

iRecHS2

Quick Reference

AIST

Keiji Matsuda

DAC設定

DAC Setting

DA Converter: AIO000 [AO-1608L-LPE]

DAC out when failed: HOLD

Angle Center: +0 [deg]

Angle Range width: 120 [deg]

Max Pupil radius: 320 [pixel]

☐ Limit Output Voltage within +/-5volt

[H:AO_00, V:AO_01]
H V Angle: -60deg [-10V] <-> +60deg [+10V]
Resolution [deg/step]: 0.0018

[Pupil radius: AO_02]
0pixel [0V] <-> 320pixel [+10V]

[Blink ratio: AO_03]
0% [0V] <-> 100% [+5V]

OK

DA Converter: AIO000 [AO-1608L-LPE]

DAC out when failed: HOLD

HOLD

MAX

ZERO

MIN

HOLD

複数のDACがある場合はここで選択

瞳孔検出に失敗した場合、DACにどのような出力を行うか？

MAX…最大値(10V or 5 V)

ZERO…0volt

MIN…最小値 (-10V or -5V)

HOLD…直前の値を保持

電圧が 0 volt のとき何度か？

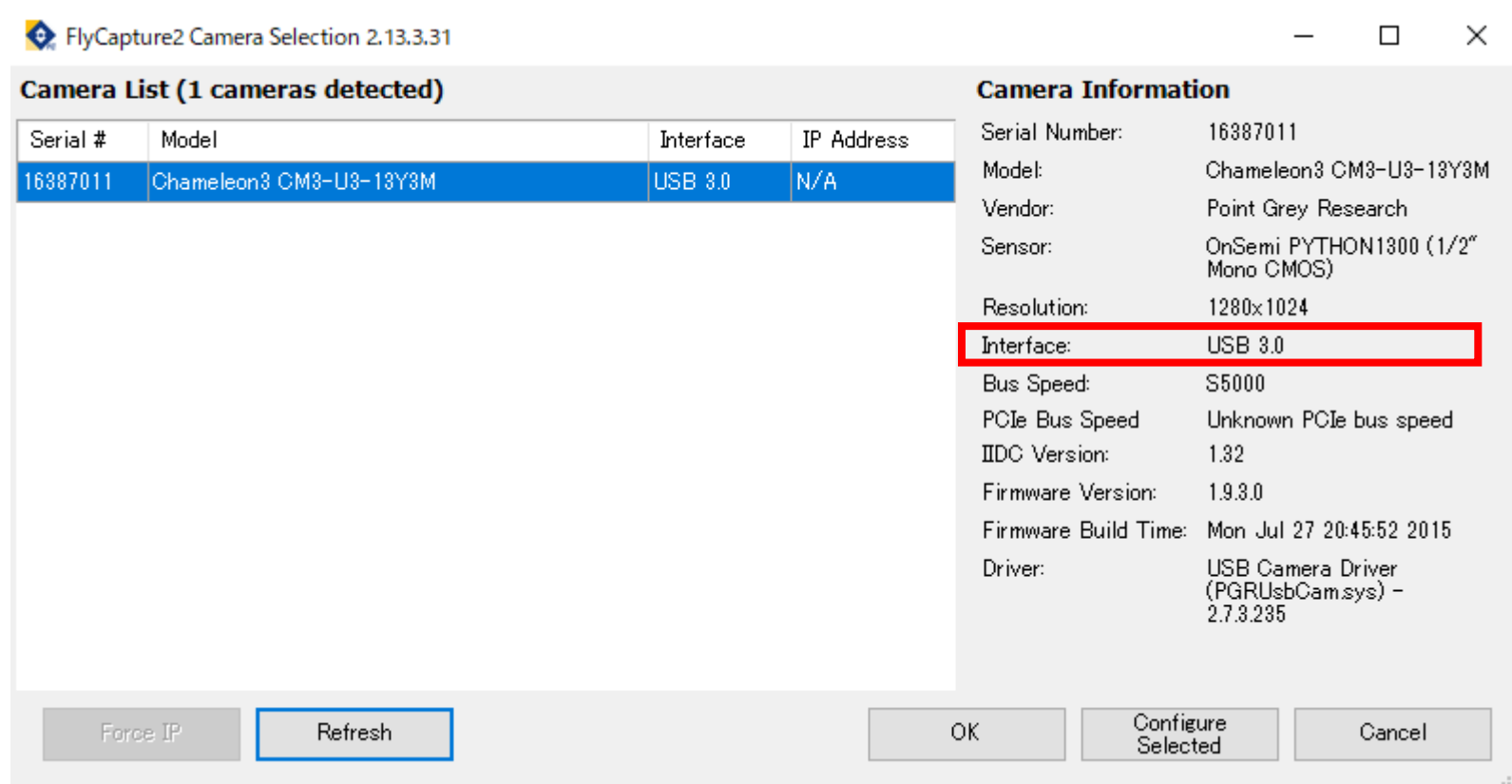
+10<->-10 (+5<->-5) volt を何度に割り振るか。

0<->+10 (0<->5)volt を瞳孔半径何pixel に割り当てるか。

出力電圧の振れ幅、+10<->-10 or +5<->-5 volt。
チェックなしが、+-10V。

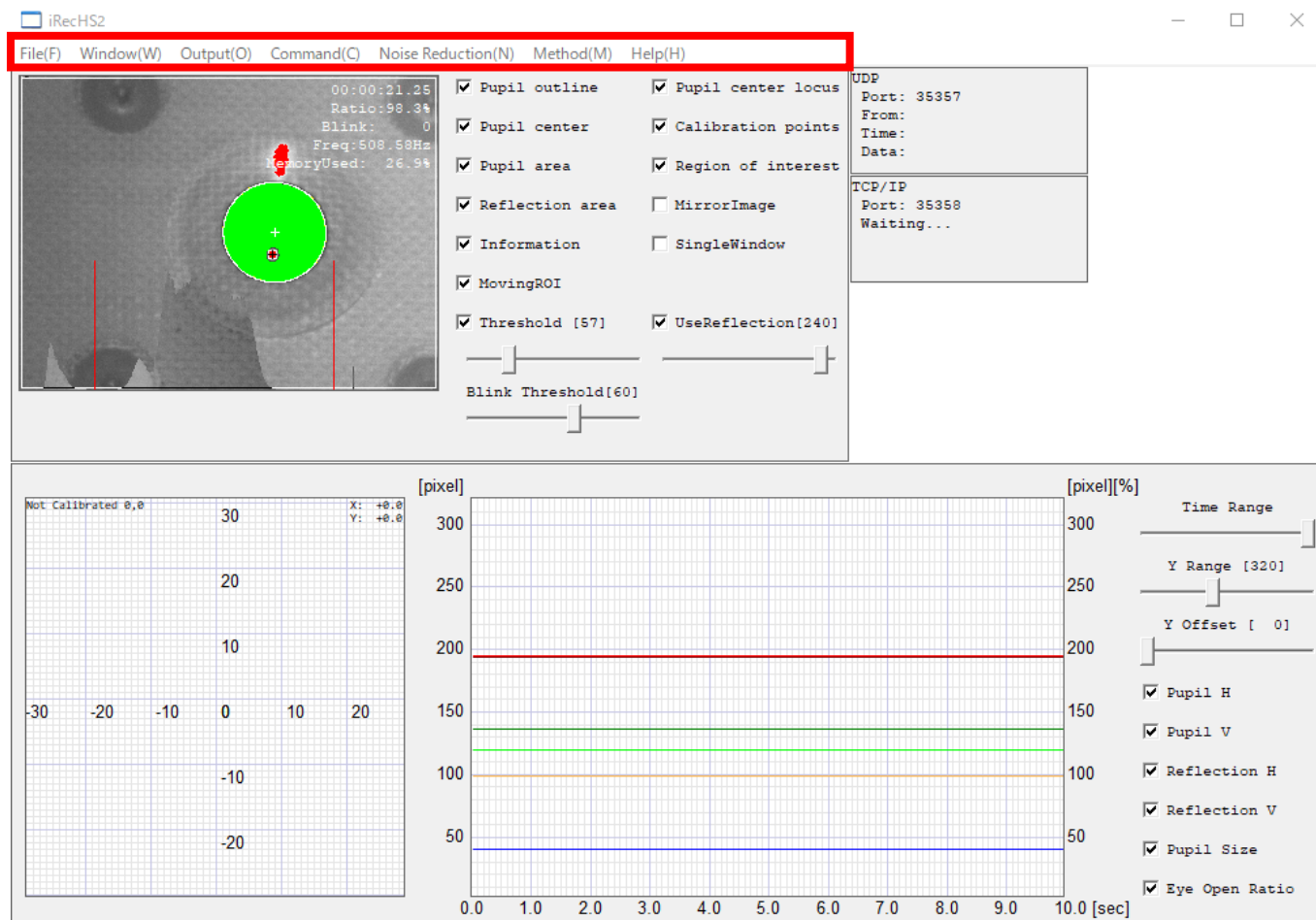
↓ 設定値のまとめ。DAの出力割り当ての表示。

カメラ選択画面

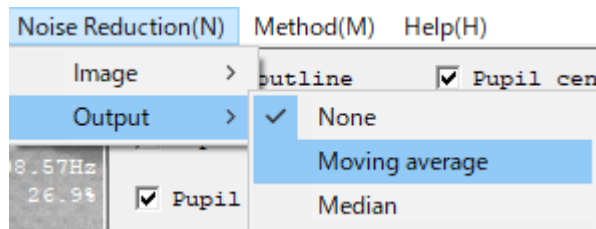
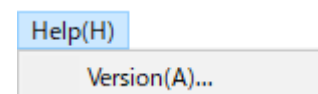
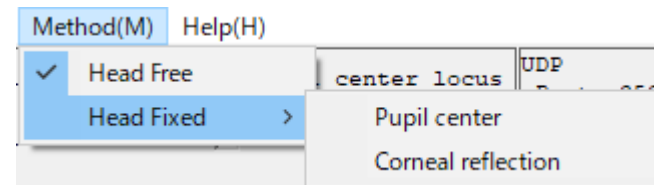
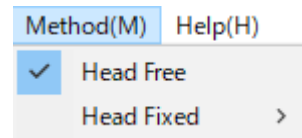
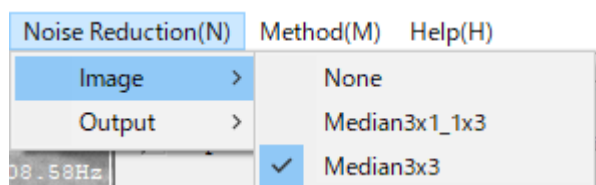
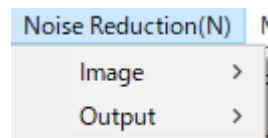
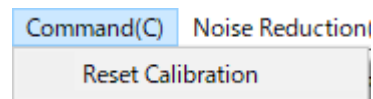
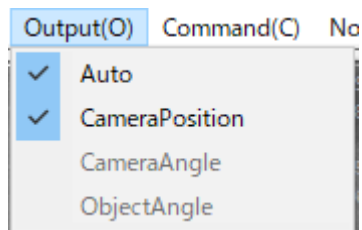
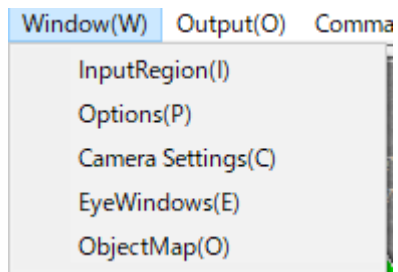
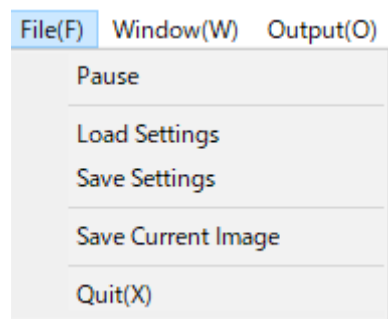


インターフェースが
USB3.0で接続されてい
ることを確認する。
USB2.0の場合、警告な
しで終了する。

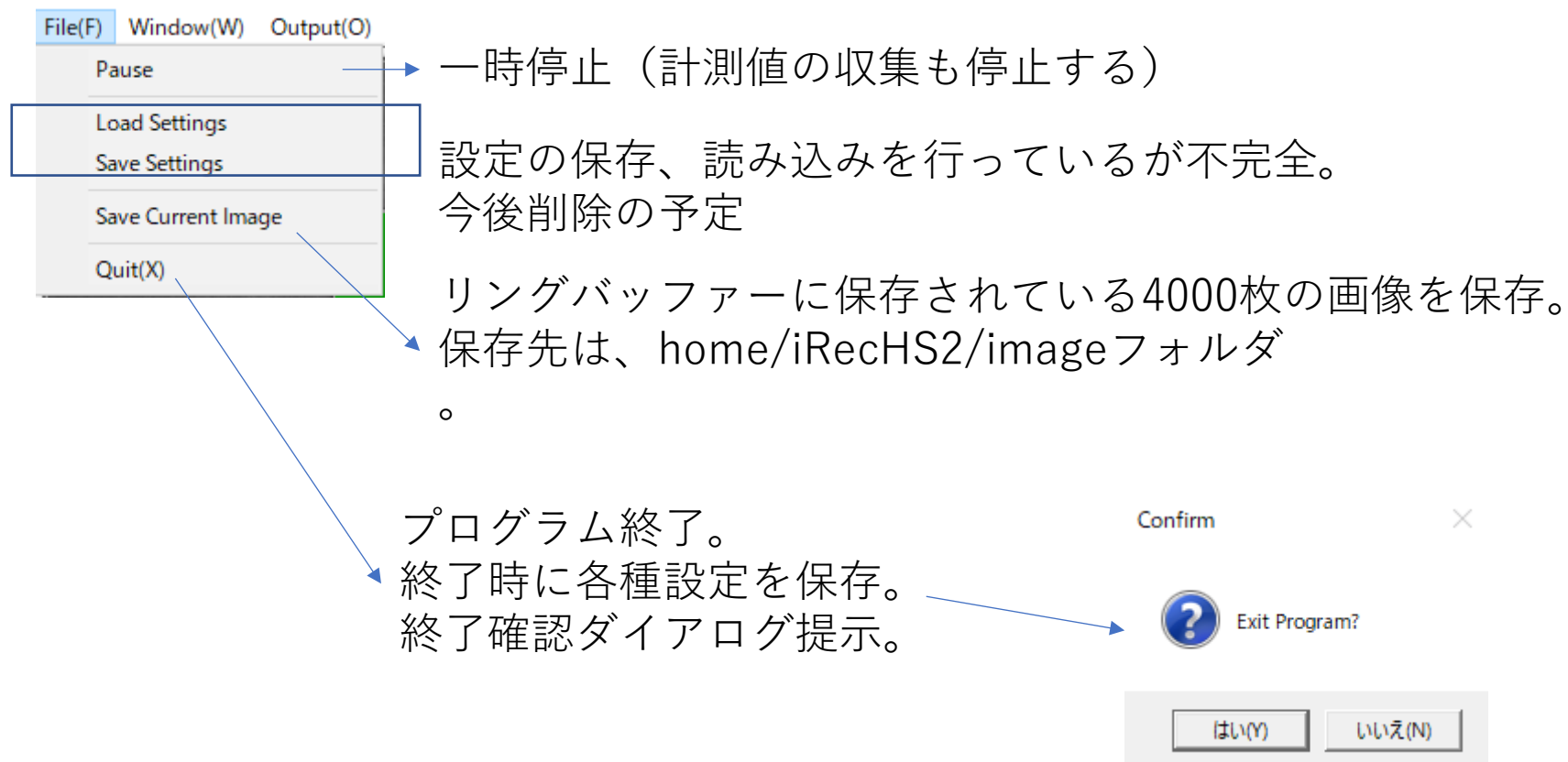
プログラムのメニュー



メニュー内容一覧



File



The image shows a software interface with a 'File' menu and a 'Confirm' dialog box. The 'File' menu is open, showing options: 'Pause', 'Load Settings', 'Save Settings', 'Save Current Image', and 'Quit(X)'. A blue box highlights 'Load Settings' and 'Save Settings'. A blue arrow points from 'Pause' to the text '一時停止（計測値の収集も停止する）'. Another blue arrow points from the 'Load Settings' and 'Save Settings' box to the text '設定の保存、読み込みを行っているが不完全。今後削除の予定'. A third blue arrow points from 'Save Current Image' to the text 'リングバッファに保存されている4000枚の画像を保存。保存先は、home/iRecHS2/imageフォルダ'.

一時停止（計測値の収集も停止する）

設定の保存、読み込みを行っているが不完全。
今後削除の予定

リングバッファに保存されている4000枚の画像を保存。
保存先は、home/iRecHS2/imageフォルダ

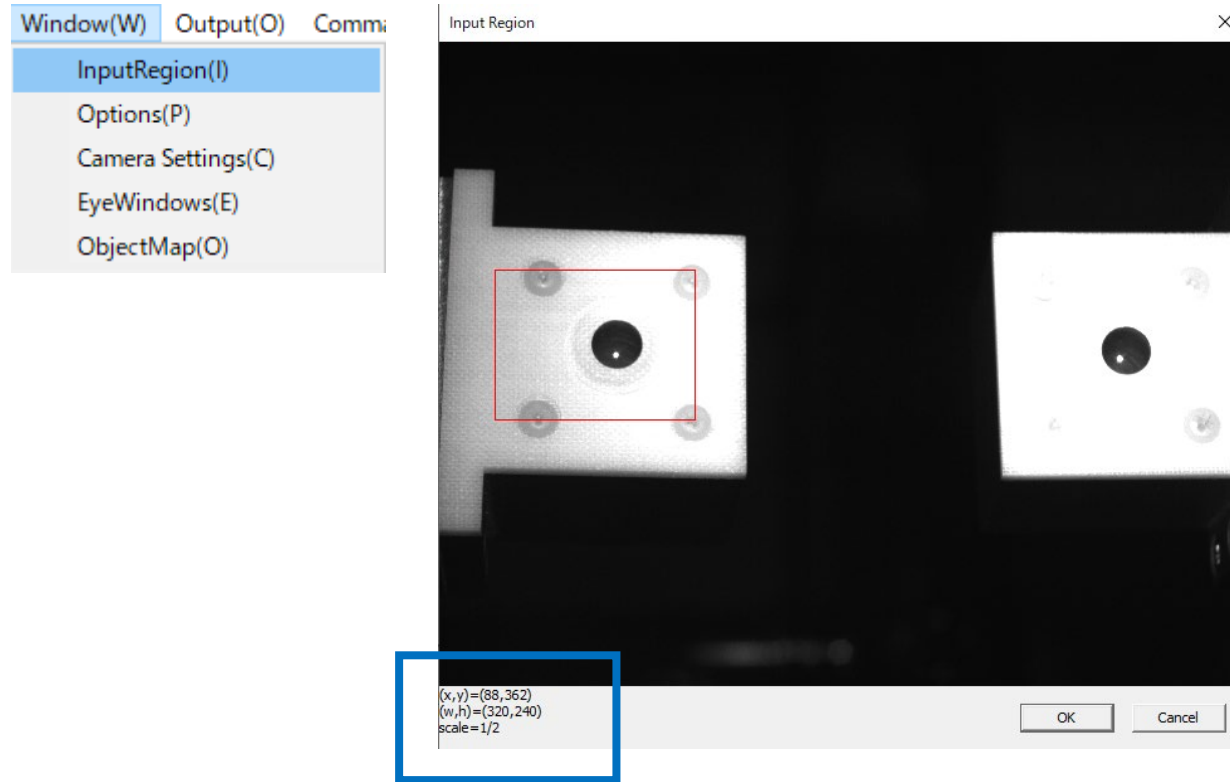
プログラム終了。
終了時に各種設定を保存。
終了確認ダイアログ提示。

Confirm

Exit Program?

はい(Y) いいえ(N)

Window - > InputRegion



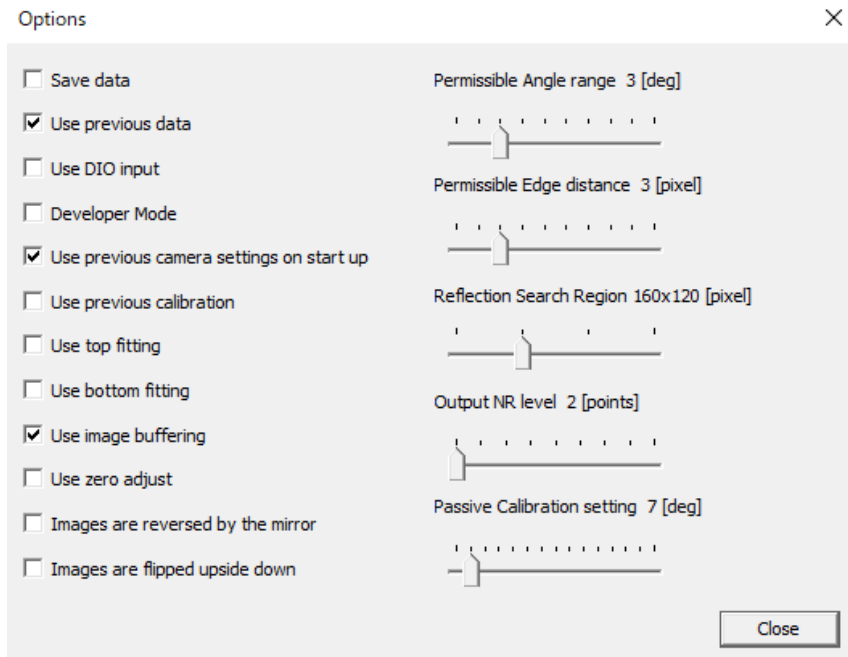
(x,y)赤枠左上座標、(w,h)赤枠サイズ、scaleは縮尺

Input Region Windowが出現。
赤枠をドラッグして、適切な場所を選択する。
赤枠の大きさは、Camera Settingsによって変更を行う。

カメラの最大入力画面を提示する。
サンプリング周波数は、最大表示を行うことのできる周波数に変更される。
画面に収まるように縮小して表示を行う。縮尺はscaleに提示。

ウィンドウが閉じた時点で元の大きさ・周波数に戻る。
ここでは、画像を切り出す位置の修正のみができる。
このウィンドウが出ている間は、データの収集は中断する。

Window->Options



Save data: 実験データを実験終了後保存するかどうか。保存先は、home/iRecHS2/DATA。

Use previous data: 画像処理を行う際に、1フレーム前のデータを参照するかどうか。常に参照してしまって問題ないので、チェックを入れてonにすること。

Use DIO input: イベント同期信号として、DIOのinputを記録するかどうか。

Developer Mode: Save dataを行う際に、より詳細なデータを記録する。出力にノイズフィルターをかけていない生のデータを利用したい時などに必要となる。

Use previous camera settings on start up: 前回のカメラの設定を利用するかどうか。利用しない場合は、それぞれのカメラのデフォルトの設定を利用する。

Use previous calibration: 前回の校正結果を利用するかどうか。人が変わった場合やカメラ、照明の位置が変わる場合は再校正が必要である。同じ被験者で休憩した場合などは、利用可。

Use top fitting: 瞳孔の上の部分の検出を行う。瞼で瞳孔の上が隠れる場合は、offにする用が良い結果になる。

Use bottom fitting: 瞳孔の下の部分の検出。

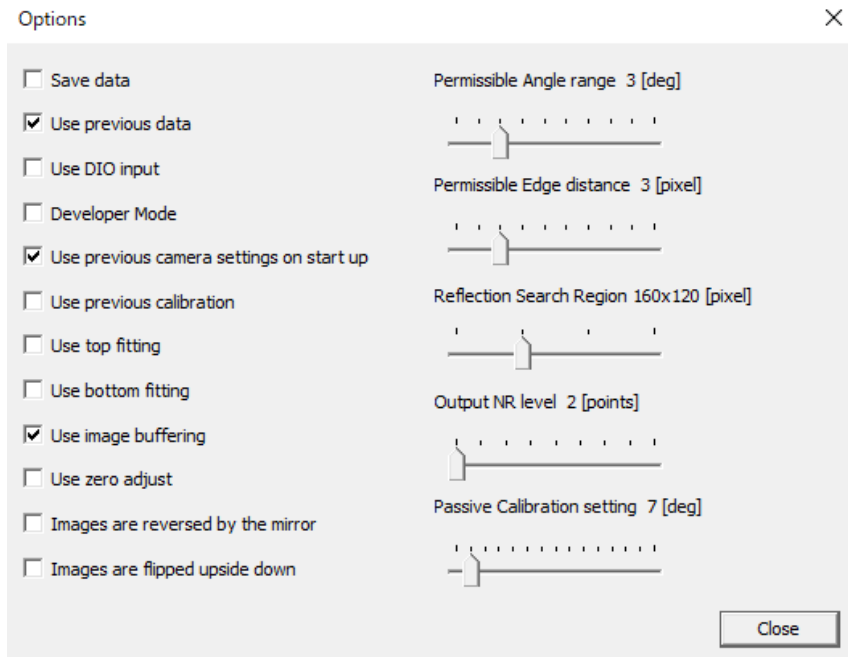
Use image buffering: カメラのバッファを利用するかどうか。処理落ちを避ける意味でも利用するのがよい。デフォルトでon。

Use zero adjust: 校正を行う際に、各視標に対する誤差が最小になるように計算を行うが、このチェックボックスをonにすると、正面（左右0度、上下0度）の誤差を最小にするように計算する。

Images are reversed by mirror: 赤外線のみを反射するhot mirrorなどを介してカメラに画像を入力している場合に、チェックする。1点、2点校正を行う際に利用する。3点以上の校正については、チェックのありなしにかかわらず、適切な校正が行われる。

Images are flipped upside down: カメラを上下反転させて設置している場合にチェックする。上記同様1点、2点校正を行う際に利用する。

Window->Options



Permissible Angle range: 瞳孔を楕円で近似する際に選択する瞳孔エッジの許容範囲を設定する。数値を小さくするほど許容量が少なくなり、より精度は高まるが、検出失敗が増加する。瞳孔検出がうまくゆかない場合は、数値を増加する。

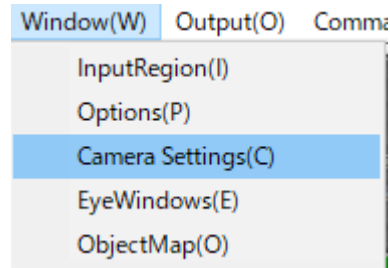
Permissible Edge distance: 上記で楕円近似を行った後、落穂ひろいを行う。落穂ひろいを行う際の楕円近似線からどのくらい離れている瞳孔縁を拾うかというパラメータ。上記と併せて調整を行う。

Reflection Search Region: 角膜反射光の探査範囲。160x120の場合は、検出した瞳孔中心から左右に ± 80 pixel、上下に ± 60 pixelの範囲の反射光を探す。あまり広くすると、別の反射光を拾う可能性がある。狭すぎると拾いそこなう。Use previous dataにチェックが入っている場合は、前のフレームの反射光の中心として、探査を行う。

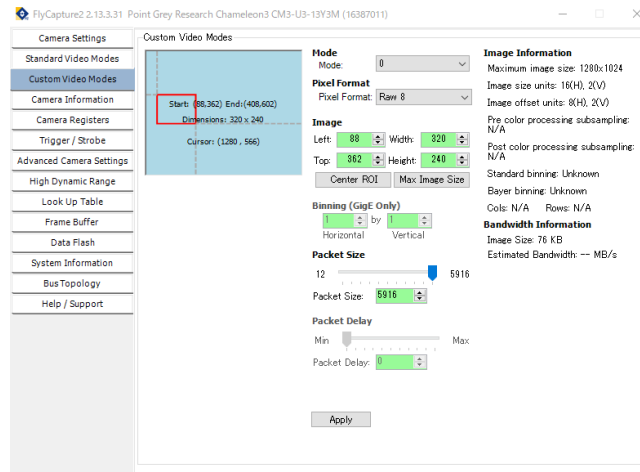
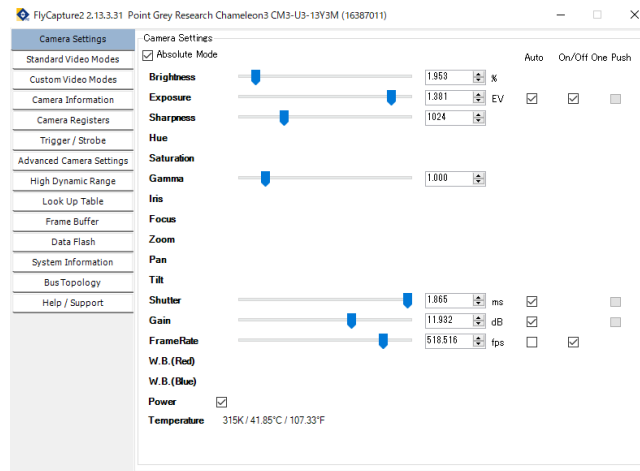
Output NR level: 過去何点を利用して移動平均または中央値フィルターを適用するか。フィルターを適用するか、提供するとしたらどのフィルターを利用するかはメニューバーで選択する。点が増えると時間遅れも増大する。中央値フィルターは、奇数点の必要がある。偶数点を指定した場合は、最大値が無視される。

Passive Calibration setting: カメラに向かって目を動かすだけで、瞳孔回転半径、瞳孔回転中心、角膜曲率中心、角膜曲率中心回転半径を算出する際に、どのくらい目が動いたら計算を行うか？というパラメータ。動きの標準偏差を指定する。値が大きくなるほどより広い範囲で目を動かさないと計算が完了しない。あまり小さすぎると適切な計算を行う前に数値が確定してしまう。模型だと7度くらいが適切なので、その値を既定値としている。

Window->Camera Settings



ID_CAMERACONTROL_SETTINGS

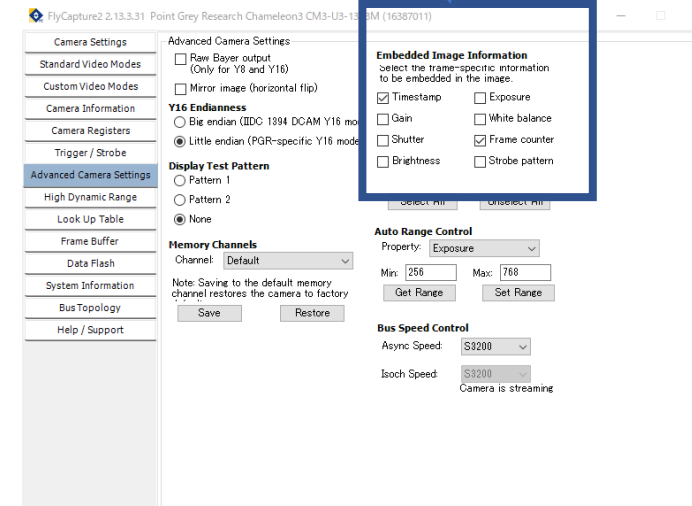


FlyCaptureの調整ダイアログを呼び出す。

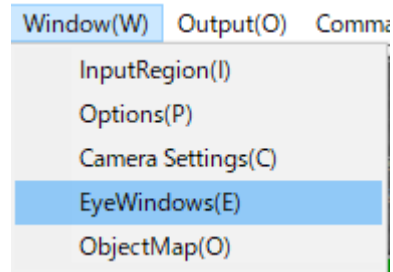
Camera Settingsで、サンプリング周波数の調整。
Custom Video Modesで取り込み画像の大きさの指定ができる。

様々なことができるが、ここで下手なところをいじると計測が中断してしまう恐れもある。

カメラの画像に、情報を添付し、その情報を利用している。
Advanced Camera Settingsで、Timestampと Frame counter
にチェックを入れているが、これを外されると困ったことになる。



Window - > EyeWindows



A screenshot of a dialog box titled 'Eye windows'. It contains a table with 14 rows, each representing a channel. The columns are 'No.', 'x [deg]', 'y [deg]', and 'radius [deg]'. Each cell in the table is empty. At the bottom of the dialog, there are 'OK' and 'Cancel' buttons.

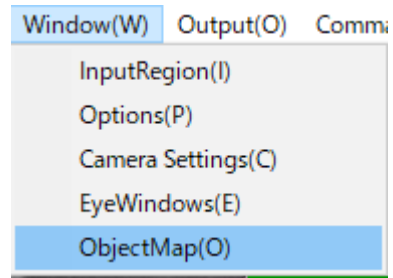
No.	x [deg]	y [deg]	radius [deg]
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			

OutputがCameraAngleまたはObjectAngleのときに、視線が設定した半径内の円に入っているときに、DIOのチャンネルから出力する。DIOは、4bitなので15個の出力が可能であるが、最後の一つは、瞬き検出に利用しているので、14通りとなる。設定場所が重なっている場合は、Noの大きいものが優先となり、上書きされる。

重なりを許容する場合は、No1(0001),No.2(0010),No.4(0100),No.8(1000)を利用する。ただし、すべてが重なった場合と瞬きの弁別はできない。

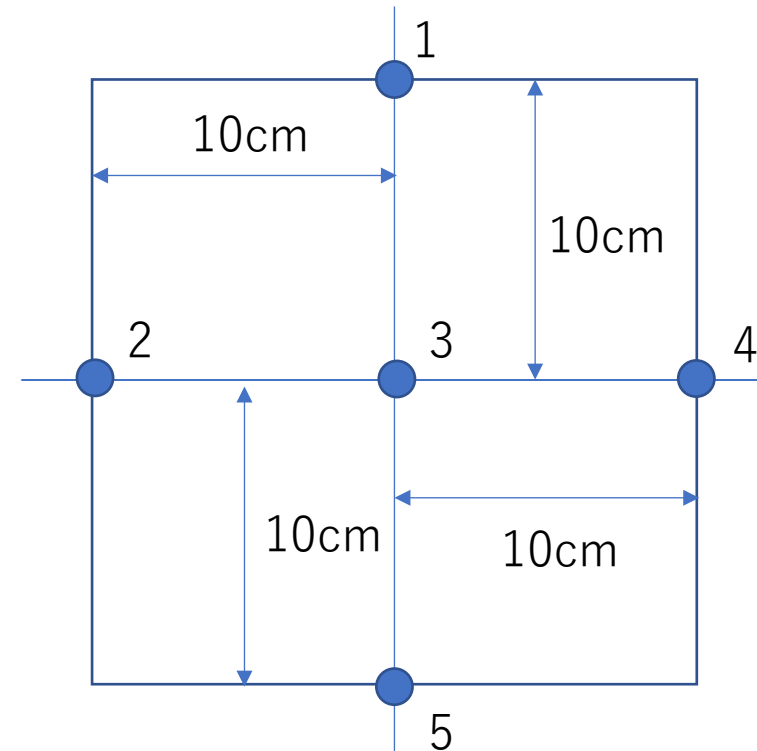
瞬き検出のON/OFFをどこかに設定したほうが良いかもしれない。もしくは、DIOによる瞬き検出は削除すべきか？

Window->ObjectMap



A screenshot of a dialog box titled 'Object Map'. It contains a table with 9 rows and 4 columns: 'No.', 'x position', 'y position', and 'z position'. The first five rows are pre-filled with numerical values, while the last four rows are empty. Below the table are 'OK' and 'Cancel' buttons.

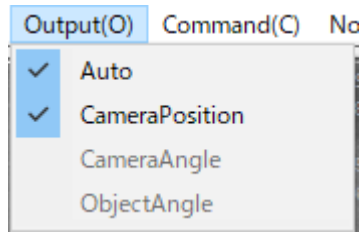
No.	x position	y position	z position
1	0.000000	10.000000	56.700000
2	-10.000000	0.000000	56.700000
3	0.000000	0.000000	56.700000
4	10.000000	0.000000	56.700000
5	0.000000	-10.000000	56.700000
6			
7			
8			
9			



Zポジションは、眼球と各視標までの距離

校正のための視標の位置を登録する。この順番で被験者に視標を注視してもらう。3次元座標を入力できるので、視標は必ずしも一つの平面に存在する必要はない。

Window->Output



Autoにチェックすると、校正の終了（下記パラメータの取得）とともに、CameraPosition->CameraAngle->ObjectAngleと自動的に切り替わってゆく。

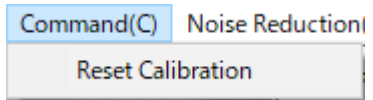
CameraPosition 校正終了前は、瞳孔の中心座標を出力する。

CameraAngle 頭部固定（瞳孔回転半径、瞳孔回転中心）、頭部非固定（角膜曲率回転半径、角膜曲率中心）カッコ内のパラメータが算出できた時点で選択することができる。カメラに対する視線の角度を出力するようになる。

ObjectAngle カメラ座標系から対象物座標系への変換が可能になった時点で選択することができる。視標に対する視線方向を角度で出力するようになる。カメラのx軸と対象物座標系のzx平面が平行である場合は、1点以上の校正によって座標変換が可能になる（鏡で反射している場合は、カメラの上下が逆転している場合は、Optionsで適切設定する事）。

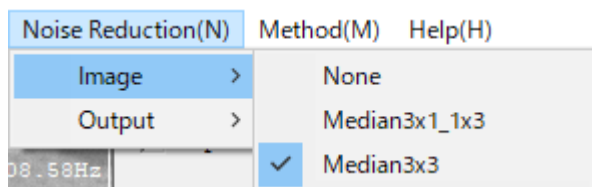
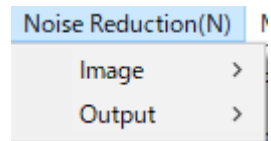
DAコンバータ経由で出力される値、ネットワーク経由で出力される値、およびSave dataで記録される出力値をここで切り替える。

Window->Command

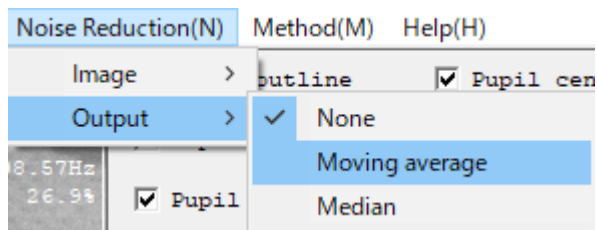


校正で得られた値を初期化する。校正に失敗した場合などに利用。

Window->Noise Reduction

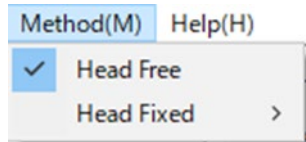


撮影した画像のエッジ検出を行い際に、エッジ部分に Median フィルターを適用する。処理にかかる計算量は、None->Median3x1_3x1->Median3x3の順に 大きくなる。CPUにかかる負担を考慮して、計算量の低い選択枝を用意したが、今日では、Median3x3 を利用して問題はないため、この設定が推奨である。今後は、これを既定値として、この選択枝がなくなる予定。

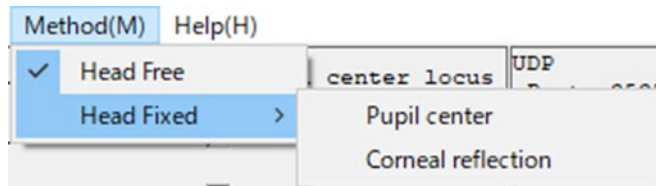


出力データのノイズを減らすために、過去の複数のデータを利用して、移動平均(Moving average)または、中央値 (Median) フィルターを適用する。利用するデータ数は、Optionsにて指定する。過去のデータを利用するため、遅延が発生することに留意する(サンプリング周波数が500Hzの場合、5フレーム分のデータを利用すると、 $2\text{ms} \times 5/2 = 5\text{ms}$ の遅れが追加される。500Hzの場合、計測の遅延が4msあるので、トータル9msの遅れとなる。

Window->Method



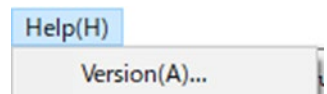
瞳孔中心、角膜曲率中心、角膜曲率中心-瞳孔中心回転半径を利用して、視線を計算する。頭部の動きを許容する。ただし、カメラから奥行き方向に動いてしまうとピントがずれてしまうなどの不具合が起きる。顎台の利用は必須。カメラに瞳孔、角膜反射が映る範囲で、頭部の動きを許容する。



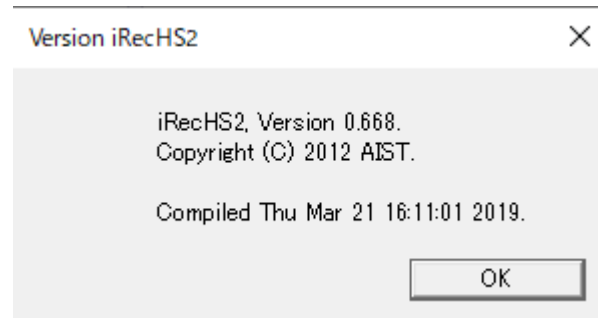
Pupil center: 瞳孔中心と眼球回転中心から視線を計算する。頭部が動くと眼球回転中心が移動してしまい、正しく視線を求めることができない。頭部を確実に固定できる実験動物が対象。人に用いる場合は、バイトバーを噛んでもらい上顎で固定するなどの対策が必要となる。角膜反射光を用いないため、計測できる範囲が広い。

Corneal reflection: 角膜反射光から求めらる角膜曲率中心と眼球回転中心から視線を計算する。上記同様頭部を確実に固定する必要がある。瞳孔中心比べ、反射光位置は安定して求めることができるため、ノイズの少ないデータを取得できる。瞳孔の大きさの変動による影響を受けないというメリットがある。デメリットとしては、角膜上から反射点が外れてしまうと計算誤差が増大するため、瞳孔検出に比較し、計測できる視線の範囲が狭い。反射光を取得する際に、瞳孔の中心から最も近いものを取得するアルゴリズムを用いているため、瞳孔の検出ができない場合は、角膜反射光も取得できない。

Window->Help

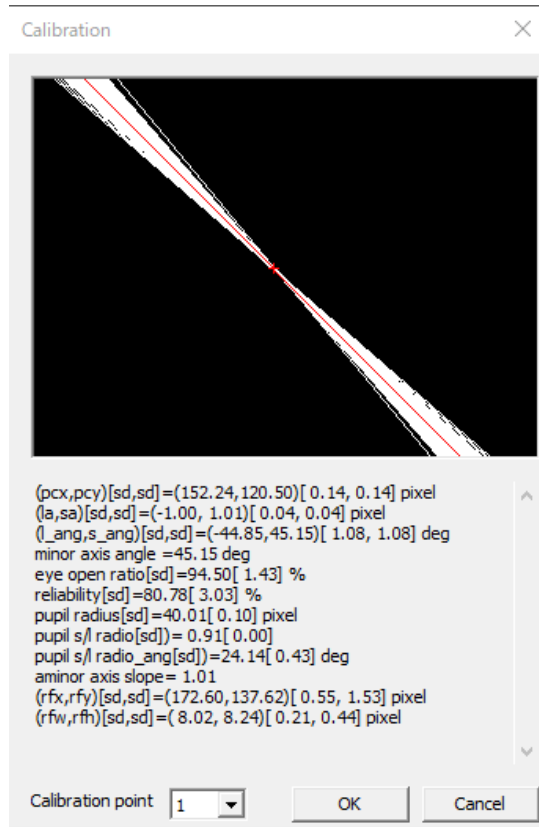


IDM_ABOUT



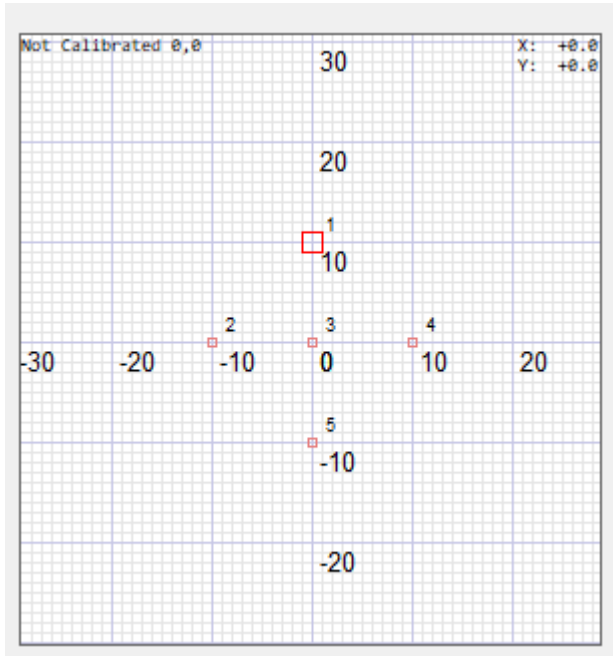
iRecHS2.cppのタイムスタンプが表示される。

校正について



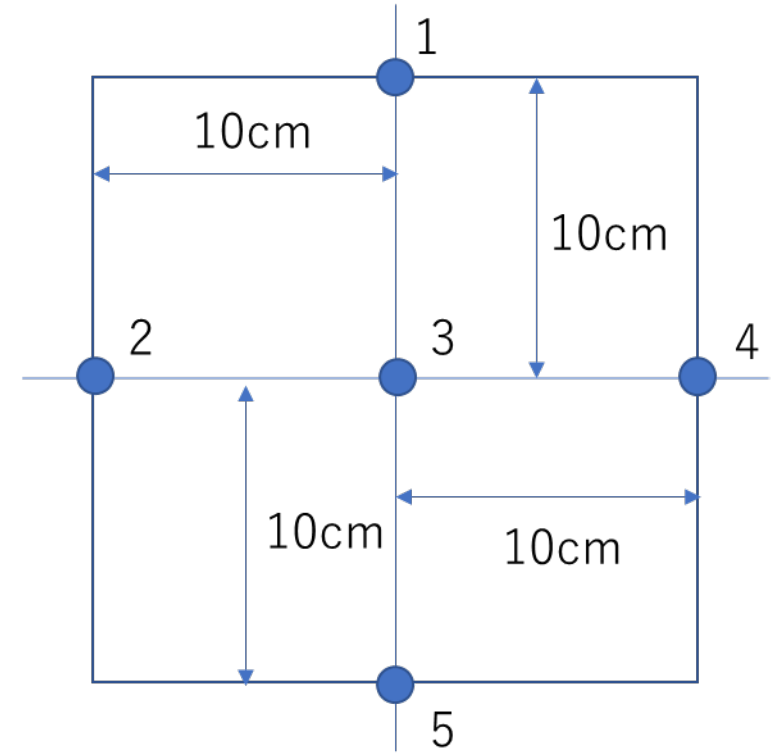
操作マニュアルにあるように、クリックまたはスペースキーまたはエンターキーにより注視位置を選択する。
選択した際に、次のようなダイアログが提示されるが、過剰なデータであり、わかりやすく整理する必要がある。

XYGraph



Object Map			
No.	x position	y position	z position
1	0.000000	10.000000	56.700000
2	-10.000000	0.000000	56.700000
3	0.000000	0.000000	56.700000
4	10.000000	0.000000	56.700000
5	0.000000	-10.000000	56.700000
6			
7			
8			
9			

OK Cancel

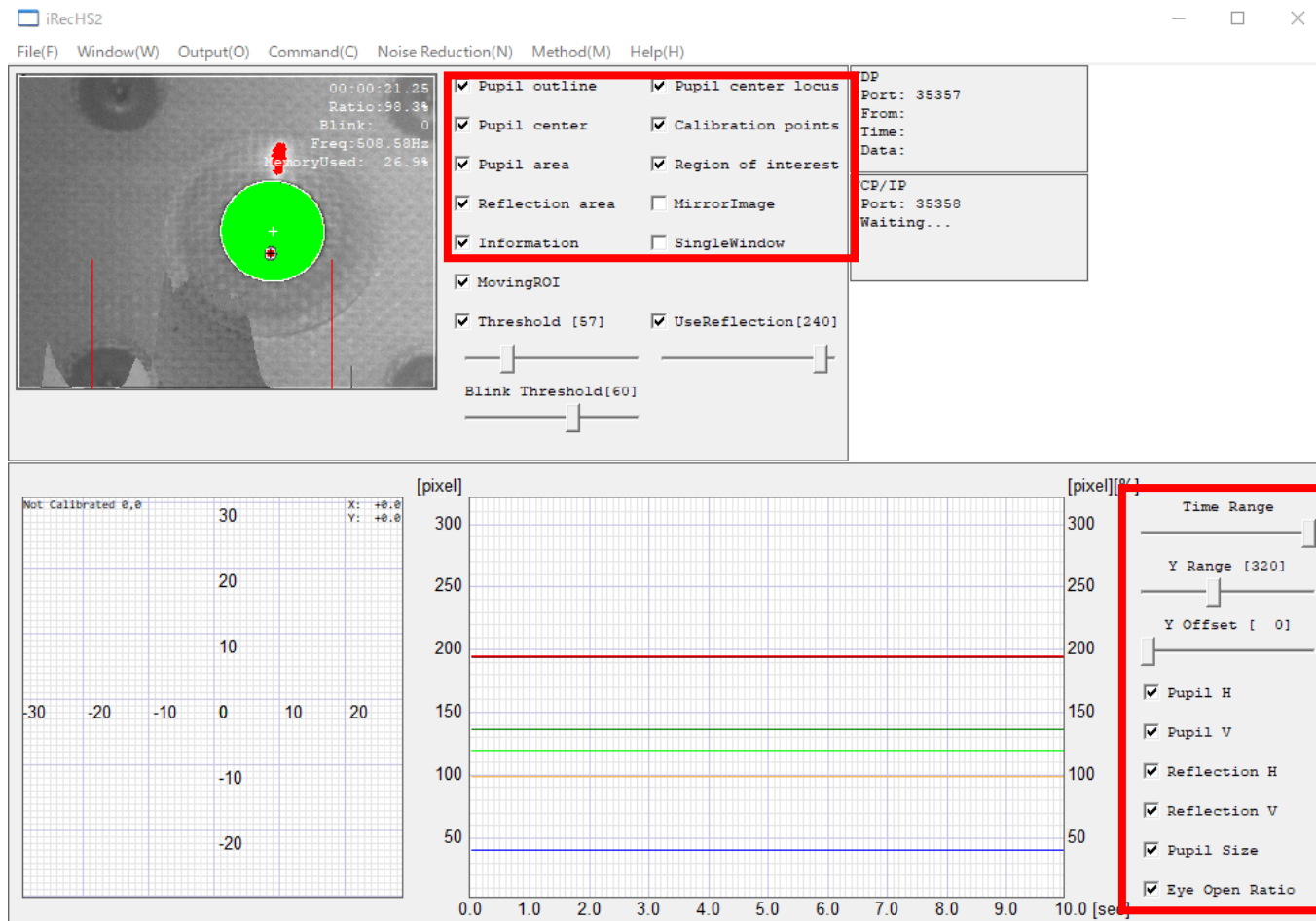


ObjectMapに校正点を登録すると、XYGraphにその地点が示される。単位は度（degree）。

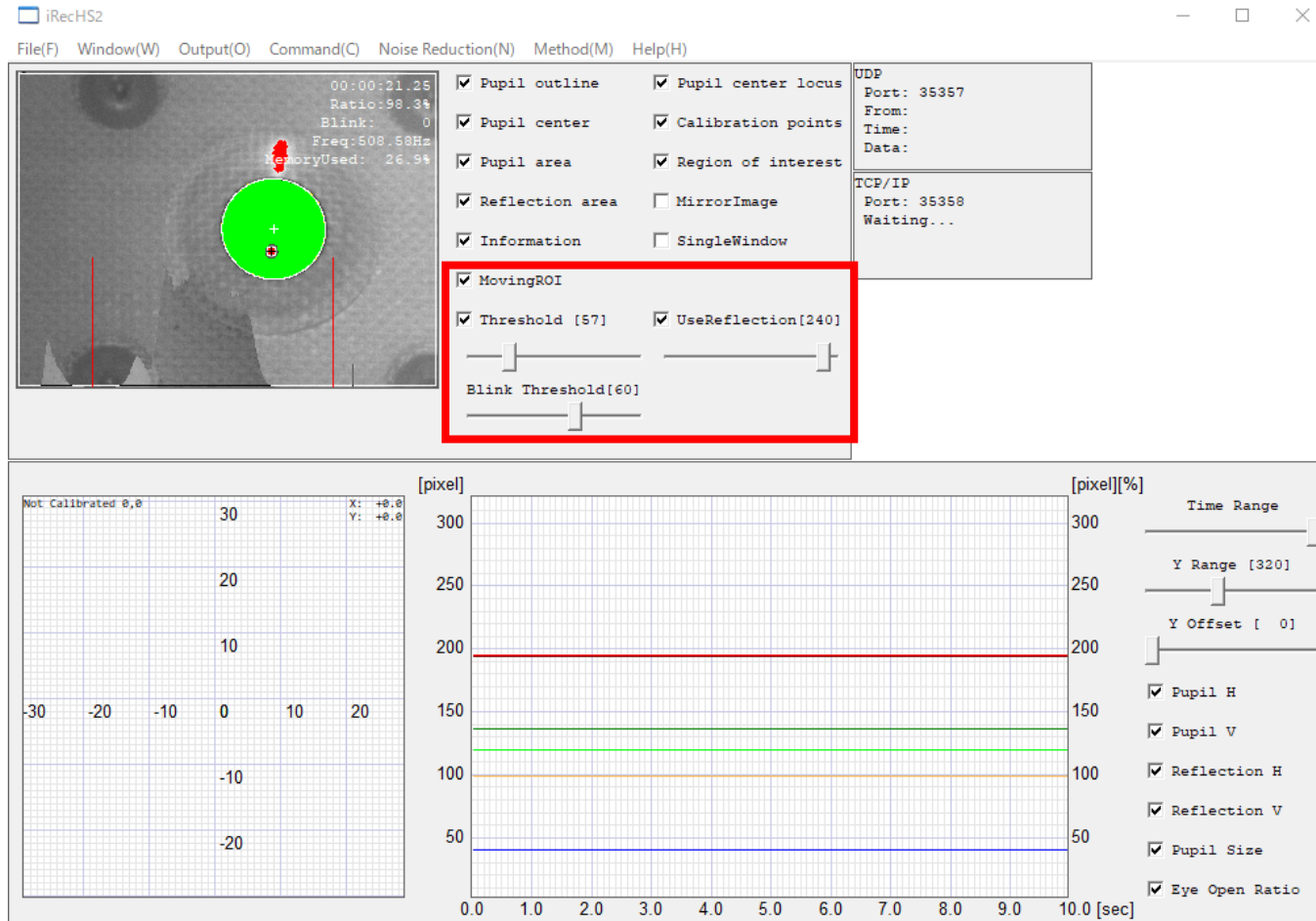
1番は、 $(x=\text{atan}(0/56.7), y=\text{atan}(10/56.7))$ を計算したもの。このグラフは、マウスのスクロール（または右ドラッグ）で拡大縮小ができ、左ボタンのドラッグによってグラフの位置を動かすことができる。次の校正対象の視標が赤く大きい四角で提示される。

直近の5000フレーム（500Hzの場合過去10秒）のデータから座標変換行列以外のパラメータ（眼球回転中心、瞳孔回転半径、反射光—角膜曲率オフセット、角膜曲率—瞳孔中心回転半径）を算出する。上の方に小さい字でステータス表示を行っている。

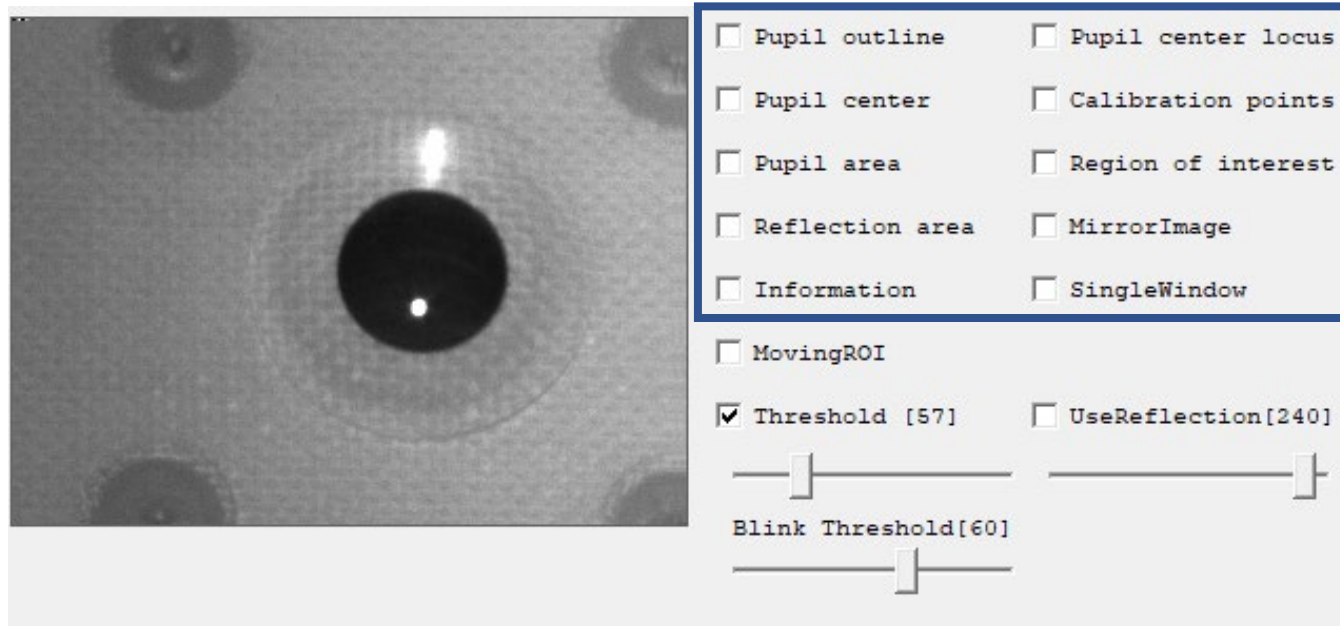
計測にかかわらず、表示のみを変える



計測にかかわるパラメータ

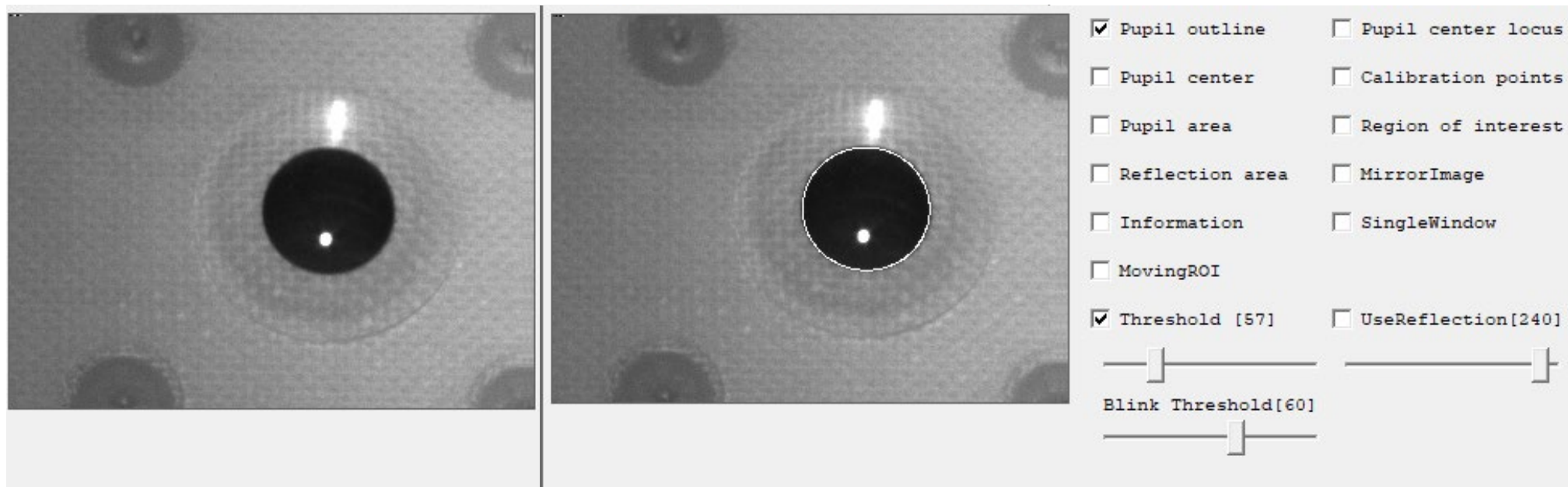


表示変更チェックボックス



計測に影響を及ぼさない。

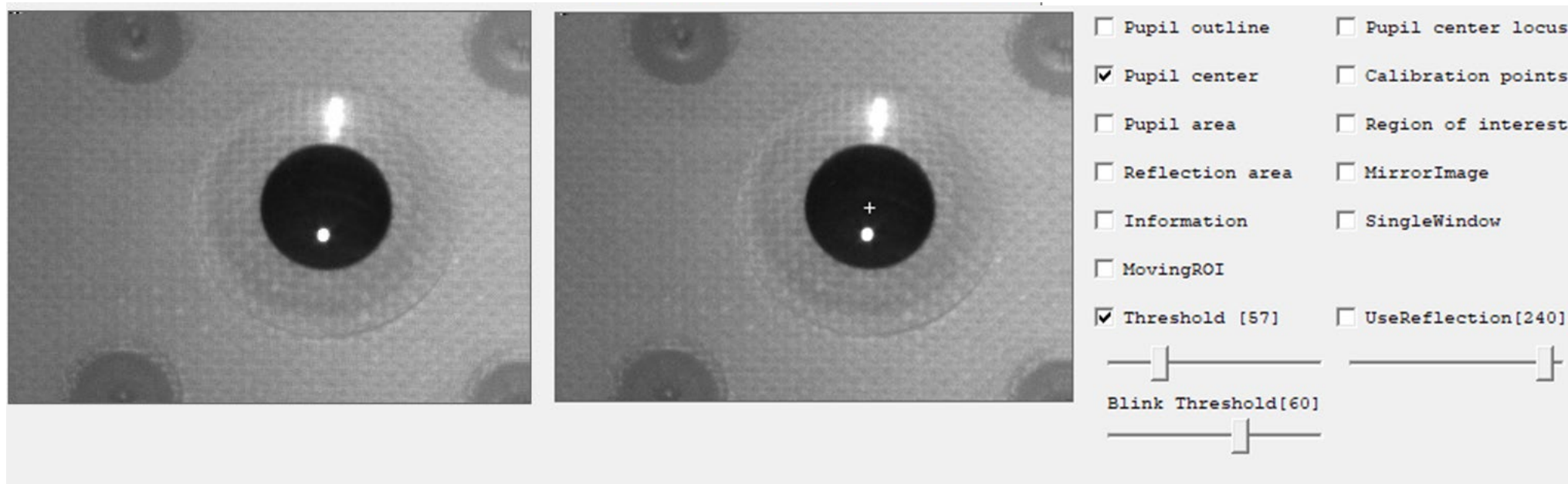
瞳孔輪郭表示 Pupil outline



off

on

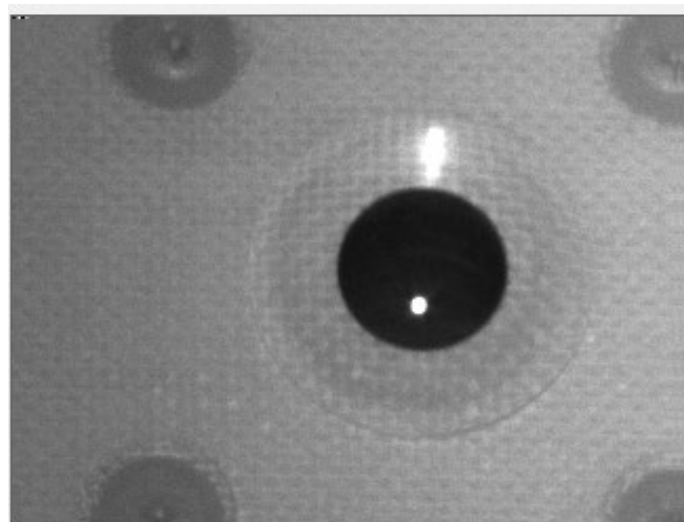
瞳孔中心表示 Pupil center



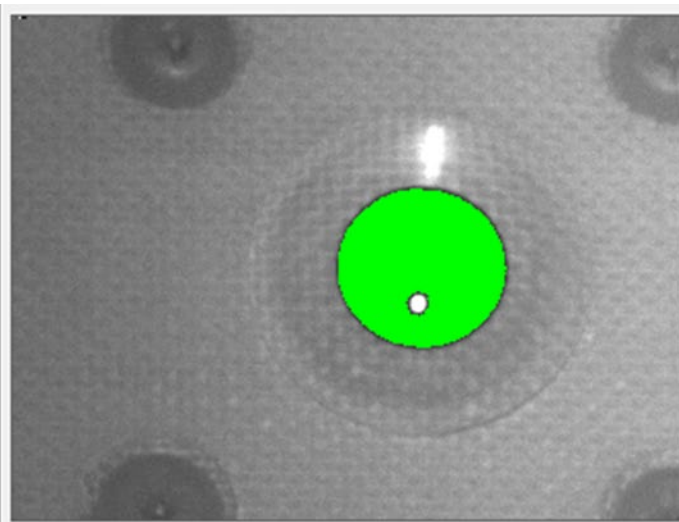
off

on

閾値以下表示 Pupil area



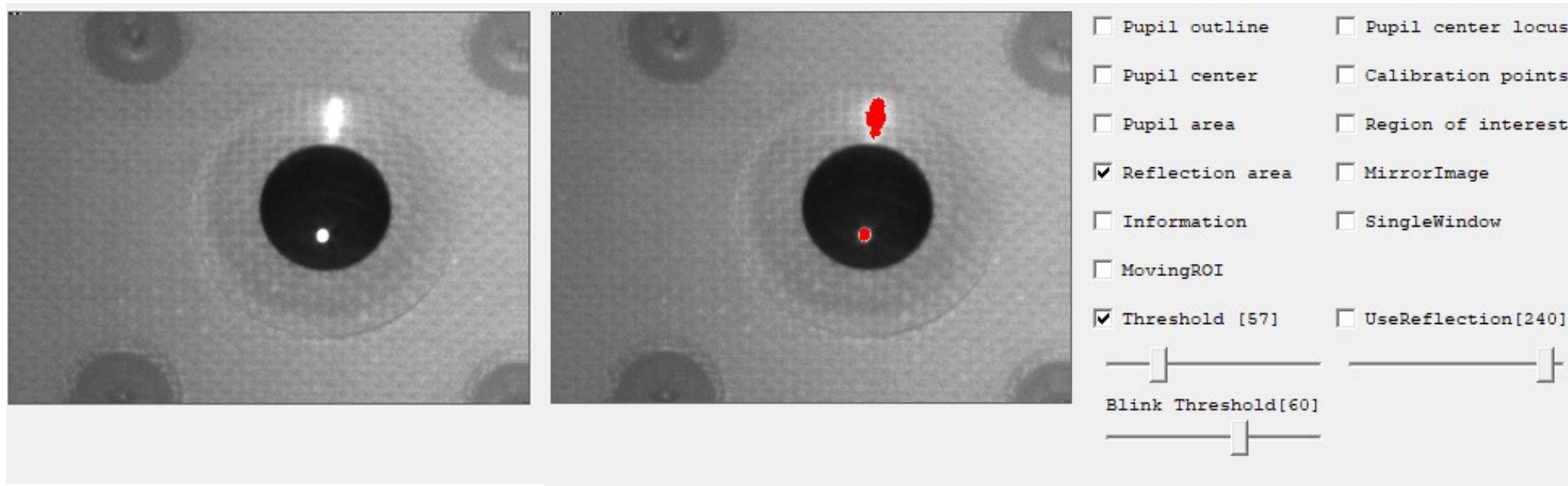
off



on

☐ Pupil outline	☐ Pupil center locus
☐ Pupil center	☐ Calibration points
☒ Pupil area	☐ Region of interest
☐ Reflection area	☐ MirrorImage
☐ Information	☐ SingleWindow
☐ MovingROI	
☒ Threshold [57]	☐ UseReflection[240]
	
Blink Threshold[60]	
	

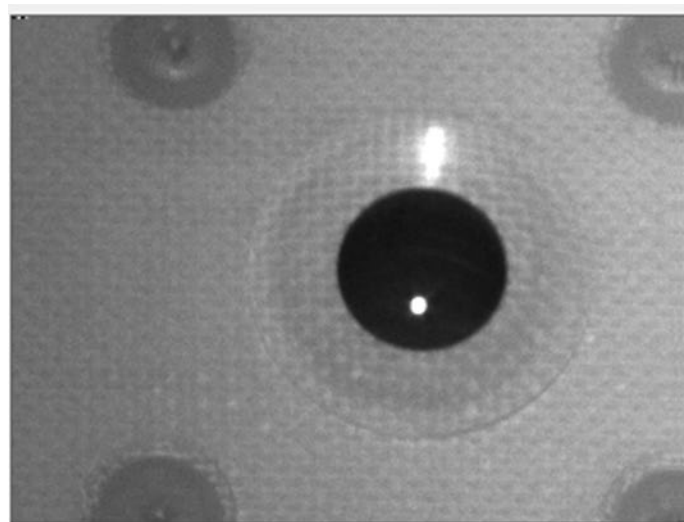
反射点閾値以上表示 Reflection area



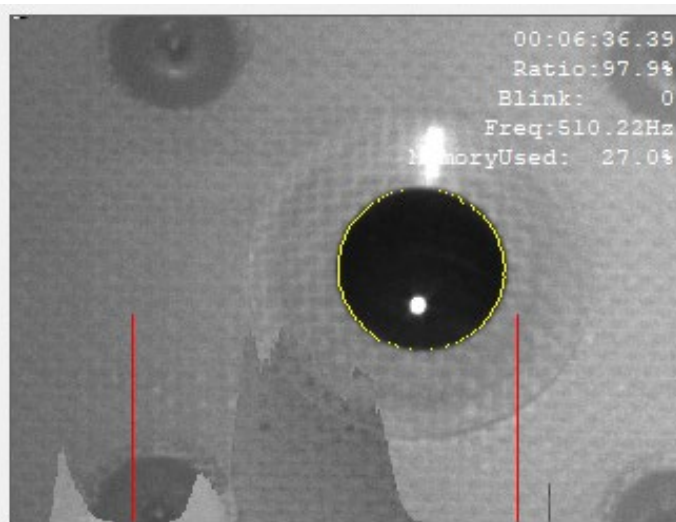
off

on

情報、輝度ヒストグラム、検出エッジ Information



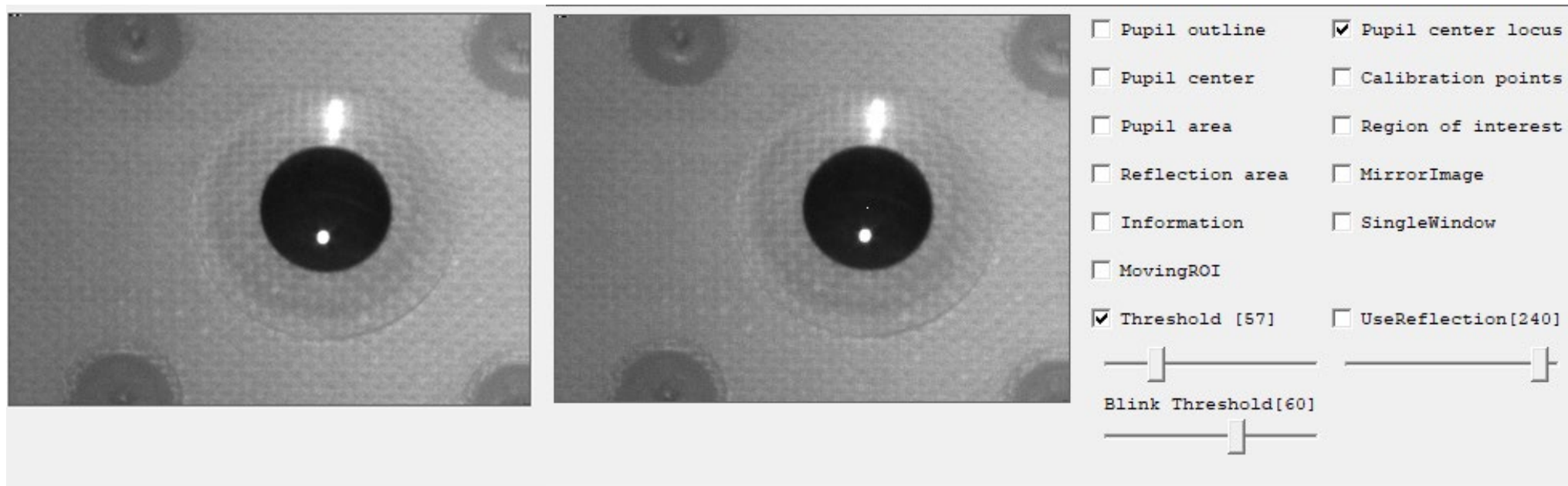
off



on

☐ Pupil outline	☐ Pupil center locus
☐ Pupil center	☐ Calibration points
☐ Pupil area	☐ Region of interest
☐ Reflection area	☐ MirrorImage
☒ Information	☐ SingleWindow
☐ MovingROI	
☒ Threshold [57]	☐ UseReflection[240]
☐ Blink Threshold[60]	

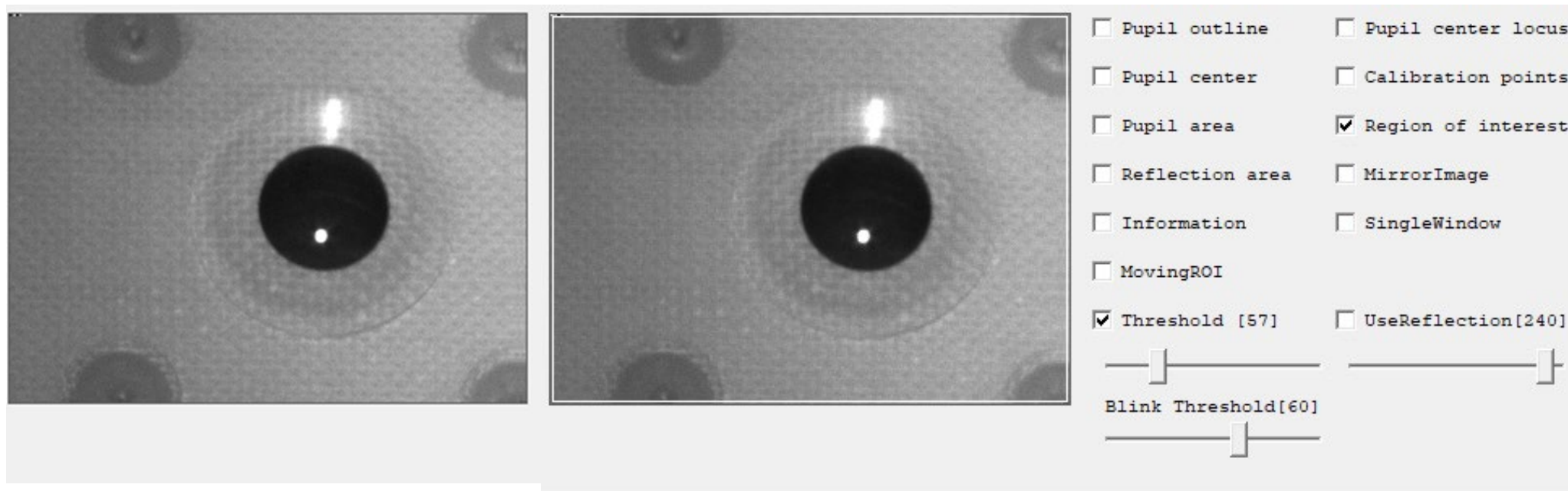
瞳孔中心軌跡



off

on

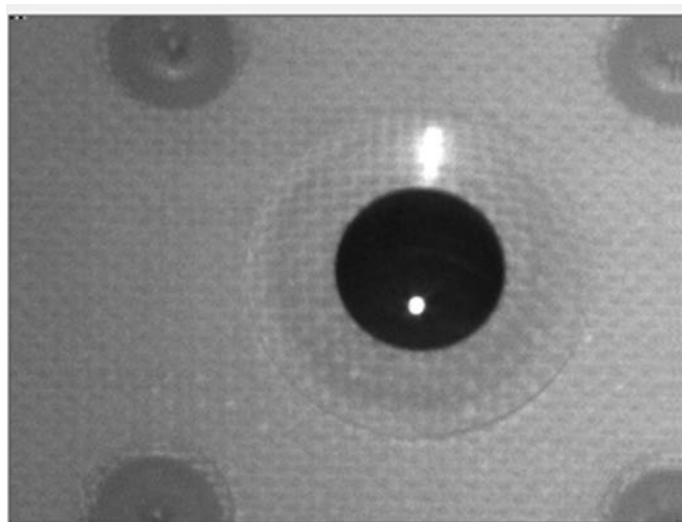
計測領域表示（左ドラッグで変更）



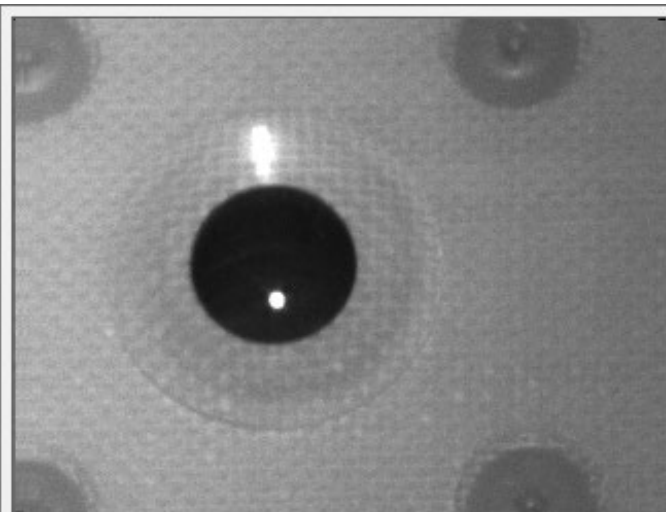
off

on

鏡像表示



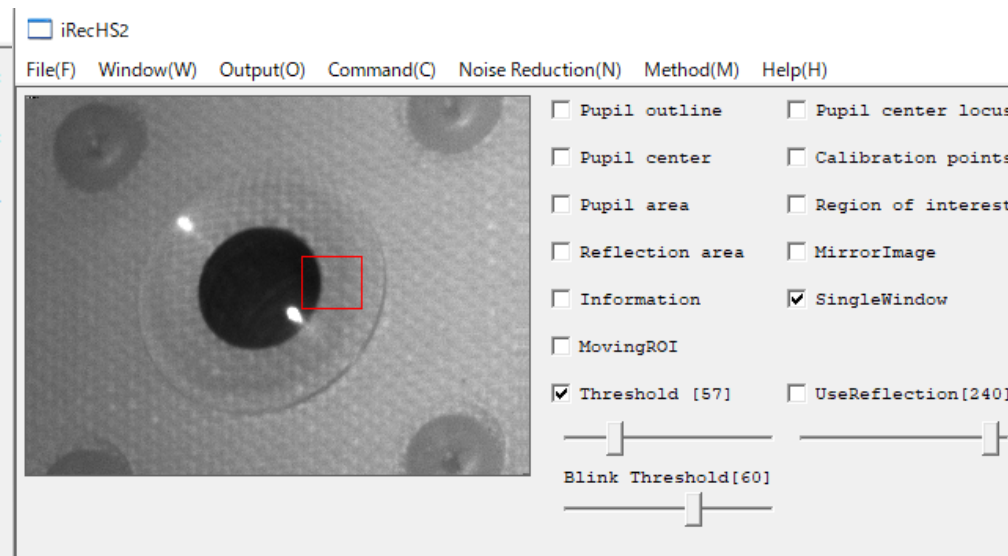
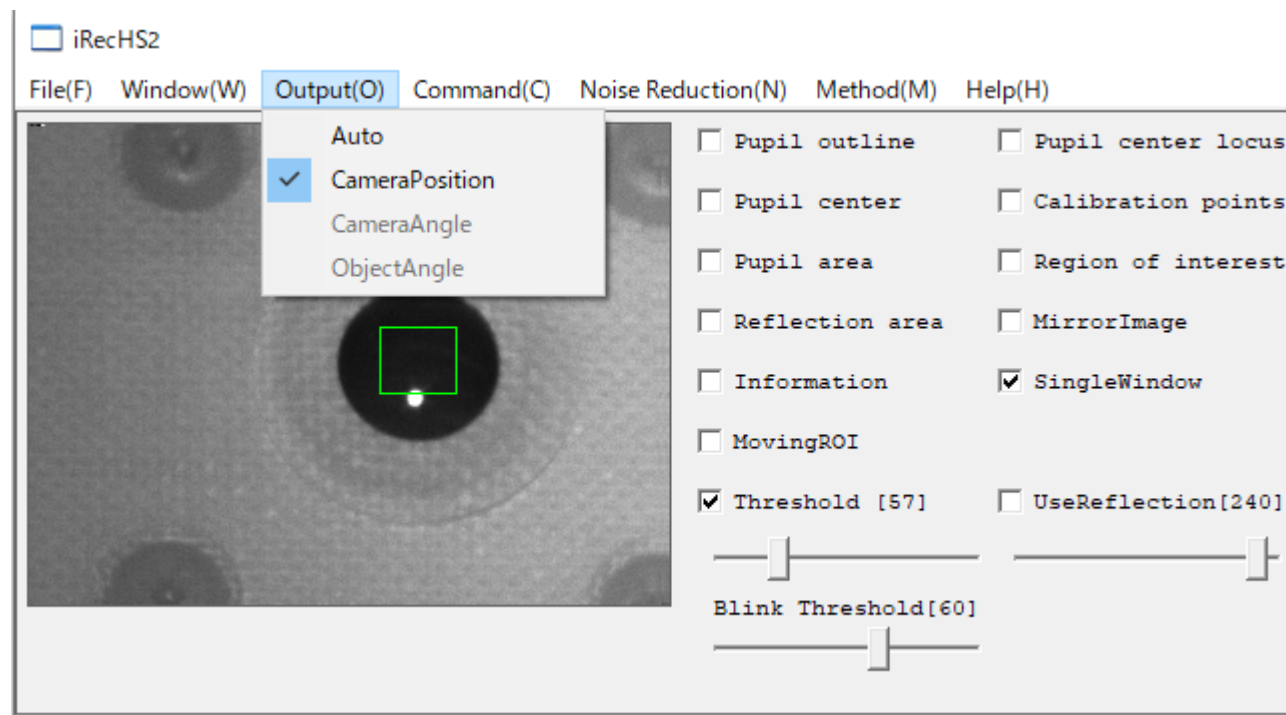
off



on

☐ Pupil outline	☐ Pupil center locus
☐ Pupil center	☐ Calibration points
☐ Pupil area	☐ Region of interest
☐ Reflection area	☒ MirrorImage
☐ Information	☐ SingleWindow
☐ MovingROI	
☒ Threshold [57]	☐ UseReflection[240]
Blink Threshold[60]	

単ウィンドウスイッチ (右ドラッグで設定)



CameraPosition モードのときのみ利用可能。ウィンドウに瞳孔中心が入るとDIO-0chがOnになる。
画面表示としては、ON->緑、OFF->赤