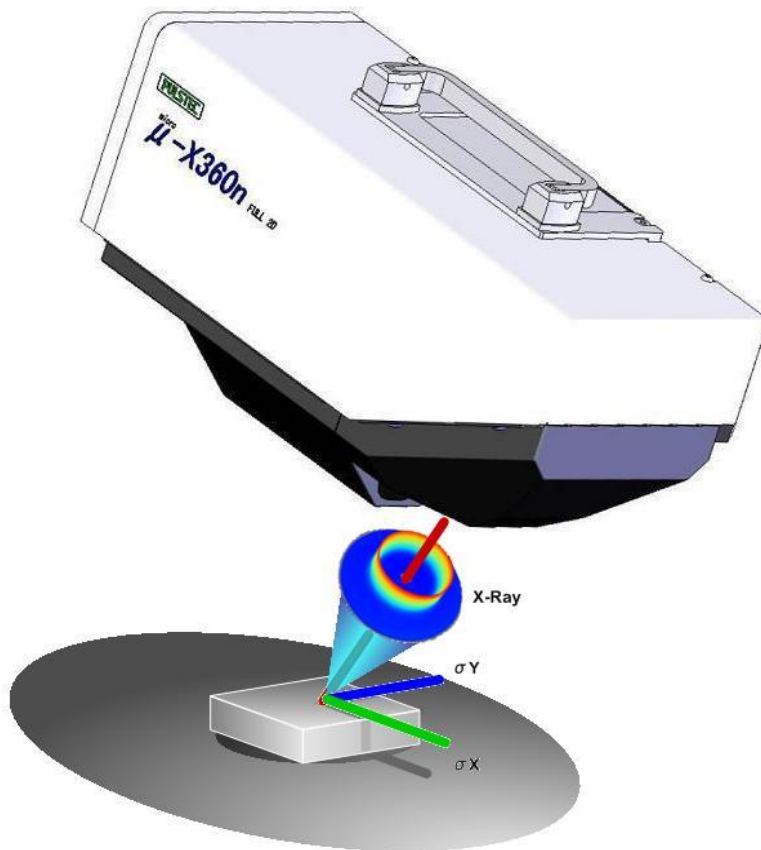


株式会社関プレス 御中

# サンプル計測報告書

この度は、残留応力評価装置  $\mu$ -X360 サンプル計測のご依頼いただきありがとうございます。  
 サンプルの計測結果をご報告いたします。



※画像はイメージです。 実際の装置・計測状態とは異なります。

承認	照査	照査	照査	作成
				袴田
				2014.6.26

パルステック工業株式会社

**PULSTEC**  
 Create New Value

## 1. ご依頼内容

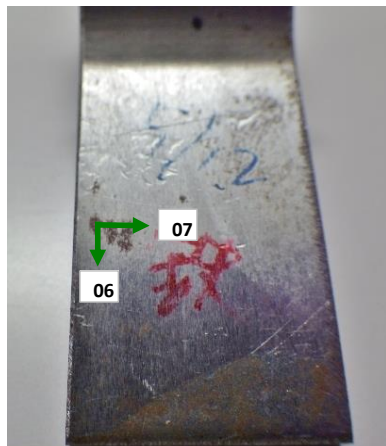
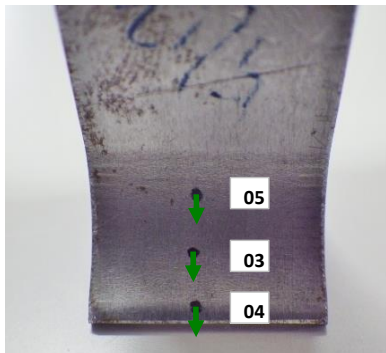
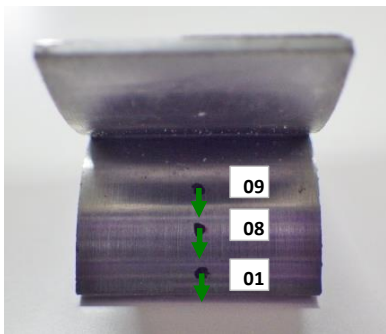
	1	2
計測対象物	割裂(わりさき)プレス加工品	割裂(わりさき)プレス加工品
材質	フェライト	銅
種類/記号		
表面処理		
形状	板	板
サンプル数	1	1
ポイント数	各7	各7
備考欄		

## 2. 計測設定条件

	1	2		
計測日	2014/6/25	2014/6/26		
装置タイプ	Narrow	Narrow		
計算方式	cos $\alpha$ 法	cos $\alpha$ 法		
X線管電圧	30kV	30kV		
X線管電流	1.0mA	1.0mA		
露光時間	30秒	60秒		
コリメータ径	$\phi$ 1.0mm	$\phi$ 1.0mm		
照射径	約 $\phi$ 2.0mm	約 $\phi$ 2.0mm		
ピーク位置決定法	ローレンツ近似法	ローレンツ近似法		
入射角	単一入射法 $\psi = 35$ 度	単一入射法 $\psi = 35$ 度		
X線管球	ターゲット Cr	ターゲット V		
被測定材料	$\alpha$ Fe(211)	Cu(220)		
使用波長	K $\alpha$	K $\alpha$		
回折角(2 $\theta$ )	156.396 deg	156.972 deg		
回折格子角(2 $\eta$ )	23.604 deg	23.028 deg		
回折面	2.1.1	2.2.0		
格子定数(a)	2.8664 Å	3.6150 Å		
格子定数(c)	---	---		
格子面間隔(d)	1.170 Å	1.278 Å		
結晶構造	体心立方格子	面心立方格子		
X線の弾性応力定数	設定ヤング率	224.000GPa	設定ヤング率	129.800 Gpa
	設定ポアソン比	0.280	設定ポアソン比	0.343

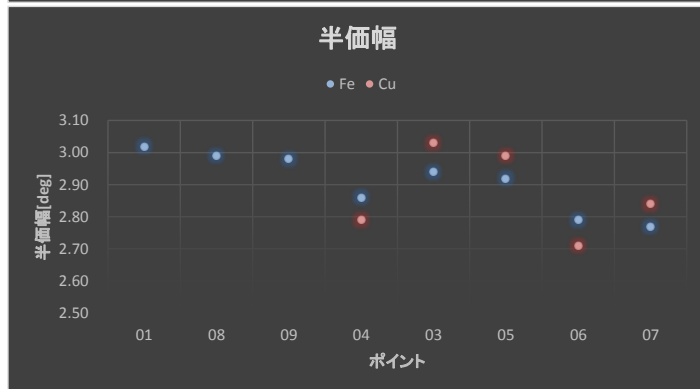
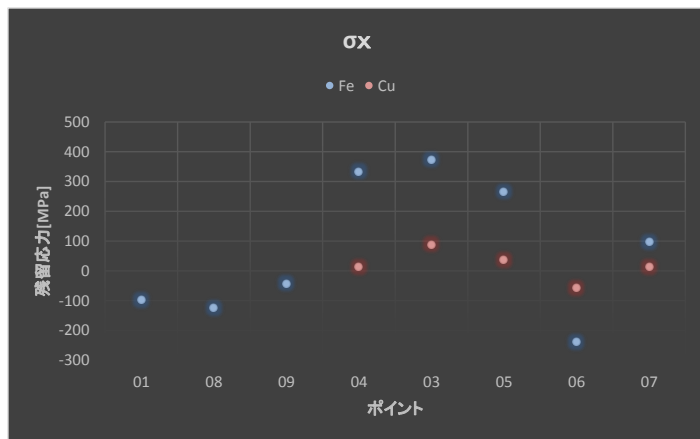
3. 計測結果

計測値

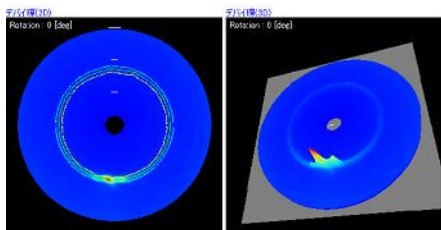


ポイント	サンプル			
	Fe		Cu	
	σ x[MPa]	半価幅[deg]	σ x[MPa]	半価幅[deg]
01	-97	3.02		
08	-123	2.99		
09	-42	2.98		
04	334	2.86	13	2.79
03	375	2.94	90	3.03
05	267	2.92	37	2.99
06	-238	2.79	-57	2.71
07	98	2.77	14	2.84

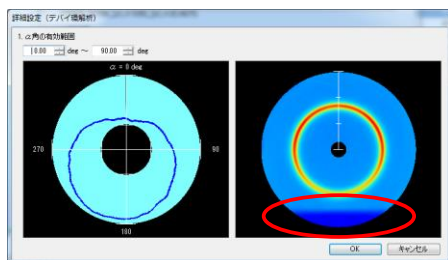
※赤字値は、再解析後の値です。計測不可



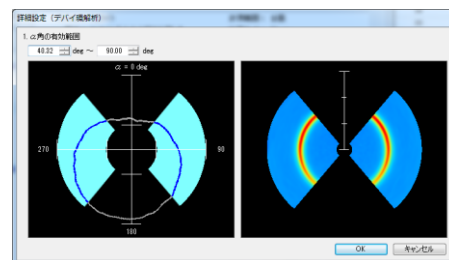
・Cuサンプルのポイント01・08・09は、回折が一部しか得られなかった為、正常に計測が行えませんでした。



・上記赤字値については、回折の一部が検査物により遮断された為、その箇所を除いて再解析を行っています。



再解析



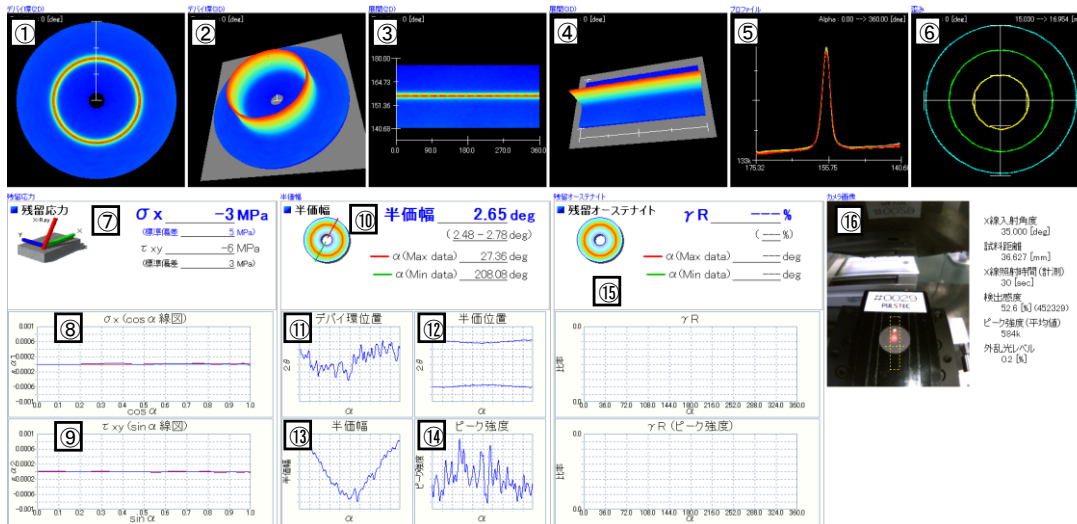
コメント

- ・Feサンプルの割裂部では、内側(01・08・09)が圧縮応力、外側(04・03・05)が引張応力という結果になりました。
- ・Cuサンプルは、割裂部の内側(01・08・09)が計測できませんでした。外側(04・03・05)は、Feと同様に引張応力という結果になりました。

μ-X360では等方性多結晶を前提として応力を算出しています。本試料は、配向や大きな結晶粒等の影響により測定精度が悪化していると考えられますので、値を使用する場合にはご注意ください。詳しくは添付のデバイリング、cosα 線図をご覧ください。

4. 計測データ

データの見方

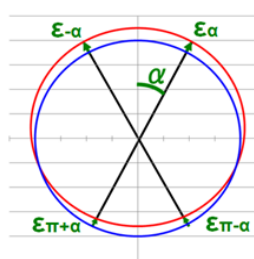
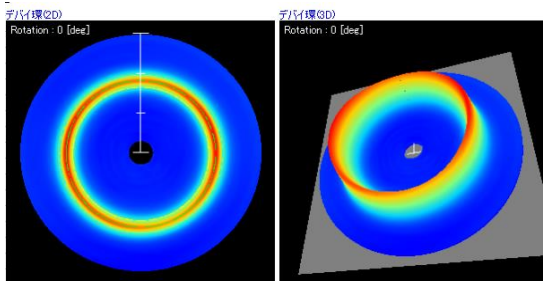


① デバイ環(2D)	取得したデバイ環(回折環)の2D表示したものです。ピーク強度の偏りは結晶が異方性であることを示しています。
② デバイ環(3D)	取得したデバイ環を3D表示したものです。
③ 展開(2D)	取得したデバイ環を0度~360度にかけて直線2D表示したものです。
④ 展開(3D)	取得したデバイ環を直線3D表示したものです。
⑤ プロファイル	デバイ環全周(500分割)の強度分布を重ね表示したものです。
⑥ 歪み	「回折ピーク位置」、「半価位置(内周/外周)」を拡大して表示したものです。圧縮応力の場合は重心が上、逆に引張応力の場合は重心が下にずれます。
⑦ 残留応力	残留応力の測定結果です。[-]が圧縮応力、[+]が引張応力を示します。
⑧ cosa 線図	グラフの傾きが歪(応力)を示します。右上がりの場合圧縮応力、右下がりの場合引張応力となります。
⑨ sina 線図	グラフの傾きが平面のせん断応力(τ xy)を示します。
⑩ 半価幅	回折の拡散角を角度で表示しています。(α = 0~360度の平均値) 硬さと関係があるといわれています。
⑪ デバイ環位置グラフ	0度~360度にかけての回折ピーク位置(回折角として扱う)の推移を示しています。応力値(絶対値)が大きくなると、振幅が大きくなります。
⑫ 半価位置グラフ	0度~360度にかけての半価位置(回折角として扱う)の推移を示しています。
⑬ 半価幅グラフ	0度~360度にかけての半価幅の推移を示しています。
⑭ ピーク強度グラフ	0度~360度にかけてのピーク強度の推移を示しています。結晶の大きさにばらつきがあったり、配向がある場合は、振幅が大きくなります。
⑮ 残留オーステナイト(Op.)	残留オーステナイト計測値を表示します。
⑯ カメラ画像	測定点付近のカメラ画像です。黄色い枠の中の赤く光る点が測定点です。

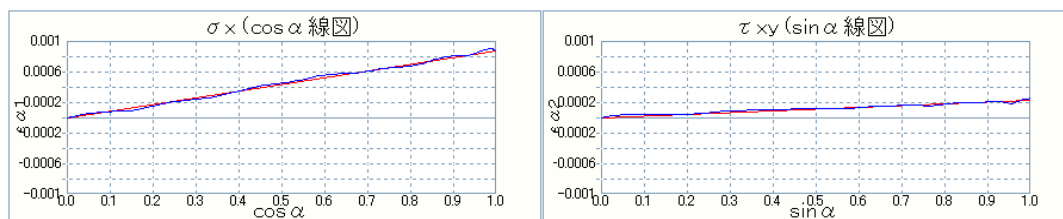
【cos α法について】

2次元センサで読み取ったデバイ環の歪(ε)から、下記基本式によりグラフを作成し、近似直線の傾きから材料の格子歪を求め弾性定数により応力値に換算する方法です。

cos α法の基本式



$$\begin{aligned} \epsilon_{\alpha 1} &= \frac{1}{2} \{ (\epsilon_{\alpha} - \epsilon_{\pi + \alpha}) + (\epsilon_{-\alpha} - \epsilon_{-\pi - \alpha}) \} \\ \epsilon_{\alpha 2} &= \frac{1}{2} \{ (\epsilon_{\alpha} - \epsilon_{\pi + \alpha}) - (\epsilon_{-\alpha} - \epsilon_{-\pi - \alpha}) \} \\ \sigma_x &= - \frac{E}{1 + \nu} \cdot \frac{1}{\sin 2\eta} \cdot \frac{1}{\sin 2\psi_0} \cdot \left( \frac{\partial \epsilon_{\alpha 1}}{\partial \cos \alpha} \right) \\ \tau_{xy} &= \frac{E}{2(1 + \nu)} \cdot \frac{1}{\sin 2\eta} \cdot \frac{1}{\sin \psi_0} \cdot \left( \frac{\partial \epsilon_{\alpha 2}}{\partial \sin \alpha} \right) \end{aligned}$$

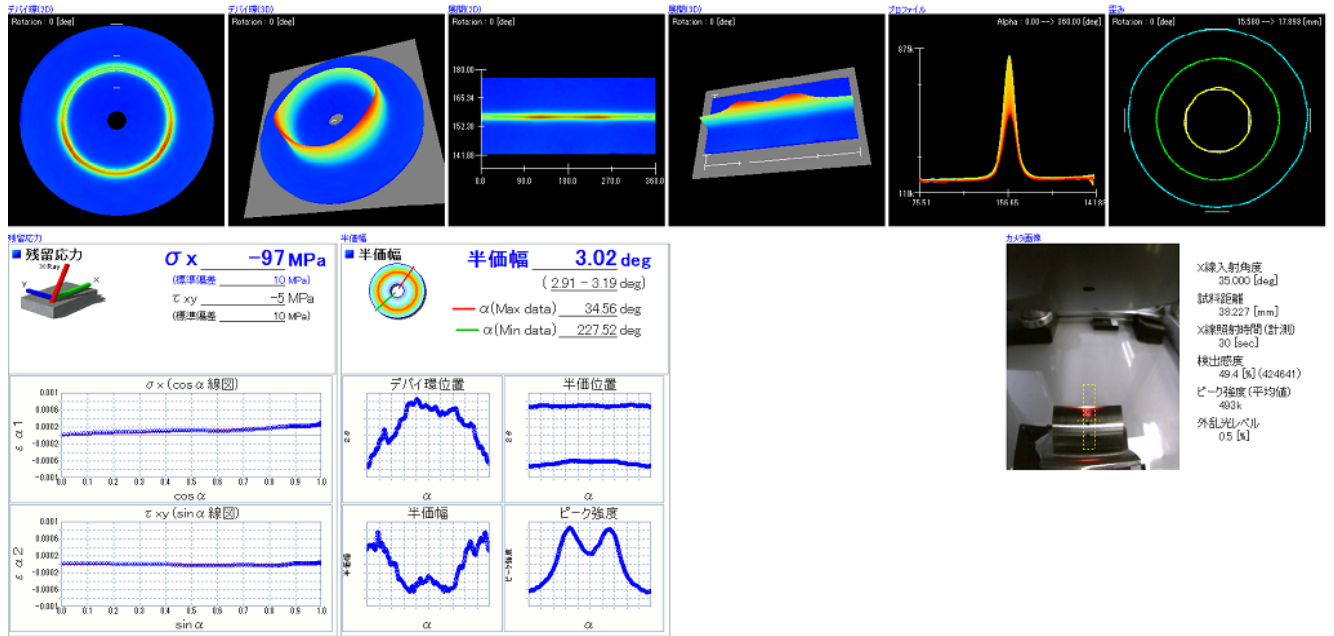


□ cosa 線図 : グラフから近似直線を求め、傾きから歪を求め弾性定数により応力値σ xを算出します。  
 □ sina 線図 : グラフから近似直線を求め、傾きから歪を求め弾性定数により表面せん断応力値τ xyを算出します。  
 両線図とも演算上必ず0点を通る直線となります。

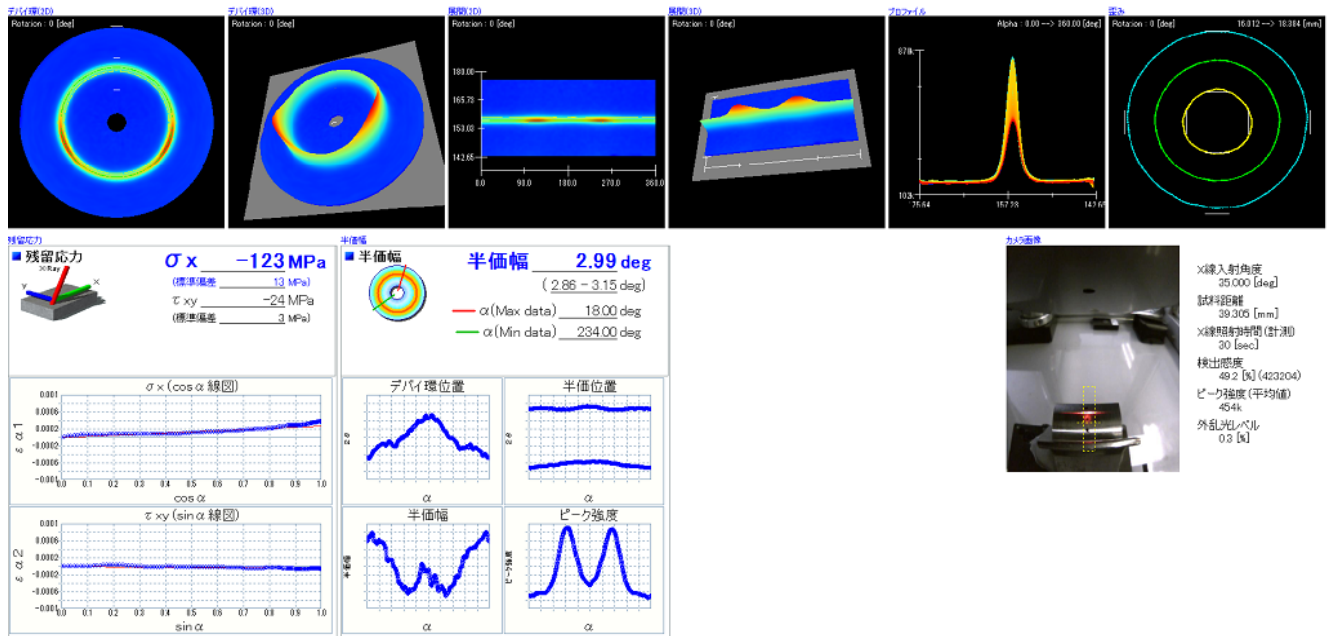
【測定結果の良否判断ポイントについて】

- 計測対象からデバイ環(回折リング)が、リングとして得られているか。デバイ環の強度ムラがないか。複数のリングが出ていないか。
- 各線図において、うねりが少なく、より直線的であるほど応力の測定精度が高いこととなります。

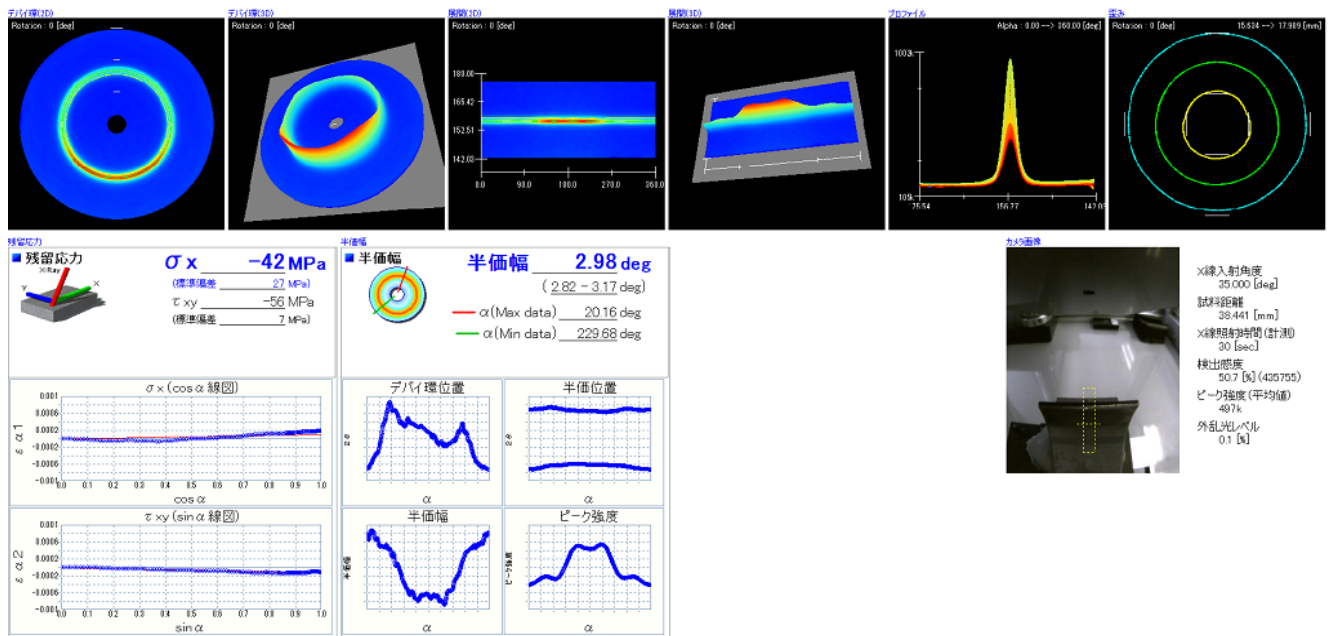
Fe 01



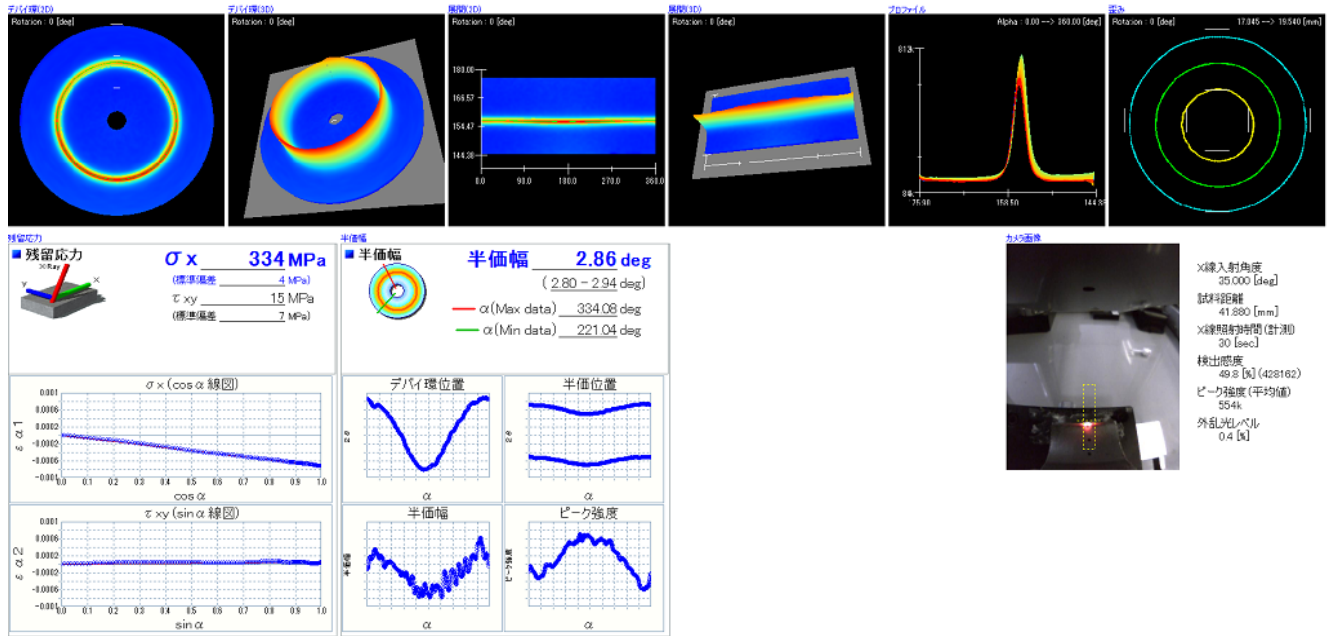
Fe 08



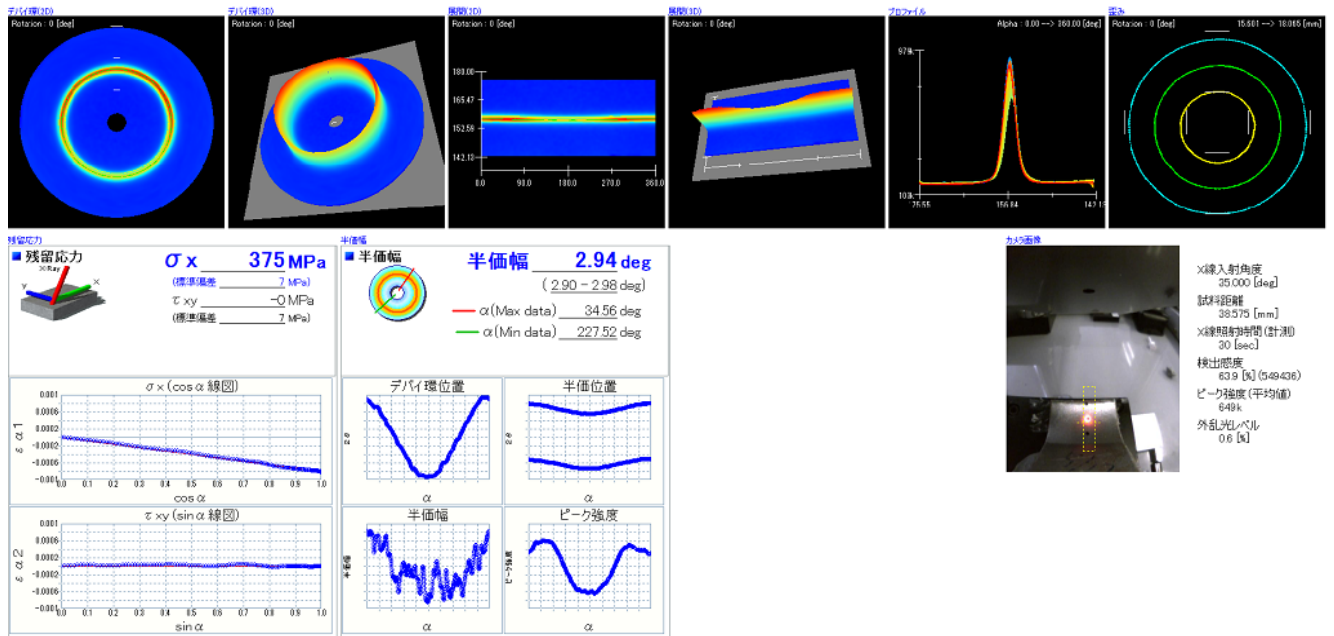
Fe 09



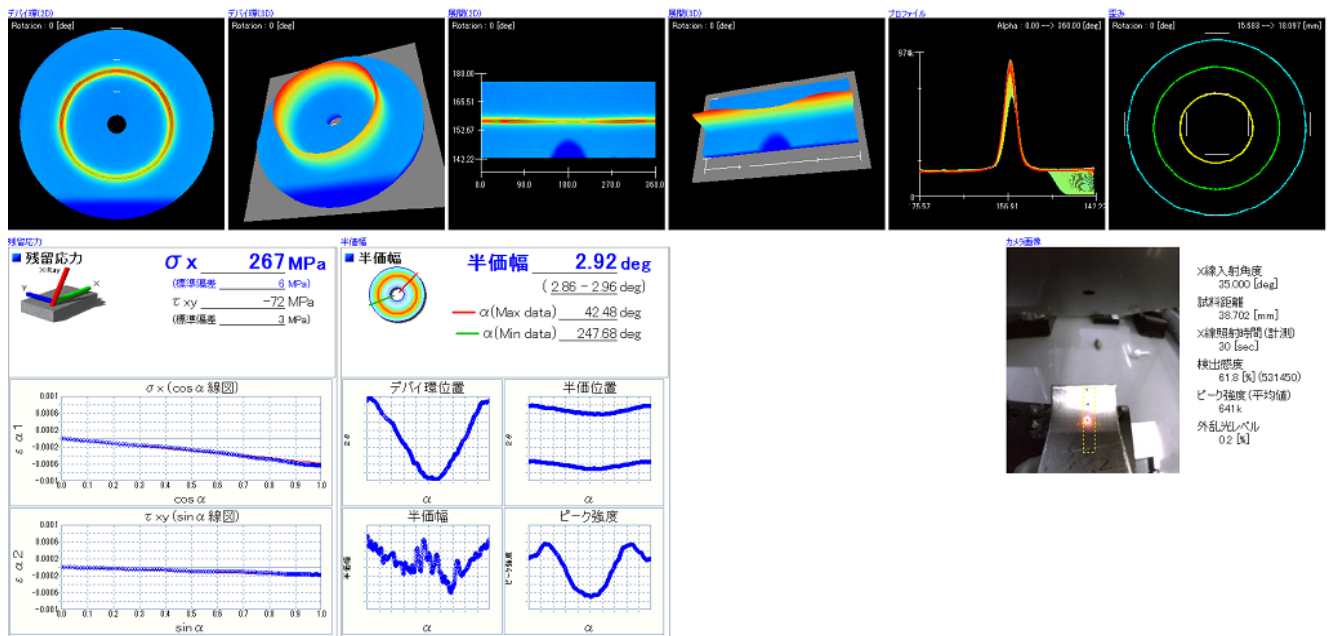
Fe 04



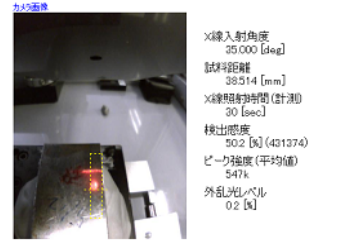
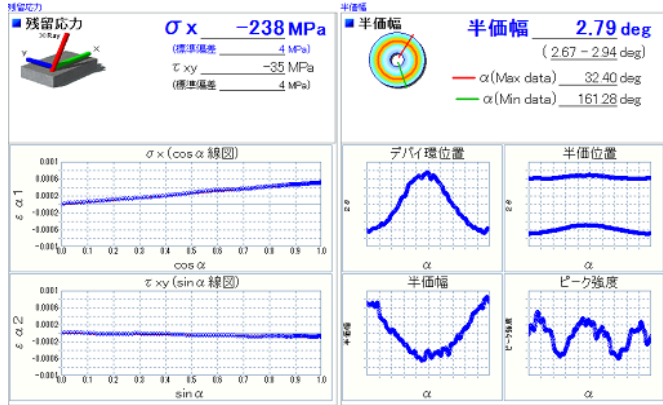
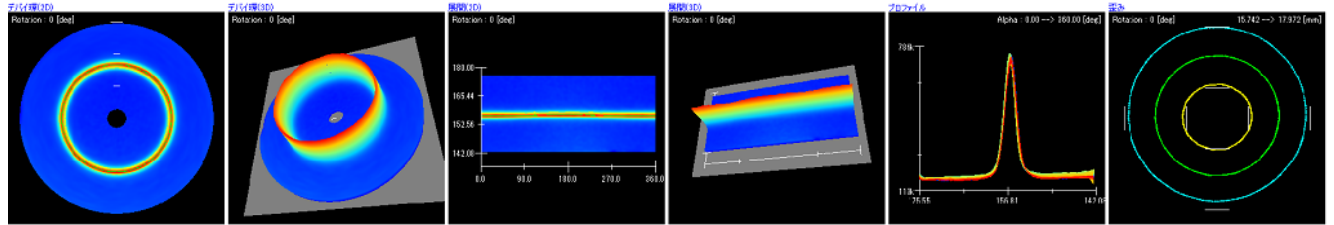
Fe 03



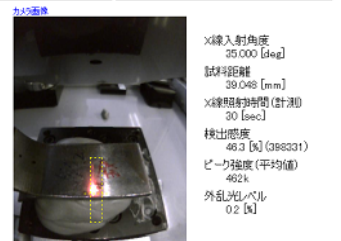
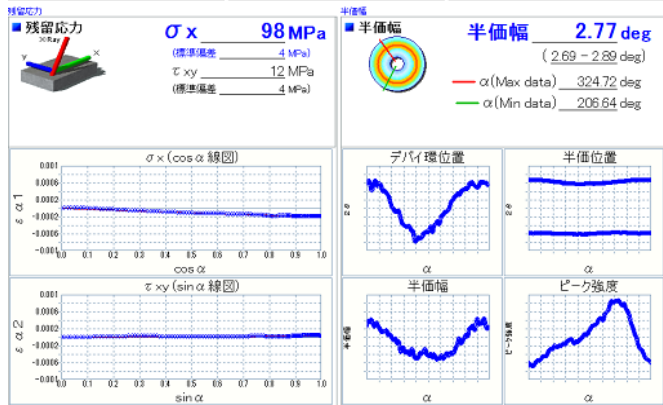
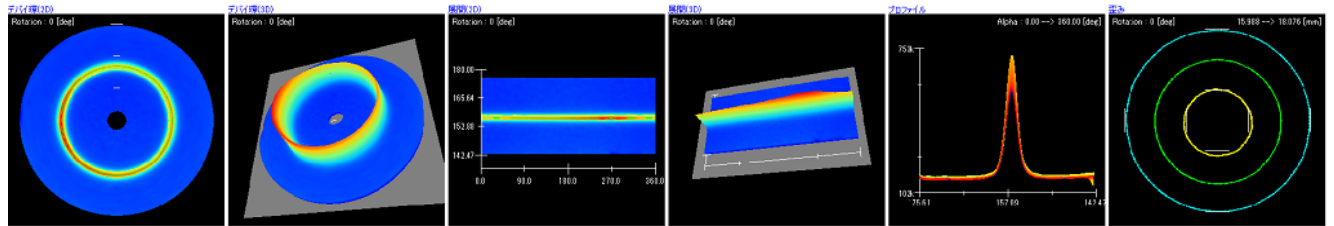
Fe 05



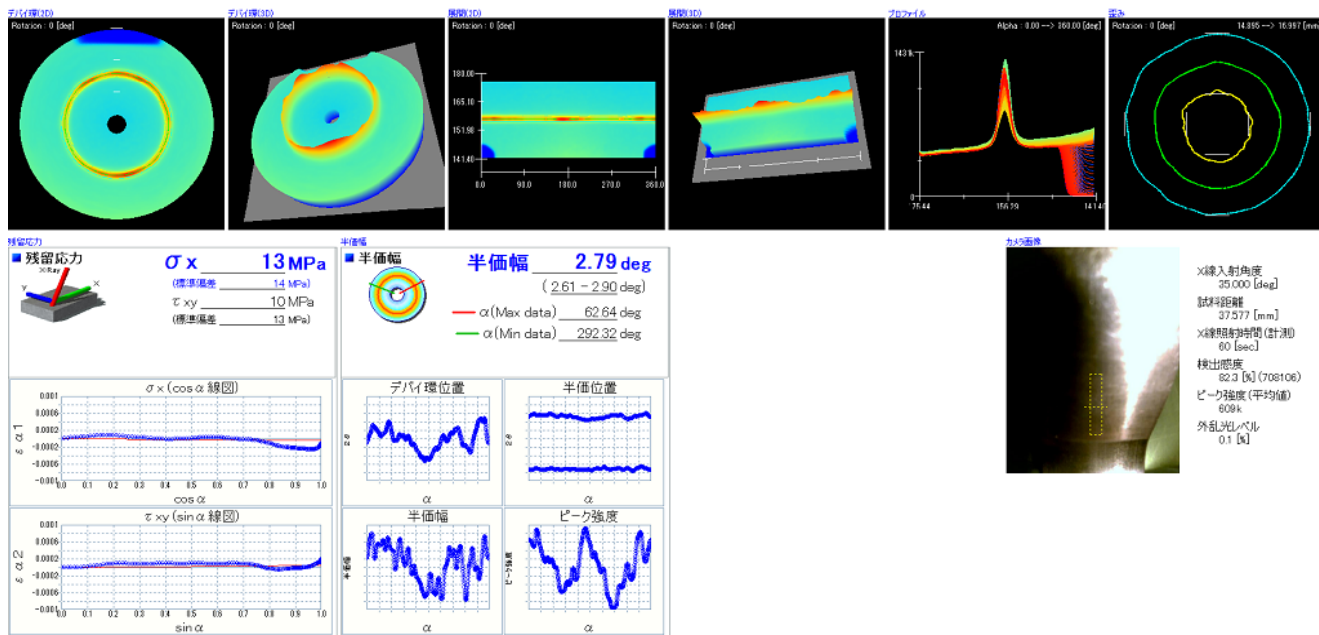
Fe 06



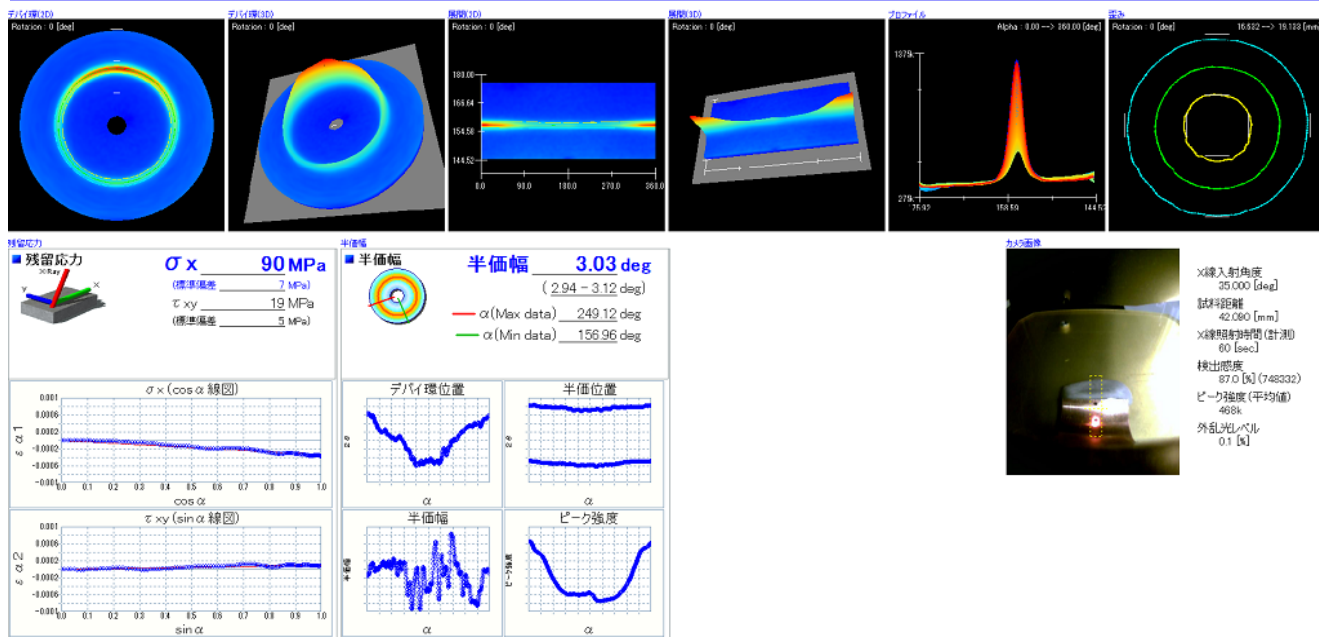
Fe 07



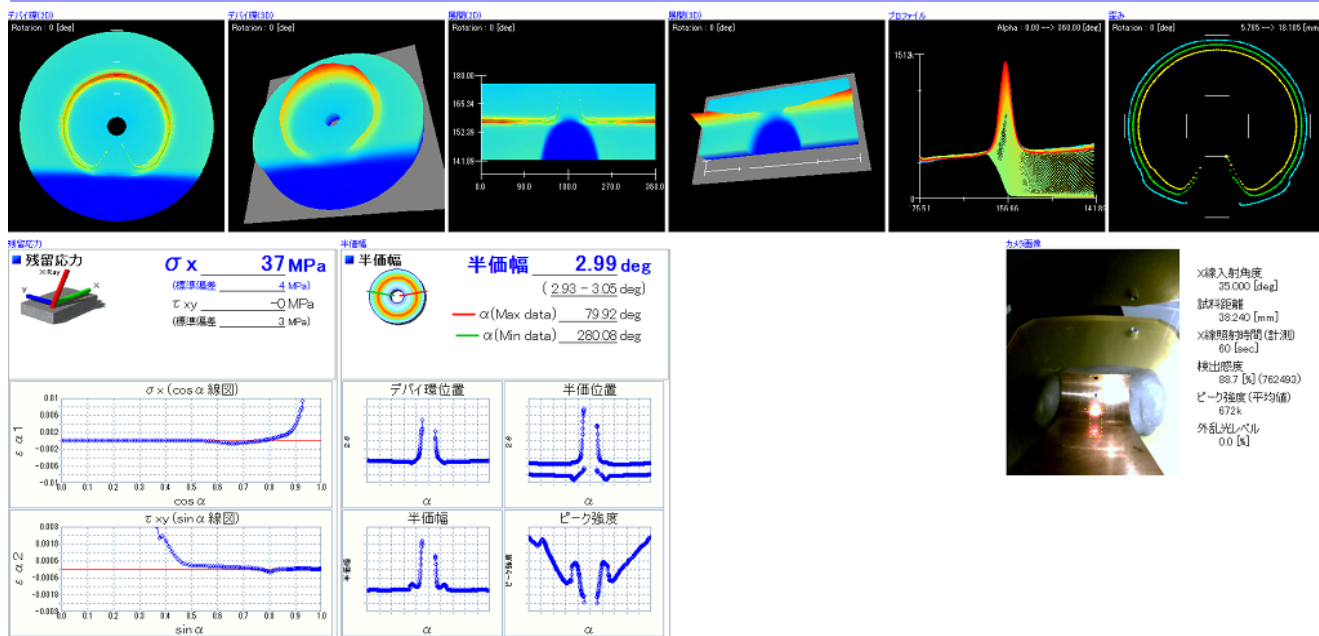
Cu 04



Cu 03

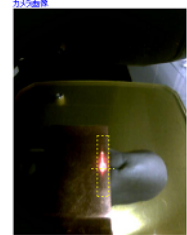
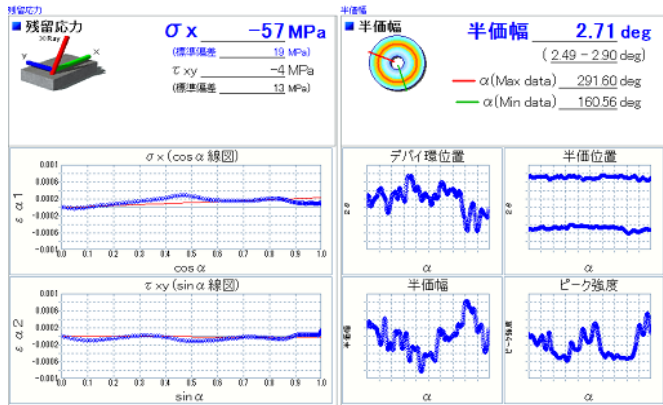
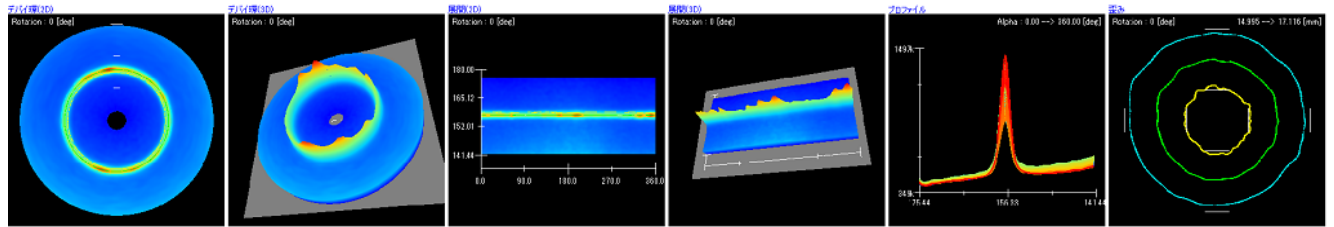


Cu 05



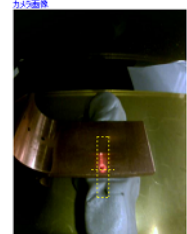
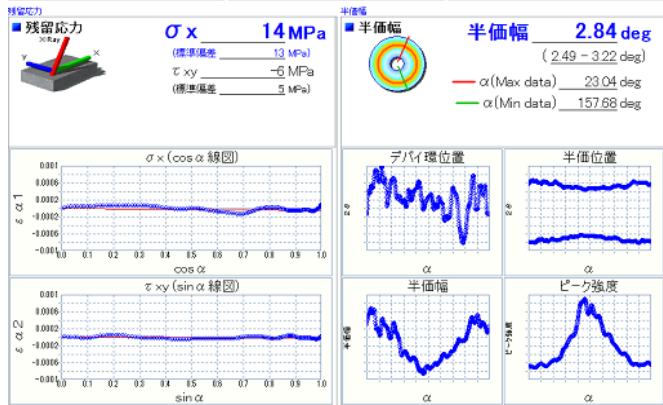
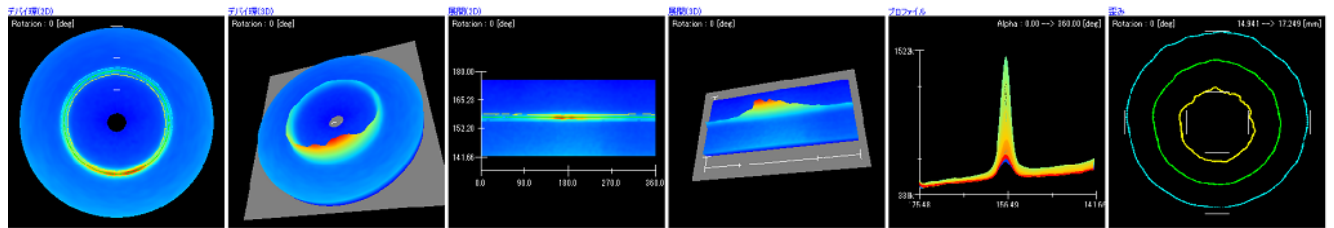


Cu 06



X線入射角度 35.000 [deg]  
 試料距離 37.636 [mm]  
 X線照射時間(計測) 60 [sec]  
 検出感度 83.2 [s] (801253)  
 ピーク強度(平均値) 567k  
 外乱レベル 0.0 [s]

Cu 07



X線入射角度 35.000 [deg]  
 試料距離 37.934 [mm]  
 X線照射時間(計測) 60 [sec]  
 検出感度 73.2 [s] (829805)  
 ピーク強度(平均値) 893k  
 外乱レベル 0.1 [s]

## 5. 装置構成

- ・ 本計測で使用した装置構成です。

名称	イメージ	備考
μ-X360n本体 (Narrow Ver.)		<p>隅肉溶接の計測が可能です。 standard ver.とは先端の形状が異なり狭い部分 “NARROW”に対応したモデルです。</p> <p>セット内容 ①電源ユニット(警告等含む): 6.3kg ②センサーユニット : 4kg</p>
ノートPC		μ-X360アプリインストール済み。
遮蔽BOX		<p>遮蔽BOXを使用することで漏線量を0.1μ Sv/h未満にすることができます。 インターロック付のためX線作業主任者の専任も不要です。</p> <p>サイズ: W600 × D600 × H800 重量: 34kg サンプルサイズに応じた専用サイズの製作も可能です。(別途見積り)</p>
角度計		<p>X線の入射角を変えて計測する際(装置保持アーム使用時)に必要となります。 ※X線の入射角を変えた場合、ソフト側の計測条件で入射角を変更する必要があります。 底面にマグネットが付いているため装置への脱着が可能です。 サイズ: W51 × D51 × H33</p>
装置保持高さ調整スタンド		<p>上部のハンドルを回し装置を上下方向に移動させるスタンドです。 装置取り付け角度が固定されるため角度計が不要となります。 同一形状の計測対象物を連続で測定する場合に適しています。 サイズ: W300 × D200 × H321 Z軸ストローク: 80mm</p>