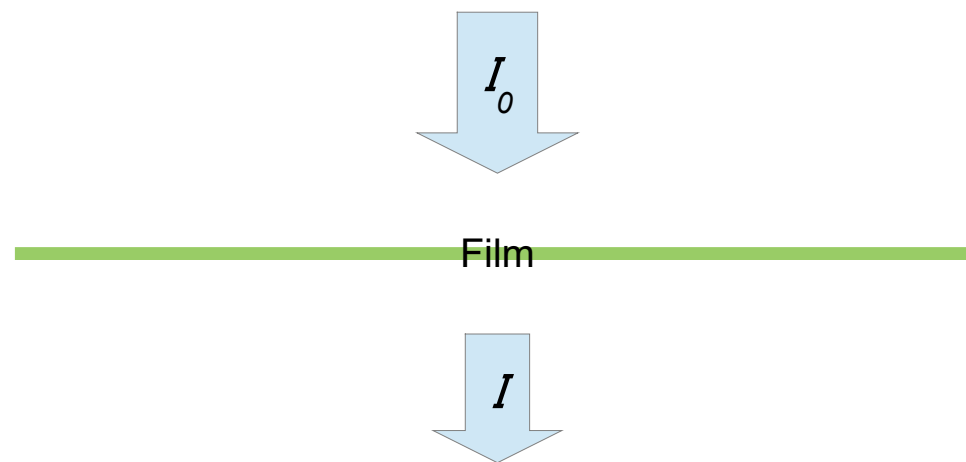
フィルム濃度とは

フィルムに対して入射光を I_0 、透過光を I として、入射光に対する透過光の比の対数を取り符号反転した値（いわゆる光学濃度OD）

透過光が前提であり、EBT4などのいわゆるフィルムは定義通りに濃度を算出可能

RTQA2などの反射原稿では透過光ではない為、定義通りに濃度を計算出来ない

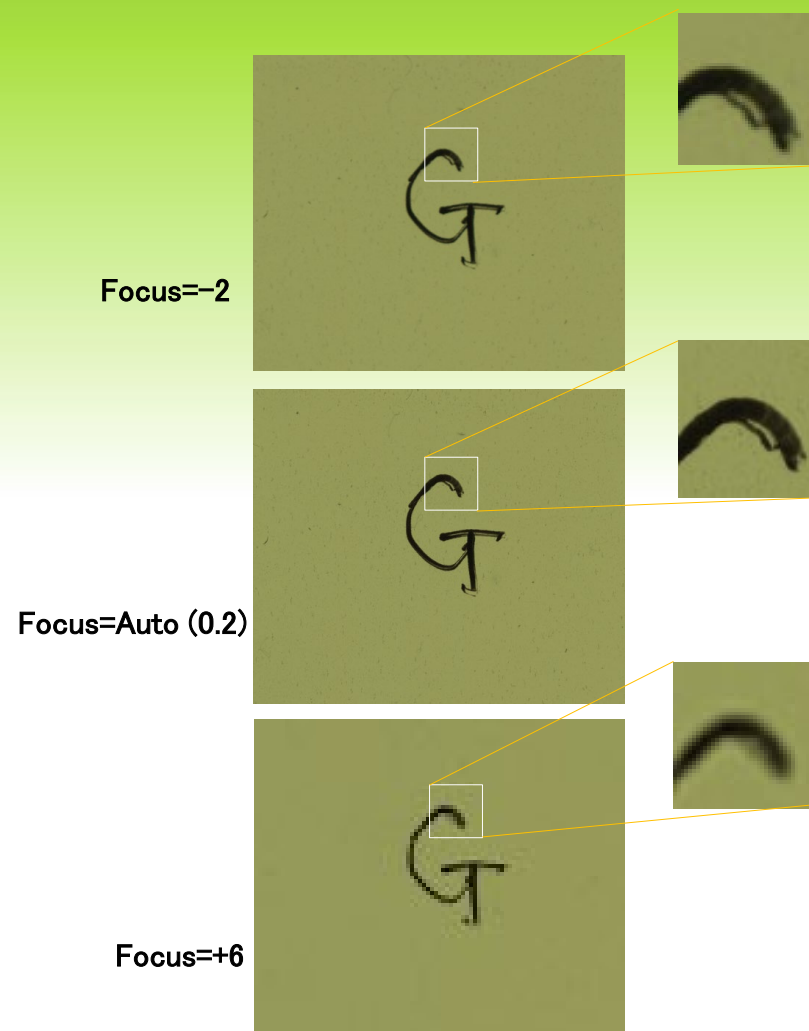
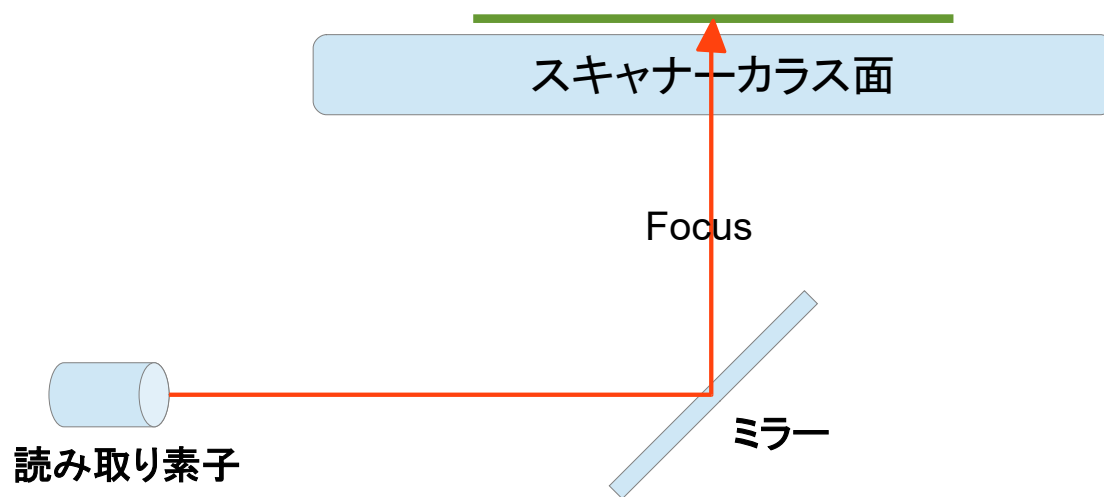
$$OD = -\text{Log}\left(\frac{I}{I_0}\right) = -\text{Log}\left(\frac{\text{透過光}}{\text{入射光}}\right)$$



焦点距離(フィルムの反り)

焦点距離(Focus)

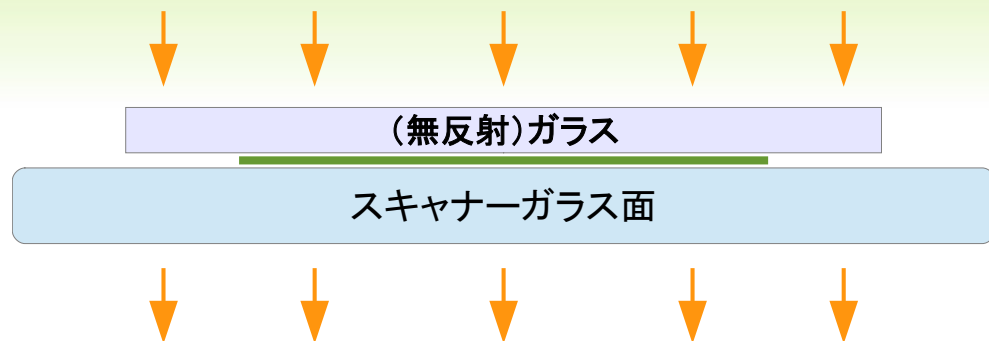
- 読み取り素子から原稿までの距離
- 基準の距離からのオフセット (EPSON)
- プレビューウィンドウのAutoボタンでROI内の原稿に焦点が合わせられる



画像はFocus値を調整

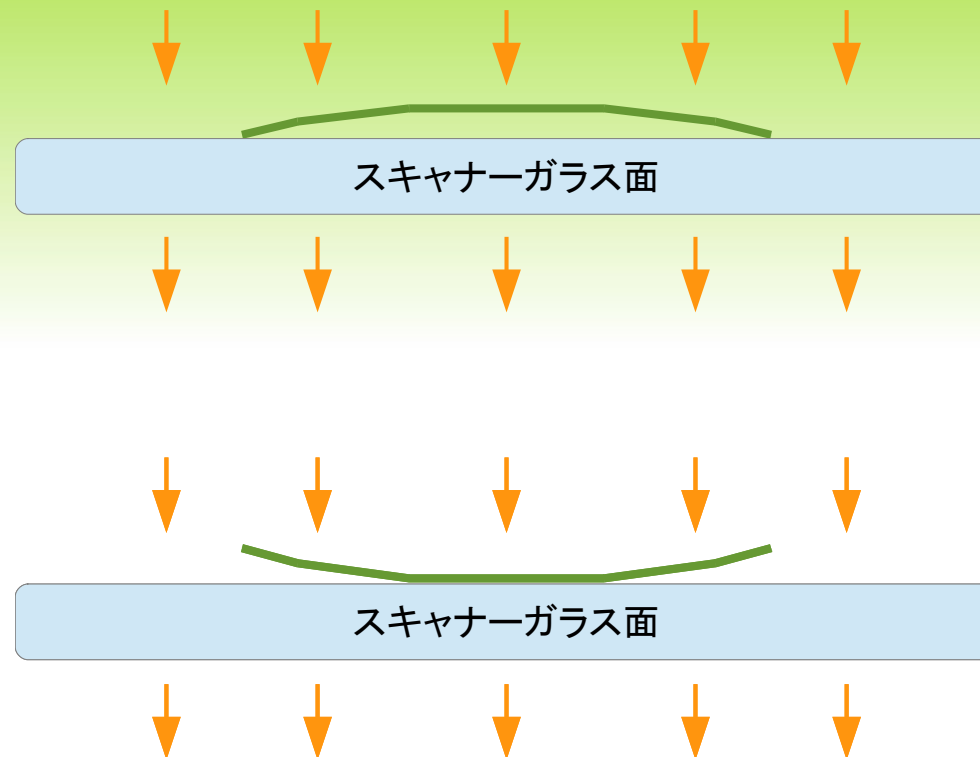
ガラス板の意義

ガラス板で抑える場合



フィルムがガラス面に沿い
Focus距離は一定となる

抑えなしの場合



フィルムとガラス面の間に
空間が生じFocus距離に
偏りがある状態となる

スキャン条件(目的別)



- ・ スキャン条件
 - － 線量分布(透過原稿)
 - ・ ① 取り込み装置:透過原稿ユニット
 - ・ ② 原稿種:カラー・ポジ・フィルム
 - ・ ③ イメージ・タイプ:48bitカラー
 - ・ ④ 解像度:72/75 dpi
(0.3528/0.3387mm/Pixel)
 - ・ ⑤ 色補正:無し

スキャン条件(目的別)



・ スキャン条件

－ 幾何学解析(反射原稿)

- ・ ① 取り込み装置: 原稿台
- ・ ② 原稿種: 反射原稿
- ・ ③ イメージ・タイプ: 48bitカラー
- ・ ④ 解像度: 150/300 dpi
(0.1693/0.08467mm/Pixel)

スキャン条件(目的別)



・ スキャン条件

－ 幾何学解析(透過原稿)

- ・ ① 取り込み装置:透過原稿ユニット
- ・ ② 原稿種:カラー・ポジ・フィルム
- ・ ③ イメージ・タイプ:48bitカラー
- ・ ④ 解像度:150/300 dpi
(0.1693/0.08467mm/Pixel)
- ・ ⑤ 色補正:無し

スキャン条件(GAFフィルム別)

・ EBT4

－ 線量解析

- ・ 透過原稿ユニット
- ・ ポジ・フィルム
- ・ 48Bitカラー
- ・ 72/75 dpi = 0.3528/0.3387 [mm/Pxl]

－ 幾何学解析

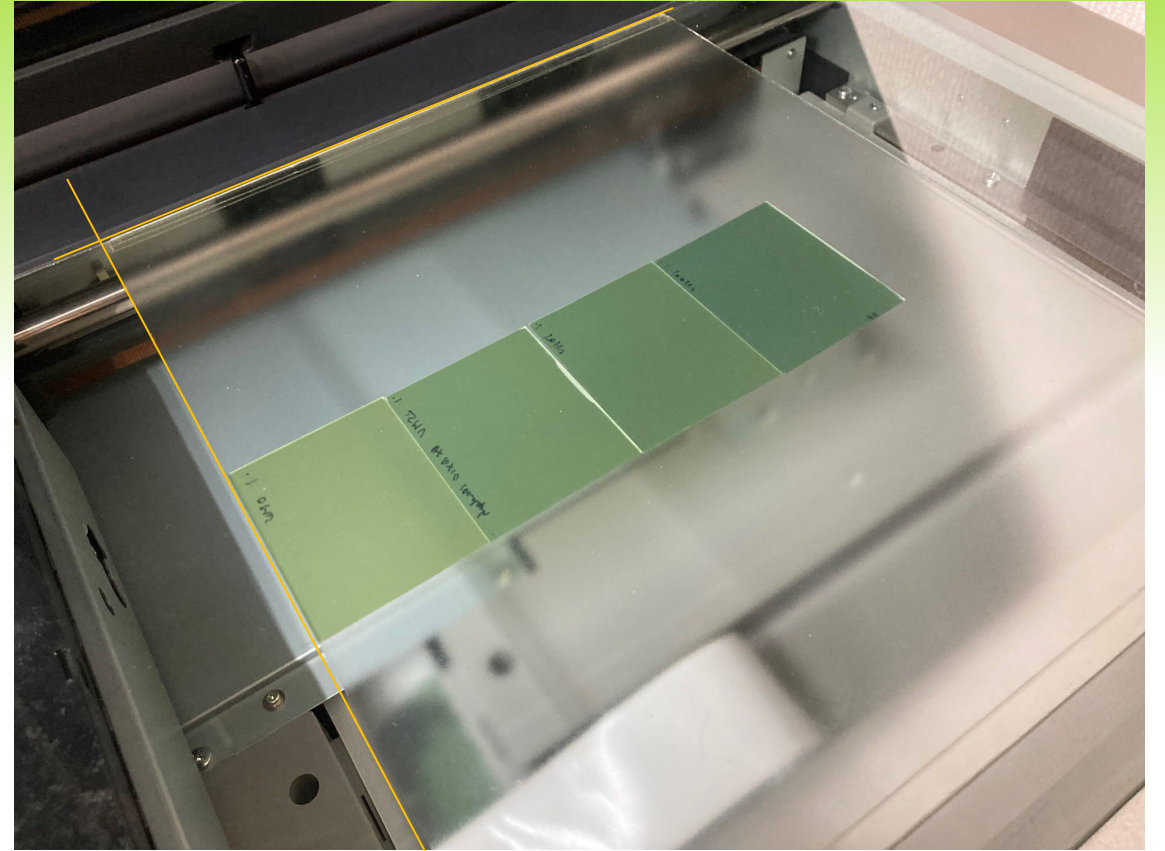
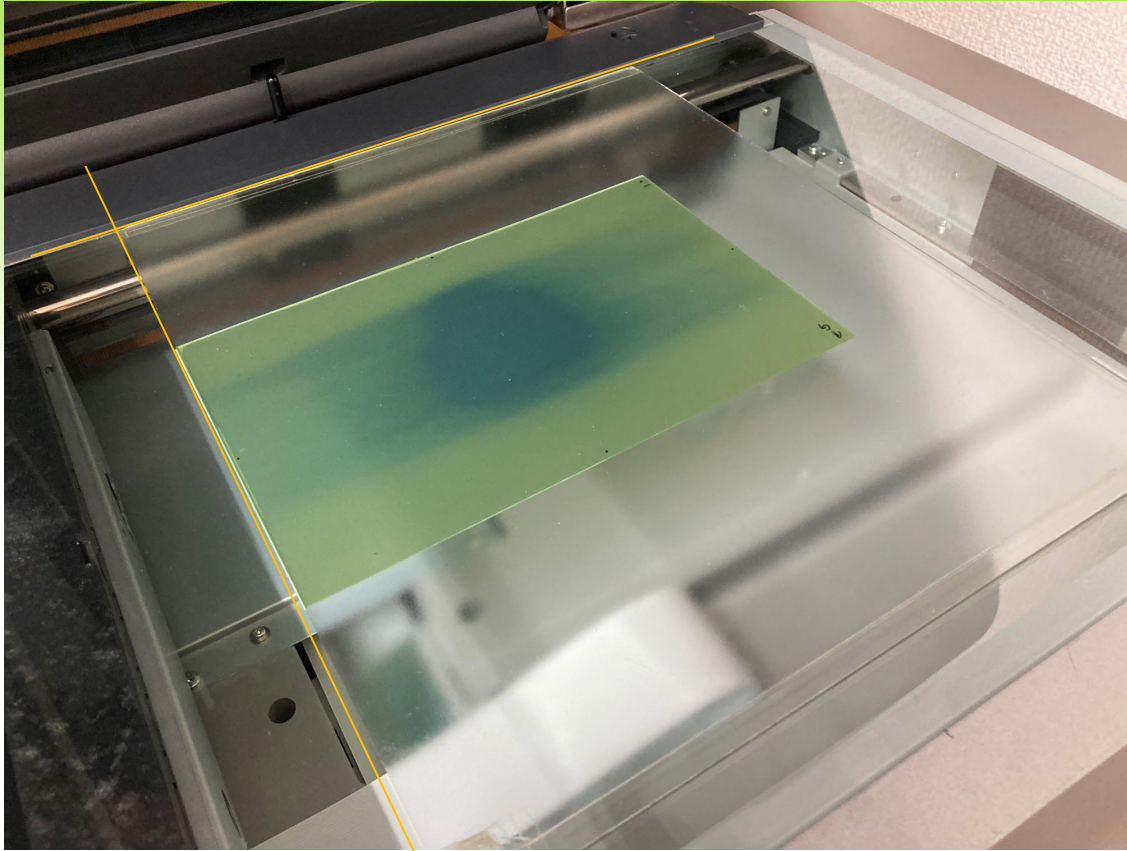
- ・ 透過原稿ユニット
- ・ ポジ・フィルム
- ・ 48 bit カラー
- ・ 150 dpi = 0.1693 [mm/Pxl]コンベンショナル
- ・ 300 dpi = 0.08467 [mm/Pxl]定位照射

・ RTQA2

－ 幾何学解析

- ・ 原稿台
- ・ 反射原稿
- ・ 48 bit カラー
- ・ 150 dpi = 0.1693 [mm/Pxl]
- ・ 300 dpi = 0.08467 [mm/Pxl]

フィルムの配置



抑えガラスの直線に合わせてア
ライメントを取り易い

カラースキャンとRGB



カラーでスキャンした画像データはRGB(赤緑青)の各Pixelデータで構成されている

RGB
分解

Red



Green



Blue

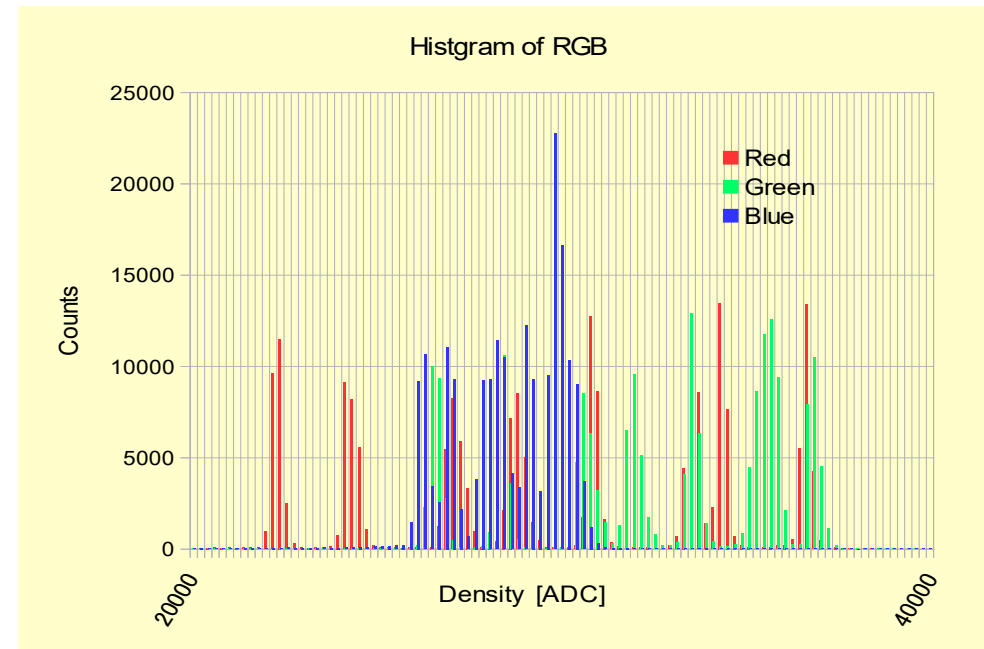
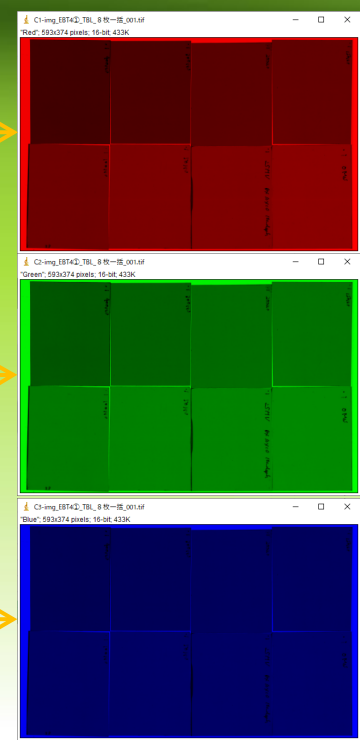


解析ソフトや画像処理ツール(例、ImageJ)でカラースキャン画像をRGB各色毎に分解します

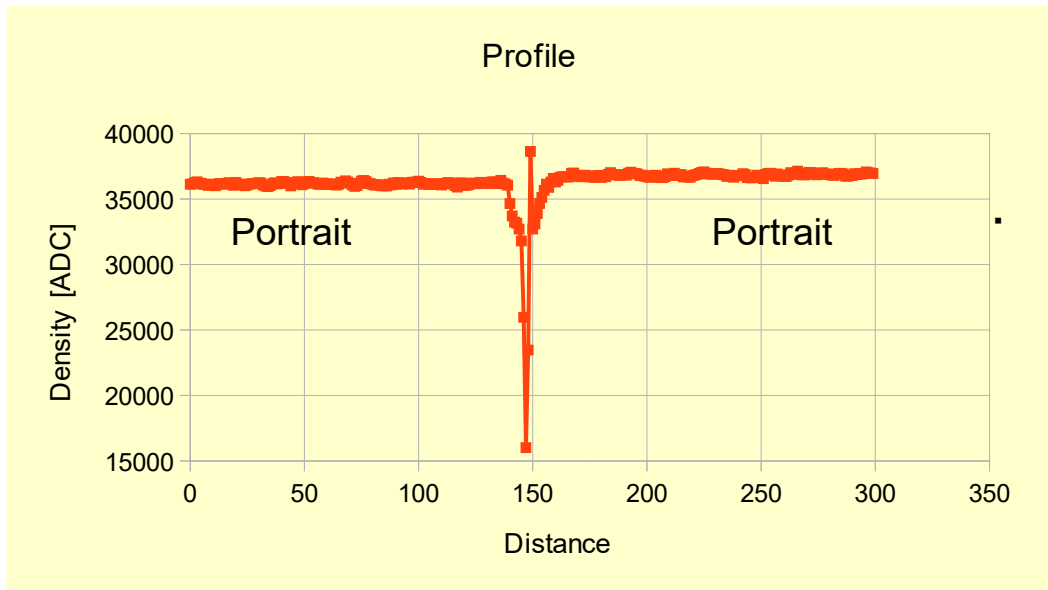
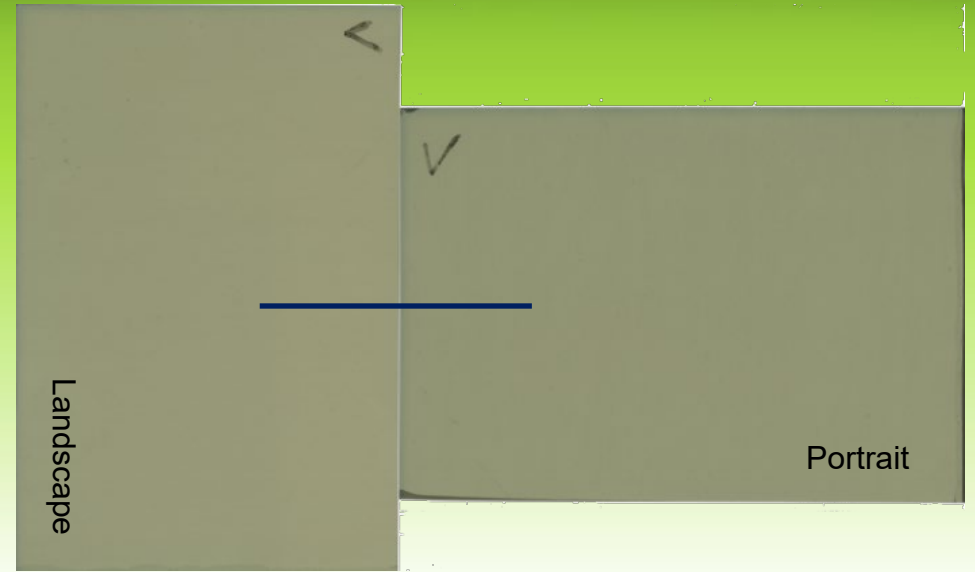
このカラースキャン画像をRGBに分解する処理をGAFCHROMIC Film解析に応用するものが、Triple Channel処理や除算処理になります

カラスキャンと波長特性

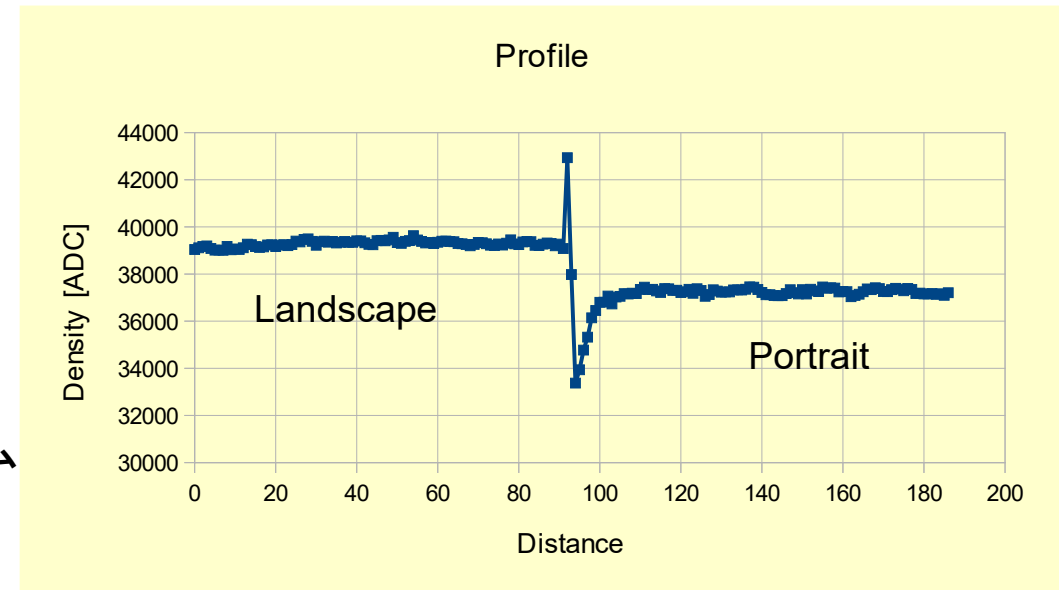
- 特性曲線用にスキャンした線量ステップ画像の濃度ヒストグラムを各波長データ毎のプロット
- ダイナミックレンジ
 - Red: 3.5 dB
 - Green: 2.32 dB
 - Blue: 1.34 dB
- 同一の画像からPixel値を波長分解して、各色毎の濃度(ADC)ヒストグラムを重ねて表示
 - RGBで濃度帯域に相違がある事を確認出来ます



方向依存性

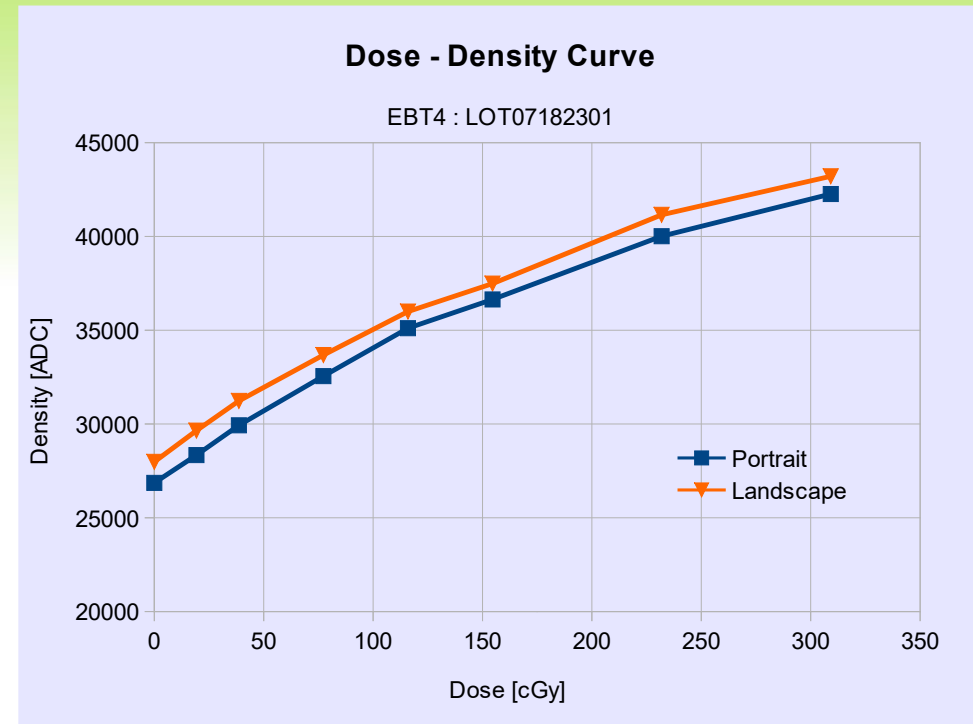


同じフィルムをスキャン時のガラス面に置く向きを90度回転し読み込むと、同じフィルムにも関わらず、読み取り濃度に相違が生じる



方向依存性

- ・ 同じフィルムをスキャン時のガラス面に置く向きを90度回転し読み込むと、同じフィルムにも関わらず、読み取り濃度に相違が生じる



方向依存性

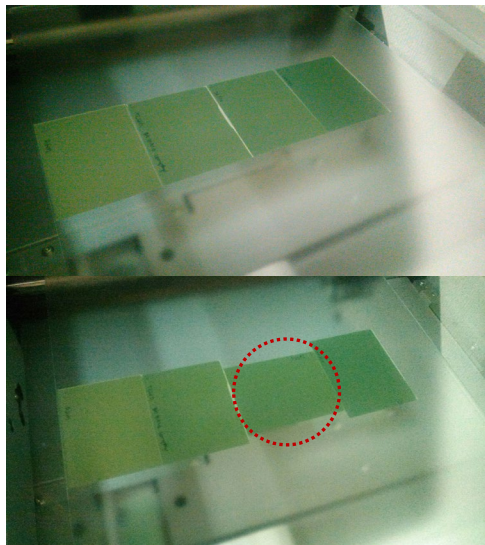
特性曲線の取得に影響が出た例

右例は意図的に2カ所でフィルムの向きを90°変えてあります。

その点で、明らかな不連続が見られます

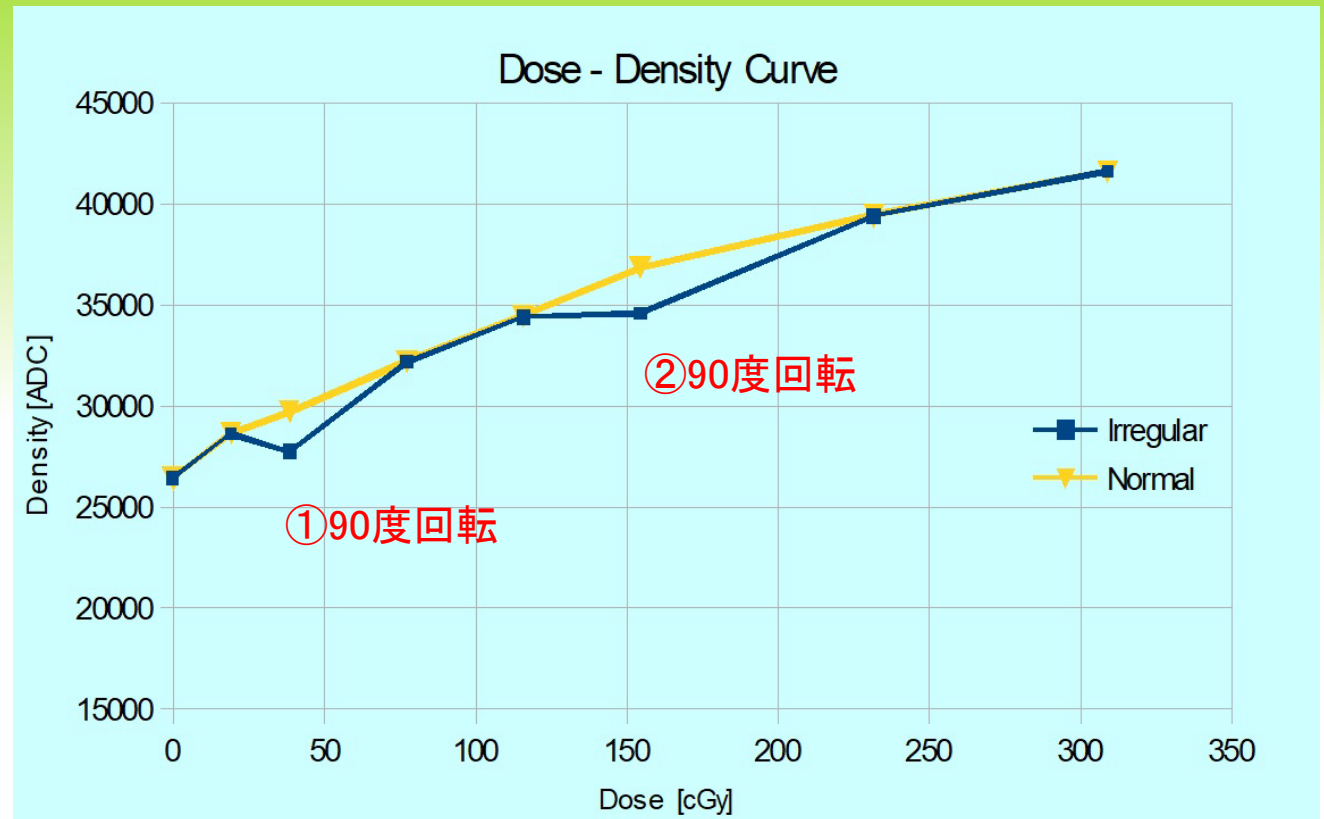
特性曲線用の線量ステップの小片を正方形に近く裁断すると向きを混同し易い(オリエンテーションのマークが必須)

小片を長方形にする事で、一連の向きの不統一に気づき易くなる



線量ステップの小片は向きを揃えてスキャン

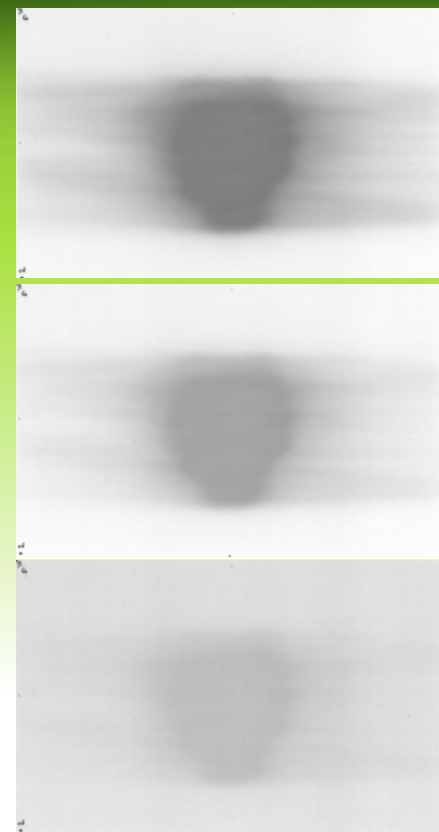
意図的に90度向きを変えて配置しスキャン



波長特性と線量変換



照射フィルム



Red

Green

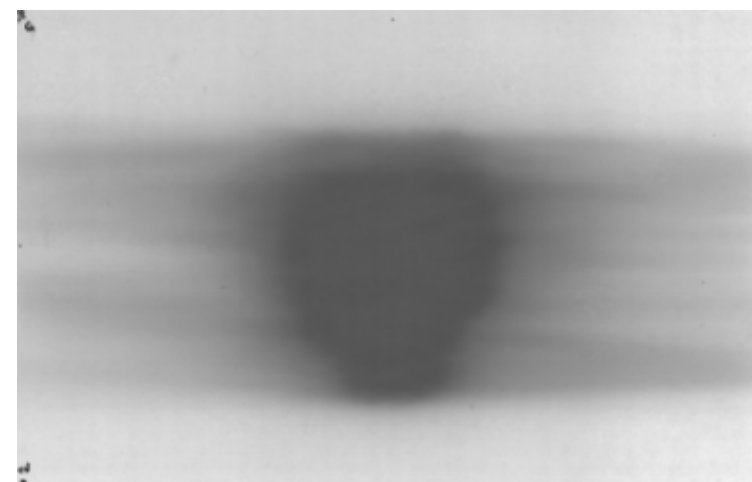
Blue

左下へ続く

右上から続く

	Dose	Density
Base	0.00	26409.0
1	19.32	28639.0
2	38.65	29713.0
3	77.29	32195.0
4	115.94	34446.0
5	154.58	36834.0
6	231.87	39431.0
7	309.16	41617.0

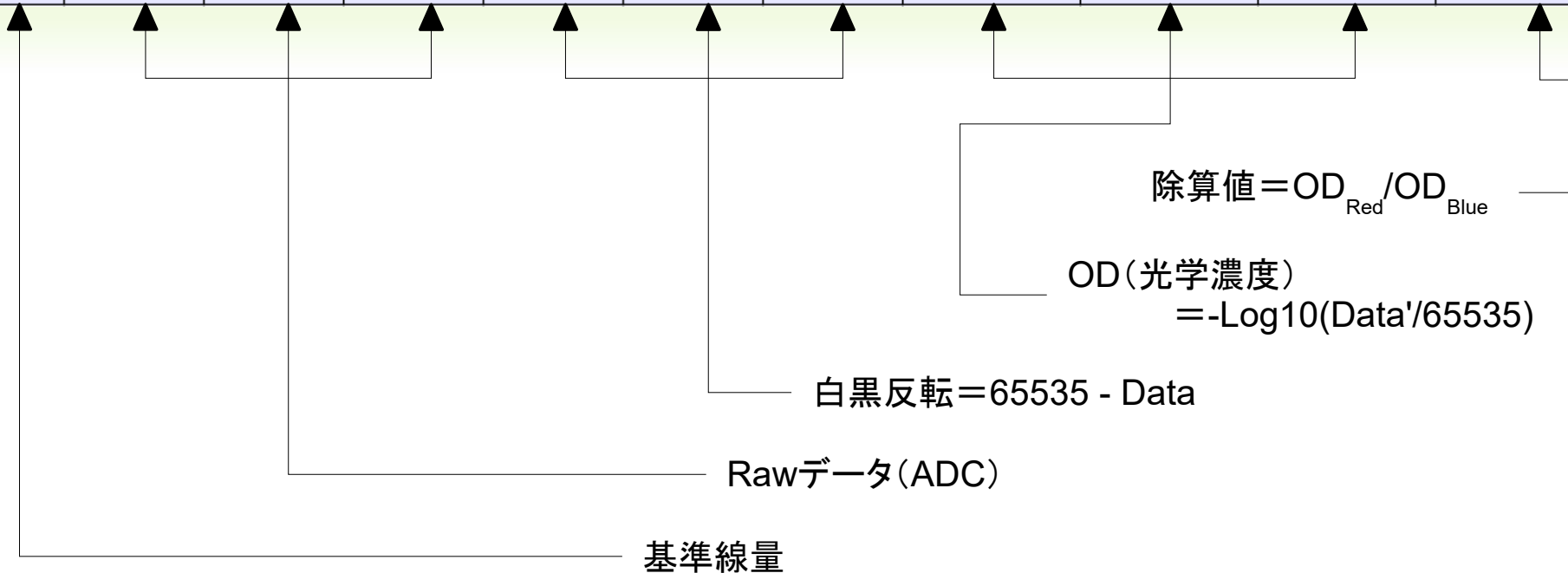
Redテーブル
を適用



線量分布

除算処理画像の為に

cGy	Red	Green	Blue	Invert (R)	Invert (G)	Invert (B)	OD (Red)	OD (Green)	OD (Blue)	RdivB
0	39154.7	38610.5	30876.6	26380.3	26924.5	34658.4	0.395194	0.386326	0.276665	1.428420
19.32	36522.8	37193.9	30267.6	29012.2	28341.1	35267.4	0.353892	0.364057	0.269100	1.315098
38.65	35741.3	36853.1	30367.6	29793.7	28681.9	35167.4	0.342349	0.358865	0.270333	1.266398
77.29	32755.4	34874.4	29502.3	32779.6	30660.6	36032.7	0.300869	0.329893	0.259776	1.158186
115.94	30600.6	33481.1	29152.2	34934.4	32053.9	36382.8	0.273219	0.310592	0.255577	1.069028
154.58	28678.0	32012.4	28673.6	36857.0	33522.6	36861.4	0.249953	0.291135	0.249902	1.000204
231.87	25419.8	29466.0	27527.6	40115.2	36069.0	38007.4	0.213164	0.259339	0.236605	0.900928
309.16	23199.2	27529.2	26813.6	42335.8	38005.8	38721.4	0.189766	0.236623	0.228522	0.830404



モアレについて

EBT4

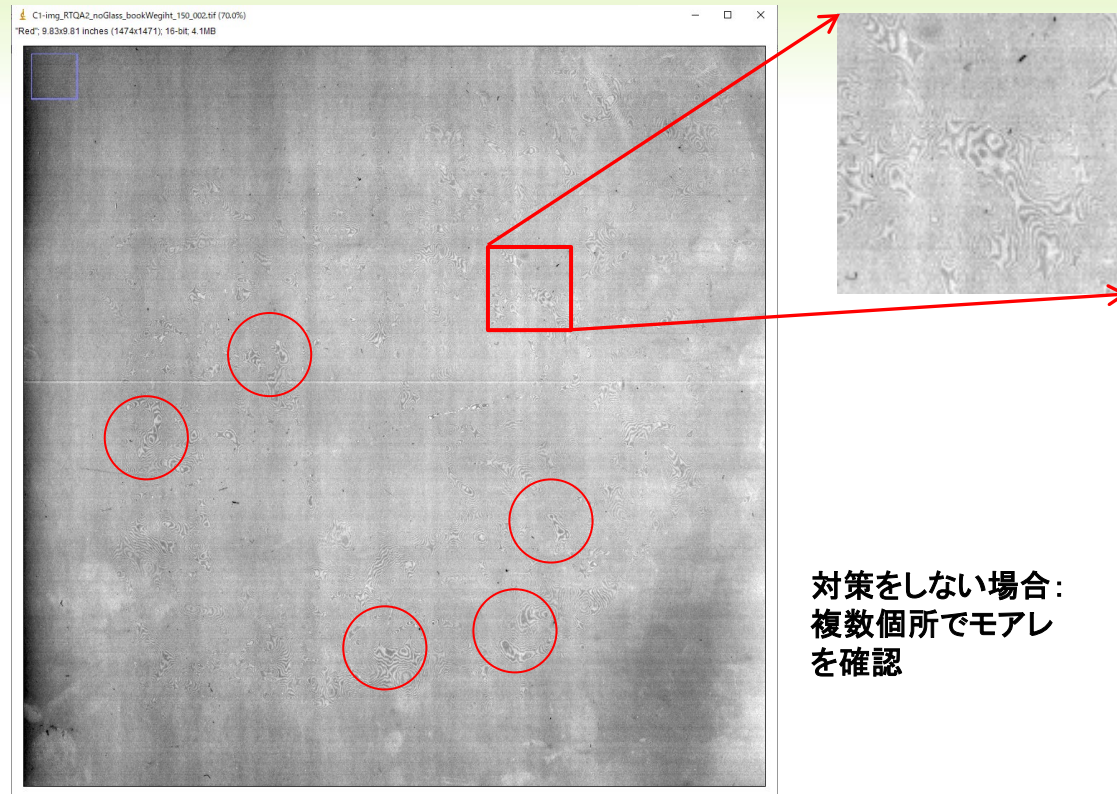
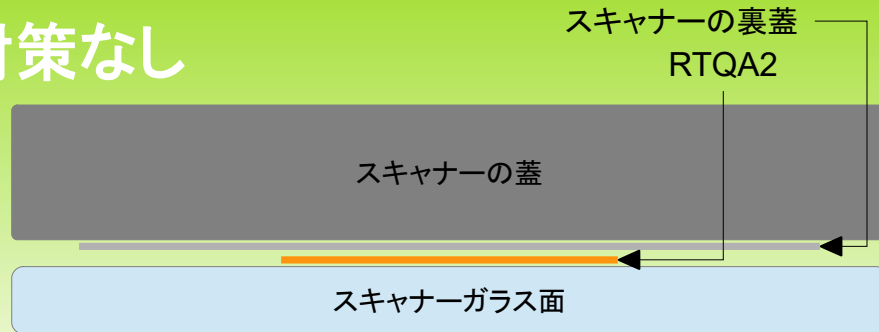
- ・ フィルム表面に加工を施しスキャナーガラス面より極僅かに浮いています
- ・ その為、フィルムをガラス面に直置きしてもモアレは生じ難い
- ・ 但し、フィルム自体が固めで反りが生じやすい

RTQA2

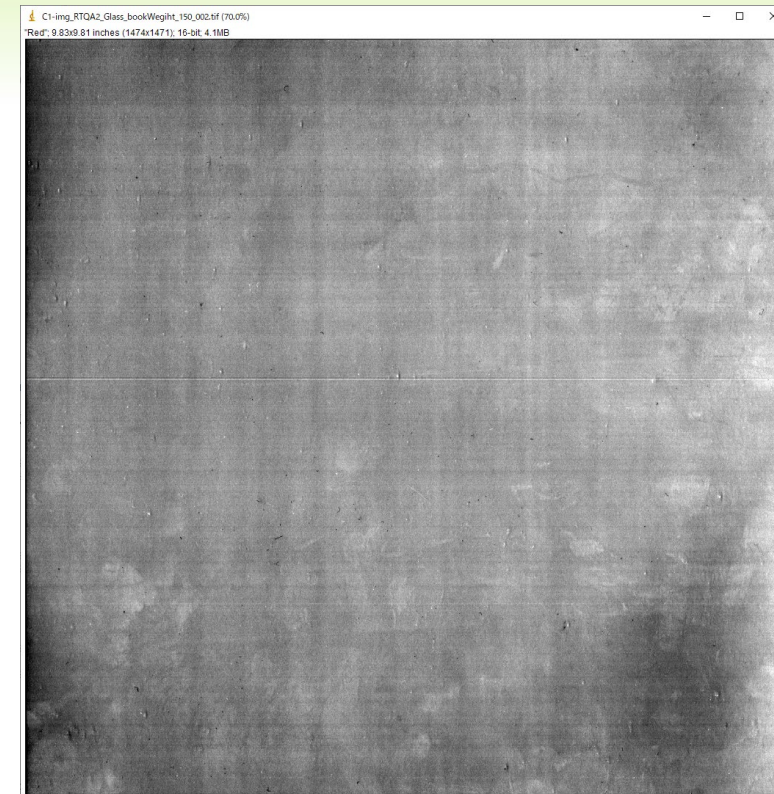
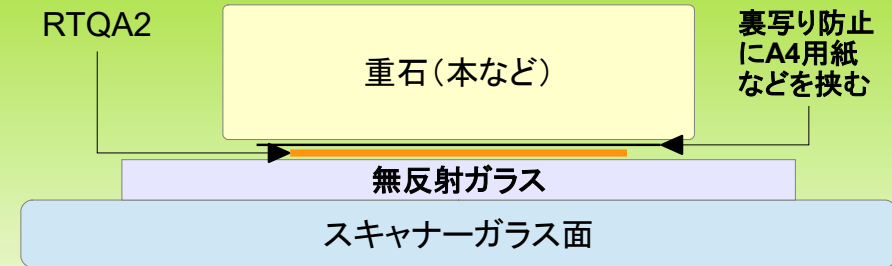
- ・ 表面加工は為されておらずモアレは生じる可能性がある
- ・ 無反射ガラスなどの利用を推奨する

モアレ対策

対策なし



無反射ガラス＋重石



EPSONスキャナーの
場合: 反射原稿は蓋
を閉めずにスキャン
が可能

対策する事でモアレ
は除去されている

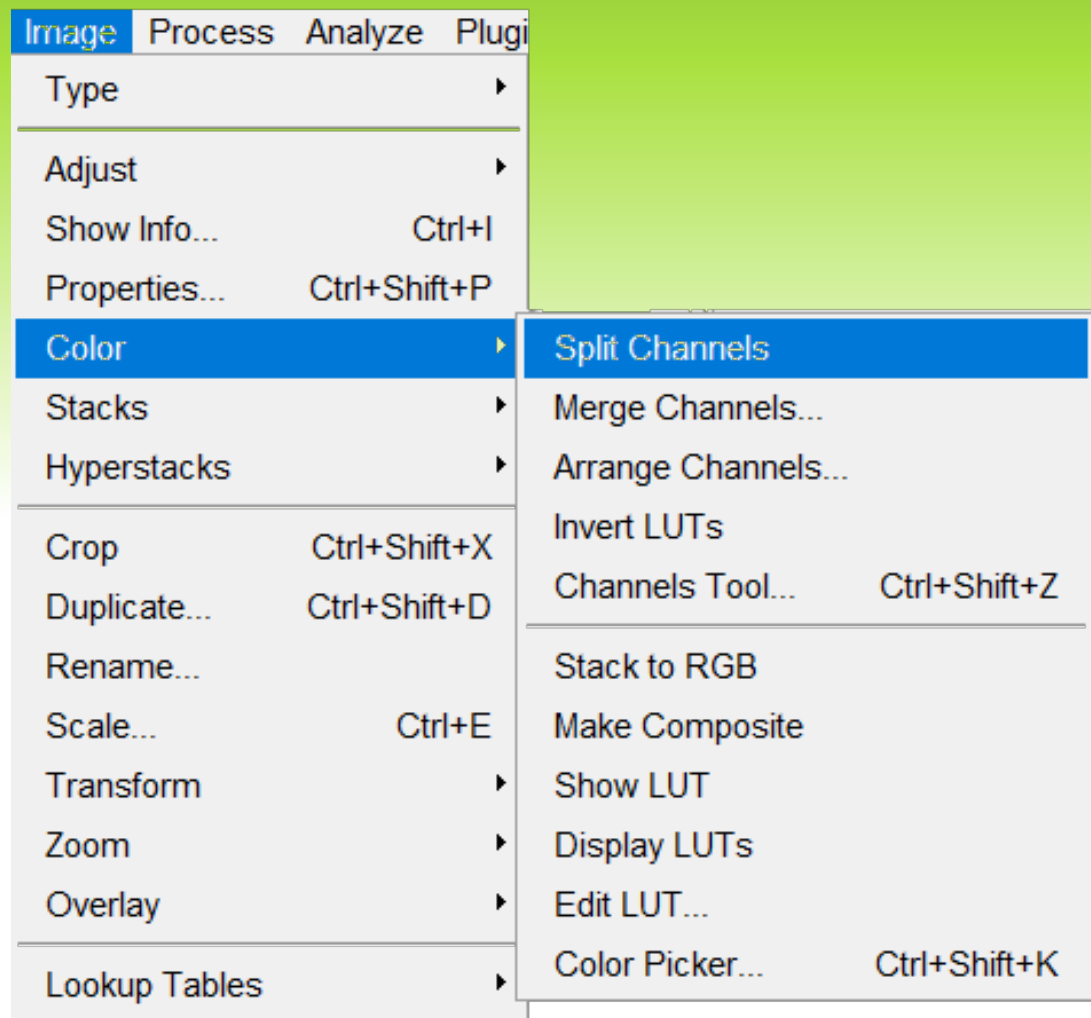
スキャナー清掃

- ・ 柔らかい布で乾拭き
- ・ ガラス面全面特に左端のフィルム配置禁止エリアも念入りに
- ・ 蓋側(透過原稿時のバックライト)ガラス面も乾拭き
- ・ フィルム面の汚れや付着物にはエア・ブラシも有効である



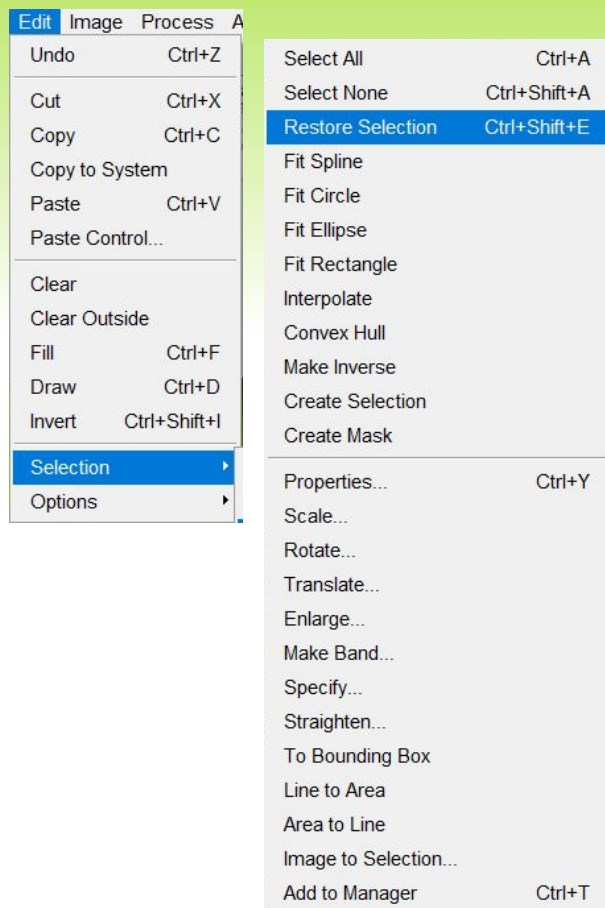
ImageJの操作

スキャン画像をRGBに分解します

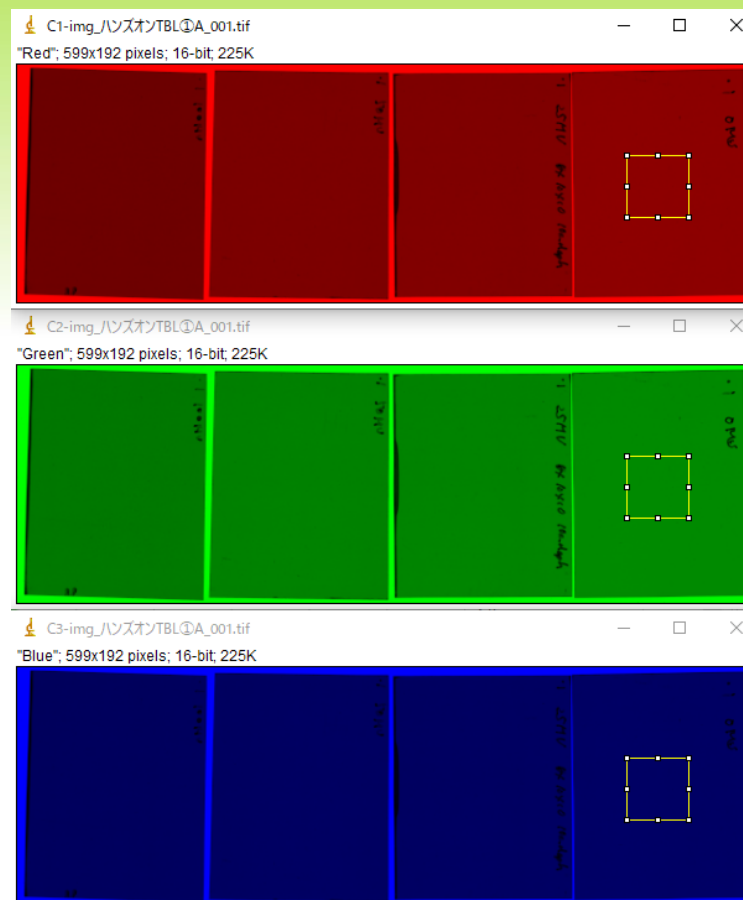


ImageJの操作

ROI位置のリストア(ペースト)



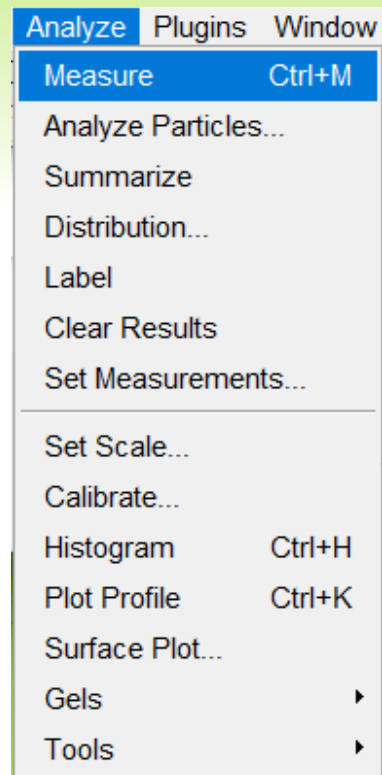
RGB各色で濃度を取得



ROIサイズ:
線量ステップの小
片の短軸基準で中
央1/3領域(正方)
或いは、
可能であれば、
30x30[Pixel]以上

ImageJの操作

各色ROIを決めて計測 (Measure) します

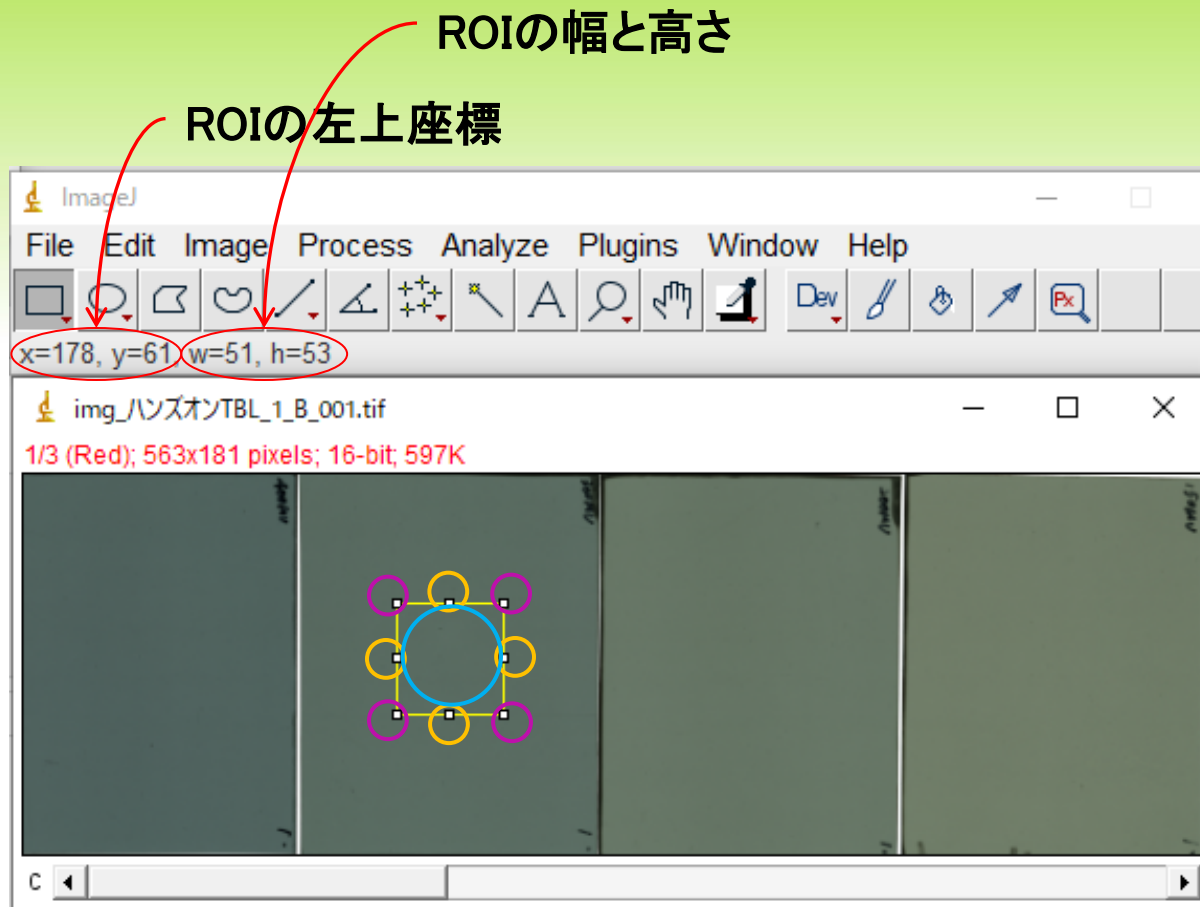


計測結果はResultウィンドウに表示されます
本日は、90° 向きを変えたスキャンで濃度の
違いを確認します

The screenshot shows the 'Results' window in ImageJ, which displays a table of measurement data. The table has columns for Area, Mean, StdDev, Mode, Min, Max, XM, YM, and Median. The data is organized into 6 rows, each representing a different ROI measurement.

	Area	Mean	StdDev	Mode	Min	Max	XM	YM	Median
1	2500	39111.6280	142.1839	39162	37663	39582	496.9905	83.0094	39122
2	2500	38640.3572	77.4349	38658	37461	38963	496.9980	83.0020	38658
3	2500	31031.2696	117.9311	30948	29896	31420	497.0045	83.0092	31030
4	2500	36885.6364	136.4737	36866	36286	37488	346.9932	93.0259	36882
5	2500	37520.2596	125.1520	37526	36977	37958	346.9959	93.0232	37525
6	2500	30593.5612	116.2420	30643	30069	30981	346.9983	93.0274	30595

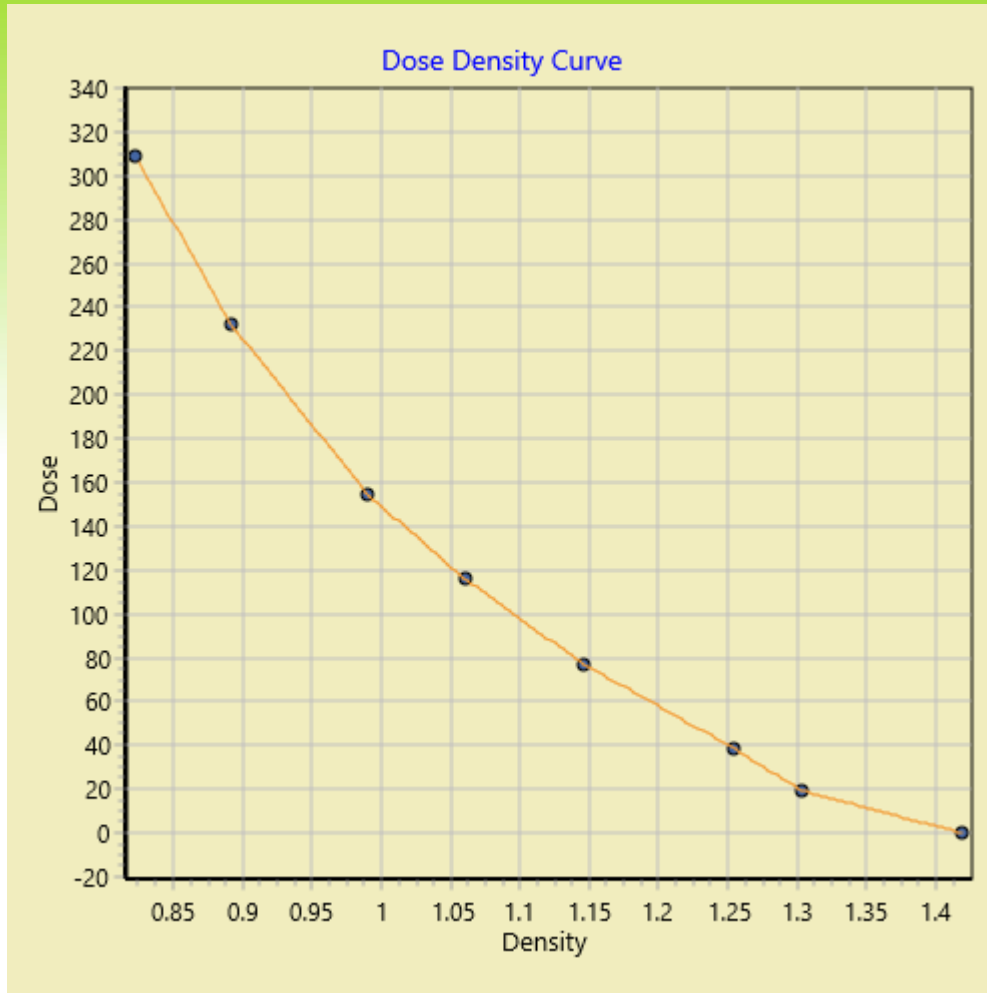
ImageJの操作



- ROIを設定する際、
 - ImageJのコントロール・ウィンドウの下
行にROIの左上座標とROIサイズ
(width(幅), height(高さ))がリアルタイムでひょうじされます
- ROIの領域内部でマウスをドラッグするとROI自体を移動できます
- ROIの角をドラッグすると幅と高さを同時に調整出来ます
- ROIの辺の中点をドラッグするとその辺のみを移動できます

○: ROIの幅と高さを調節 ○: ROIを移動 ○: 選択されている辺を調節

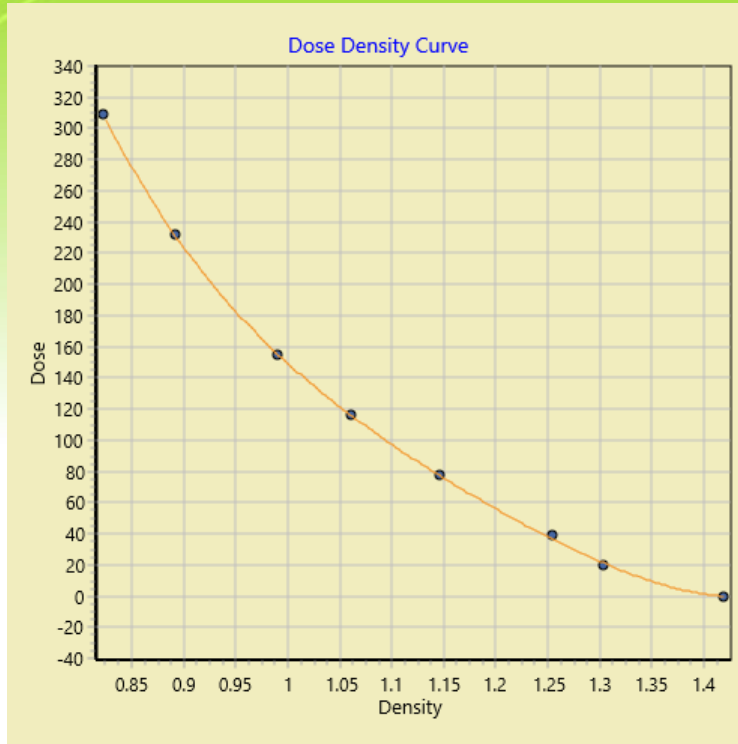
特性曲線のフィッティング



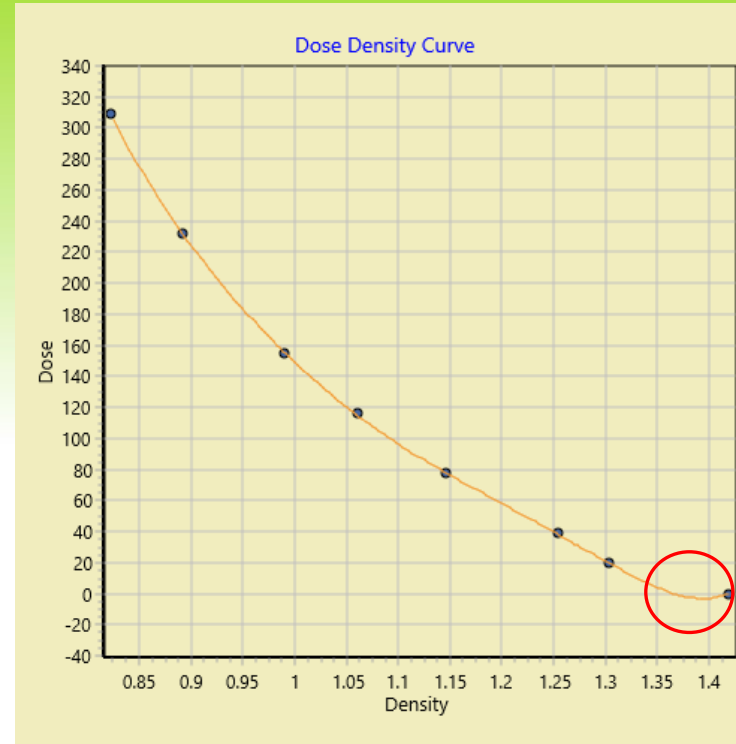
・ 直線補間

- 線量ステップの間を直線で補間
- 簡便だが、線量ステップ数が少ないと精度は落ちる
- 外挿はされない
- 精度良い補間には線量ステップ数の増加が必要

特性曲線のフィッティング



4次式:
 $R^2=0.999623$

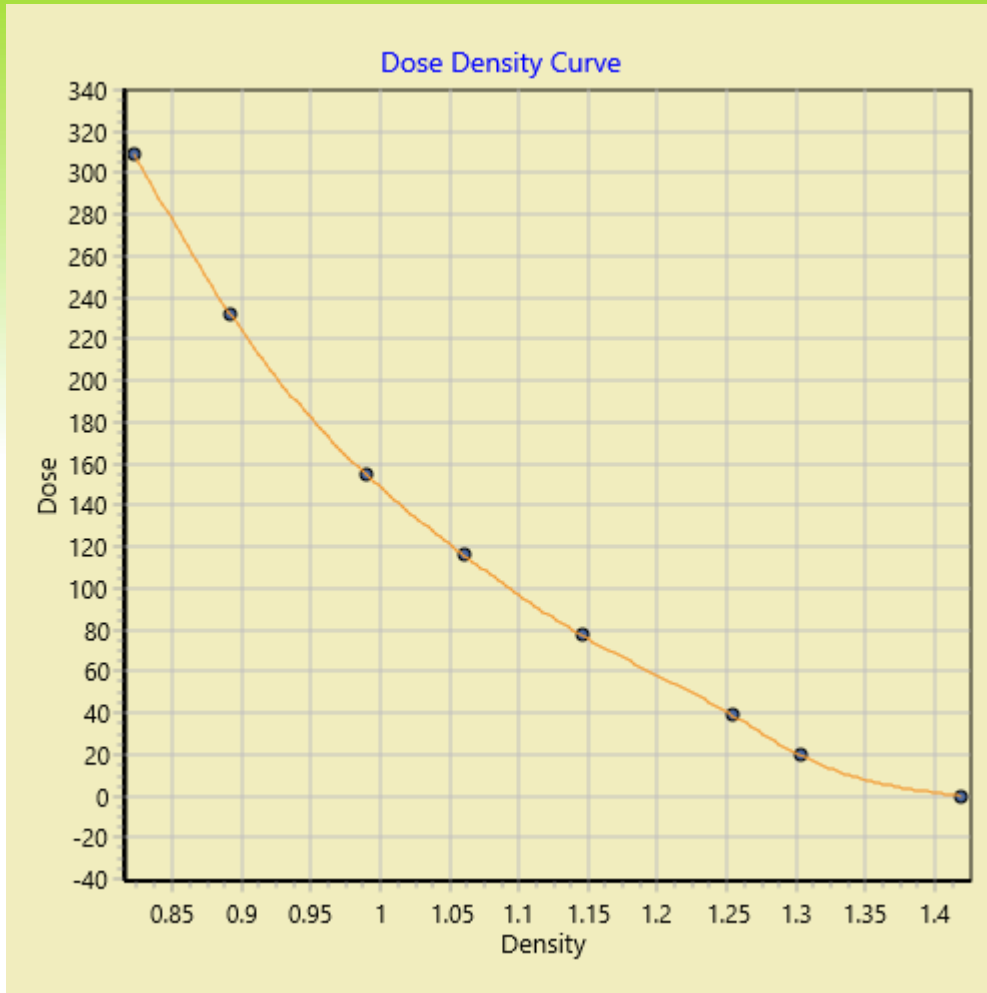


6次式:
 $R^2=0.999914$

多項式近似

- 次数を指定してxの多項式で近似
- 必ずしも元の線量ステップの点を通らず全体的に滑らかな曲線となる
- 線量ステップ自身の誤差の影響を受け難い
- 外挿が可能であり、線量ステップの範囲外の未知の濃度も変換が可能(但し、精度は落ちる)
- 高次過ぎるとイレギュラーに追従する様になり注意が必要

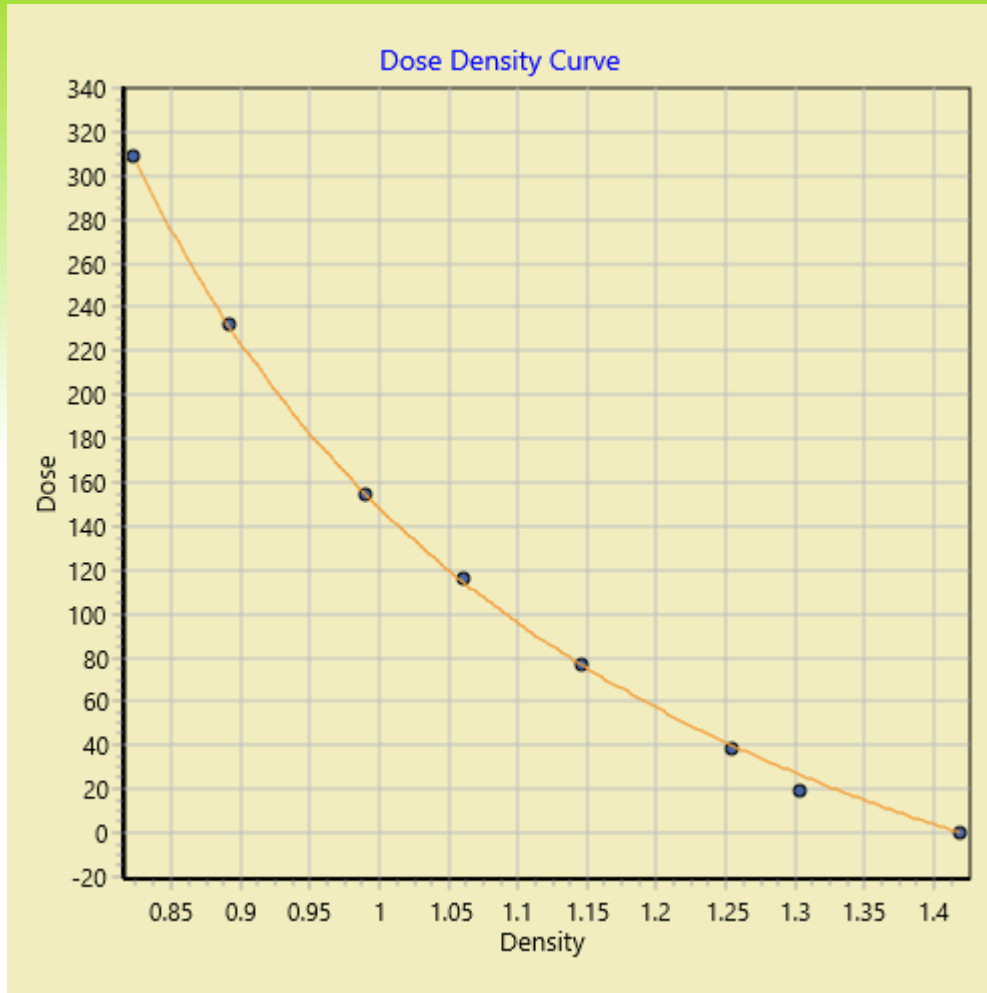
特性曲線のフィッティング



・ スプライン補間

- 元の線量ステップの点を通り、
- ステップ間を滑らかな曲線で結ぶ
- イレギュラーに追従する為、元の線量ステップに十分留意する
- 外挿はされません

特性曲線のフィッティング

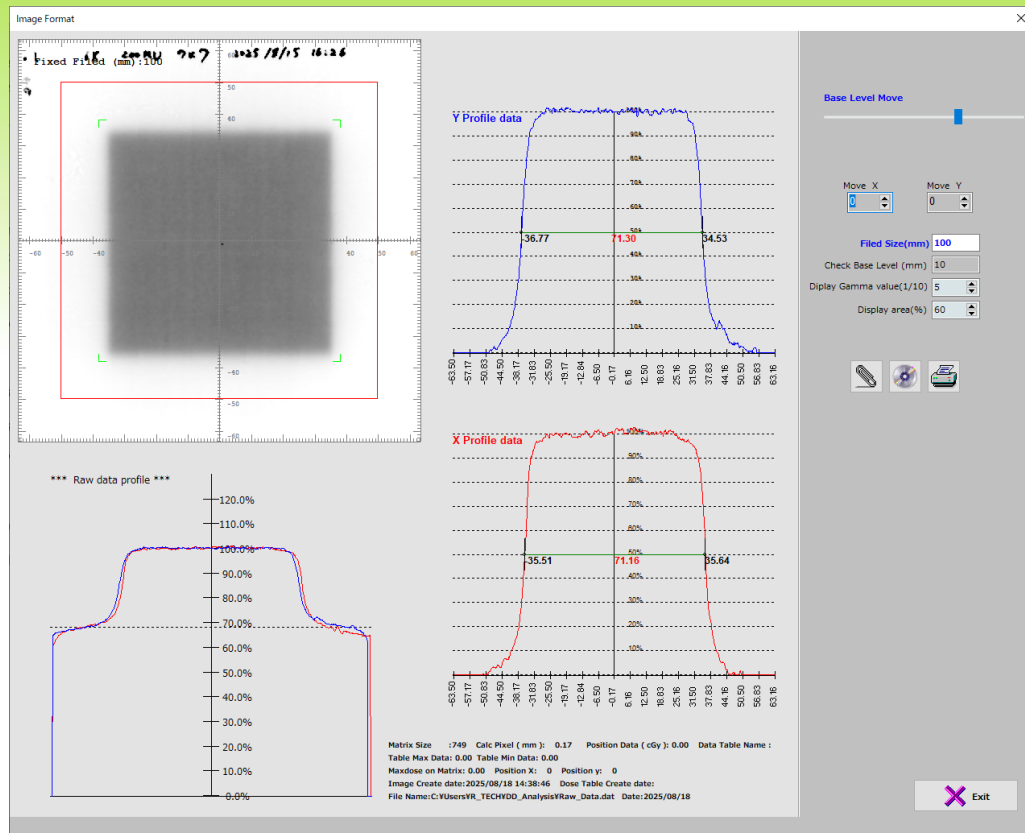


・ 双曲線近似 (参考)

- GAFCHROMIC Film製造元の解析ソフトで選択肢のにある近似
- 必ずしも元の線量ステップを通らない全体的に滑らかな曲線となる
- 外挿も可能

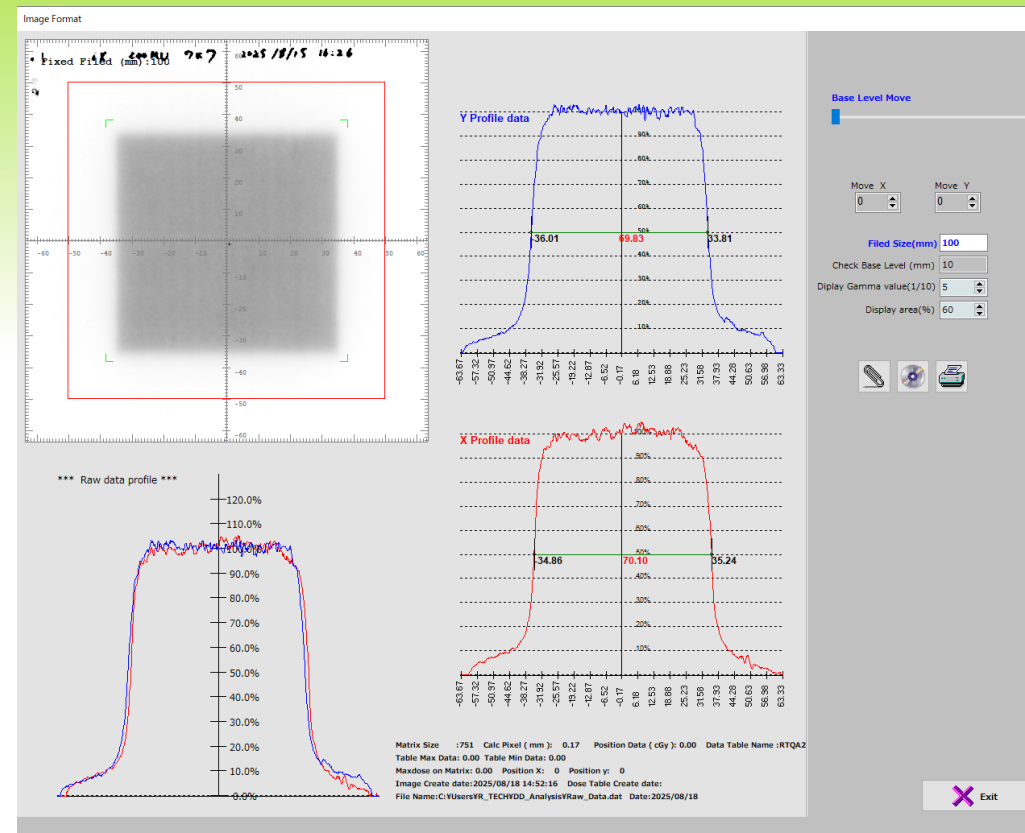
フィルムでの照射野計測

濃度半値幅



濃度半値幅は線量半値幅
より0.5~1mm広い

線量半値幅



ご清聴ありがとうございました