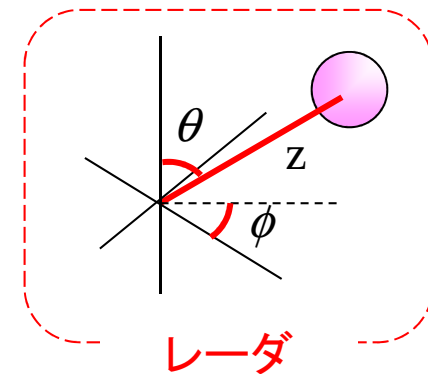
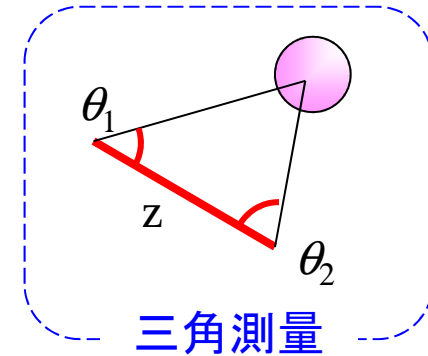
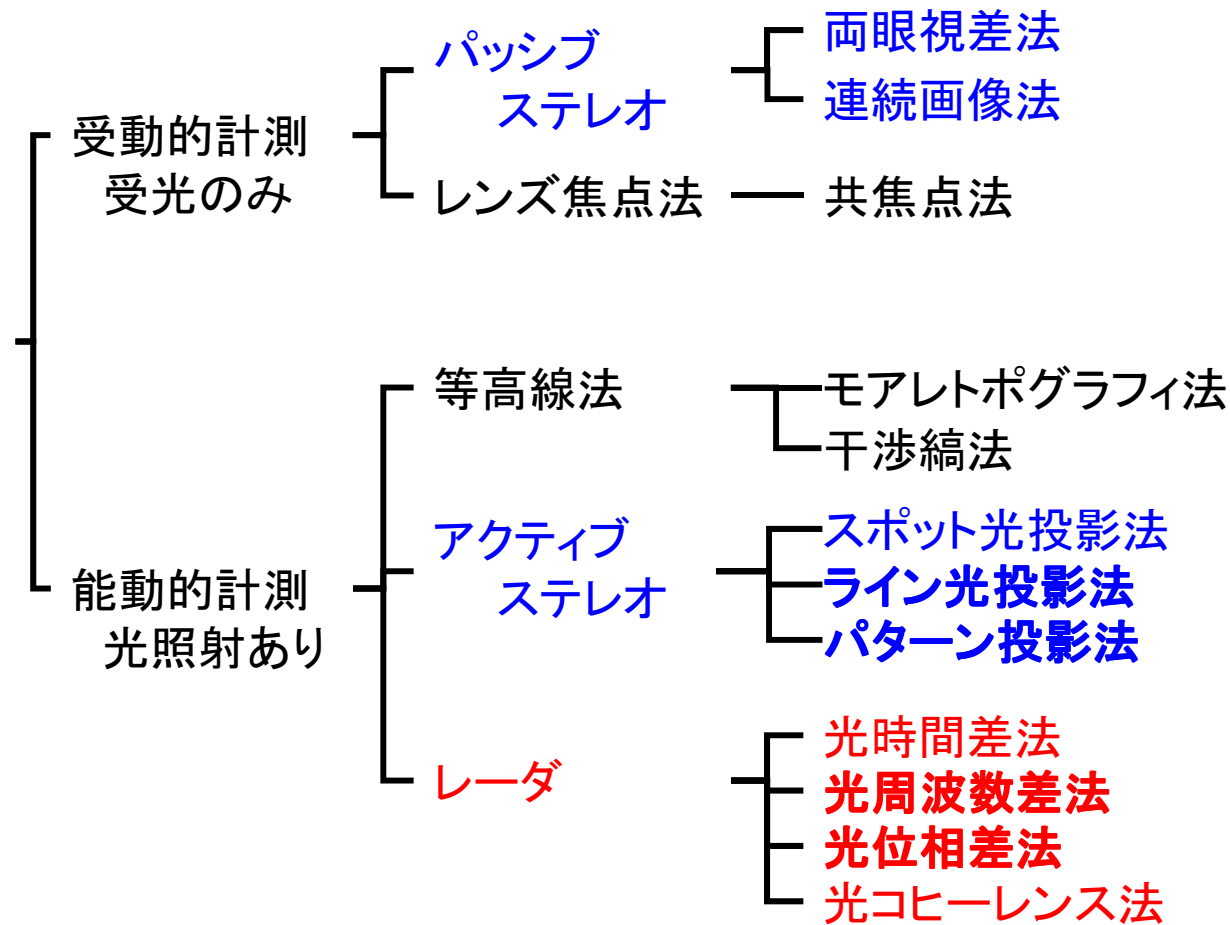


Optical Coordinate Measurement System – A

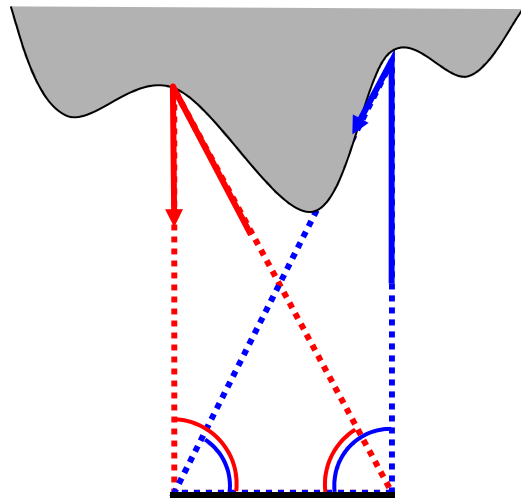
~周波数シフト帰還型レーザを用いた
光遠隔三次元計測システム~

光三次元計測法の分類



参考：三角測量法とレーザレーダ法の比較

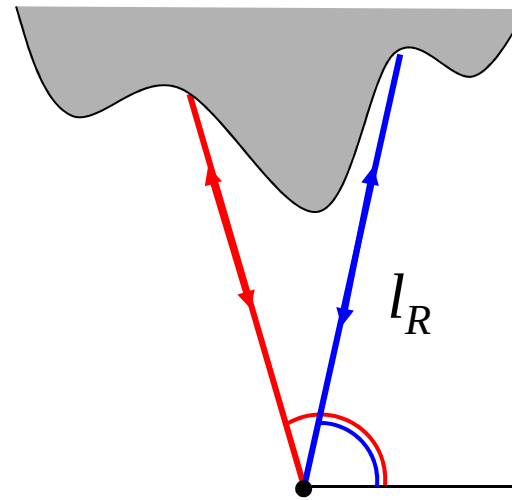
■ 三角測量法



基線長: l_B , 3角: $\theta_1, \theta_2, \theta_3$

精度: 三角形の形状に依存
影: 往路復路がケラれないこと
光学系: 画角全領域の収差補正

■ レーザレーダ法



距離: l_R , 2角: θ_1, θ_2

精度: 距離精度・角度精度
影: 見通し領域は計測可能
光学系: 近軸光線のみ収差補正

製造・検査部門の光三次元計測機への期待

■ デザイン用, ラピッドプロトタイピング用では性能に不満



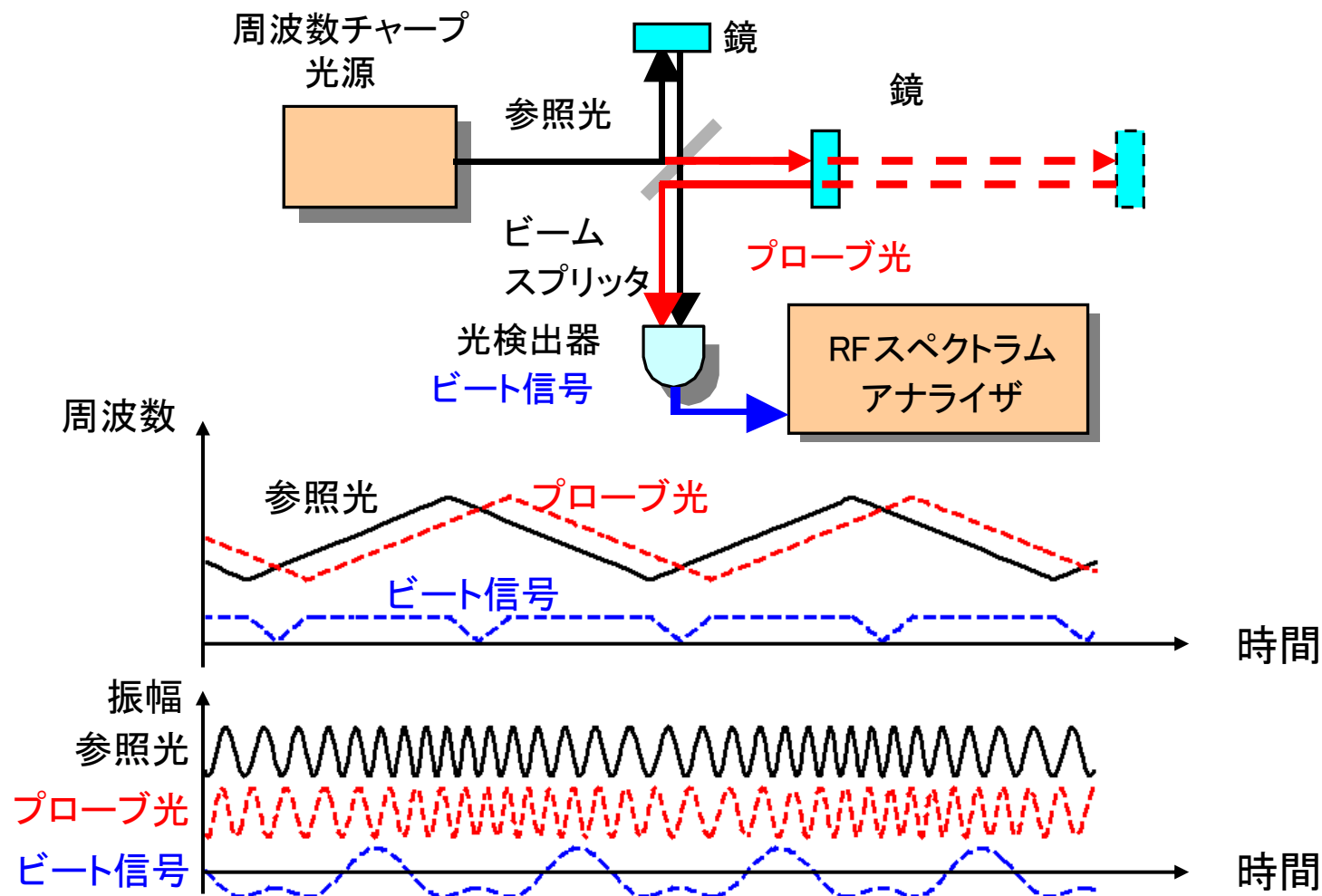
製造検査担当者・計測専門業者

一点一点きっちり距離測定が必要
三角測量法の影問題の解決
対象を問わない高感度な計測



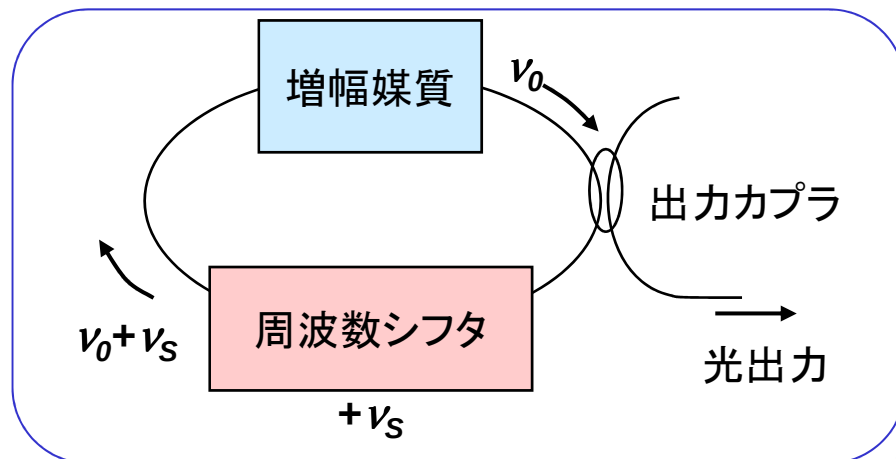
**従来技術では難しい。
遠距離はレーザレーダ方式
が有望**

光周波数領域反射計測法の動作原理

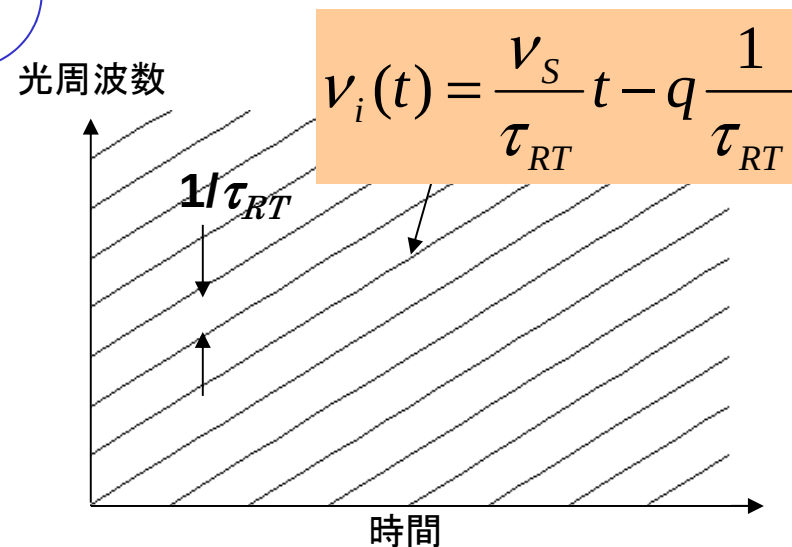
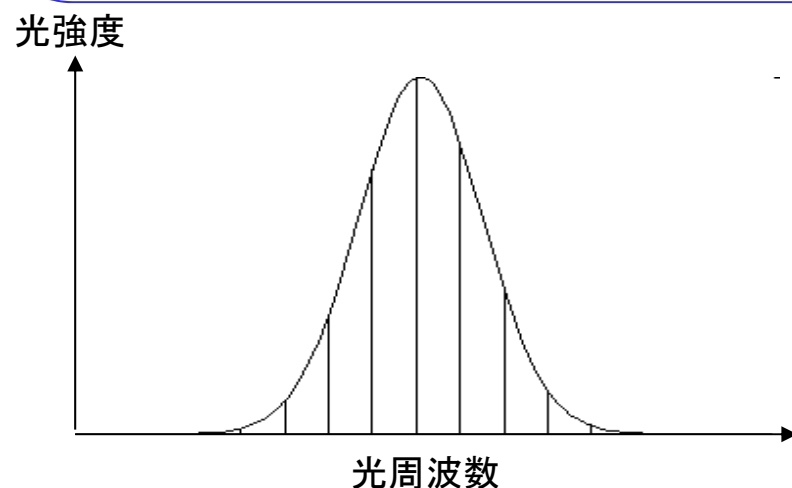


周波数シフト帰還型 (FSF) レーザ

(FSF: Frequency-shifted Feedback)



- 超高速かつ線形な周波数掃引
数PHz/Sec ~ 数100PHz/Sec
- 周波数コム構造

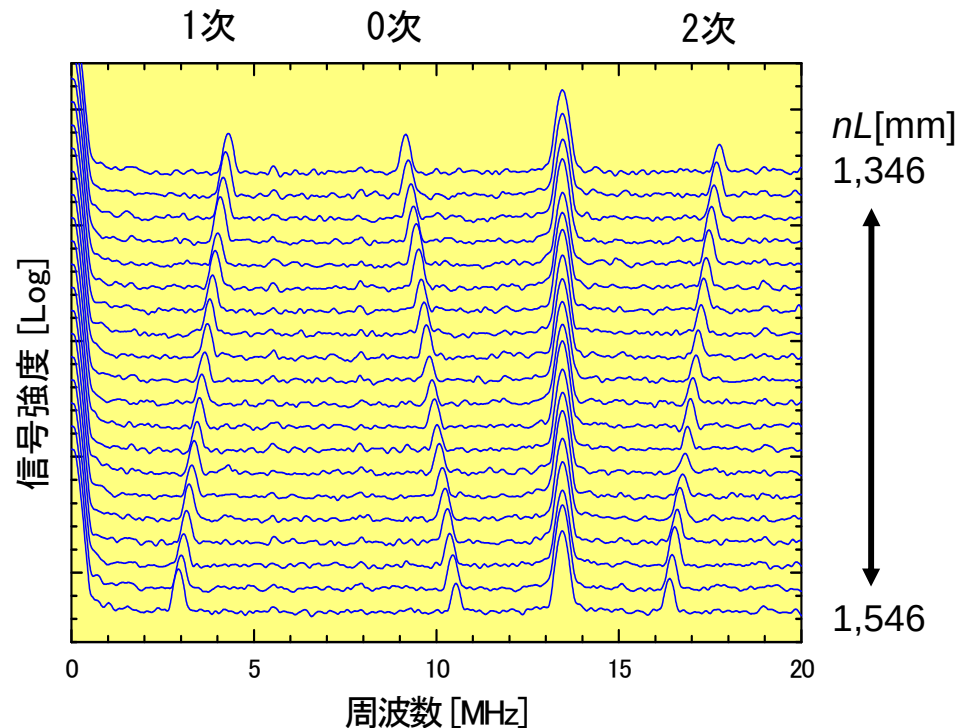


ν_s : シフト周波数, τ_{RT} : 共振器周回時間, q : コム番号

FSFレーザによる光周波数領域距離計測

ν_S : シフト周波数, τ_{RT} : 共振器周回時間, m : ビート次数 ($q-q'$)

■ビート信号



ビート周波数

$$\nu_{Bm} = \pm \left| \frac{\nu_S}{\tau_{RT}} \frac{nL}{c_0} - m \frac{1}{\tau_{RT}} \right|$$

- 線形な周波数掃引
補正不要, **高精度計測**
- 超高速な周波数掃引
高いビート周波数, **高速計測**
- 高次ビート信号
周波数観測帯域を固定,
遠距離計測

各種レーダ法との比較

■ FSF技術の位置づけ

周波数方式計測の2つの課題を克服

周波数掃引の線形性→固定の共振器長とシフト周波数にて

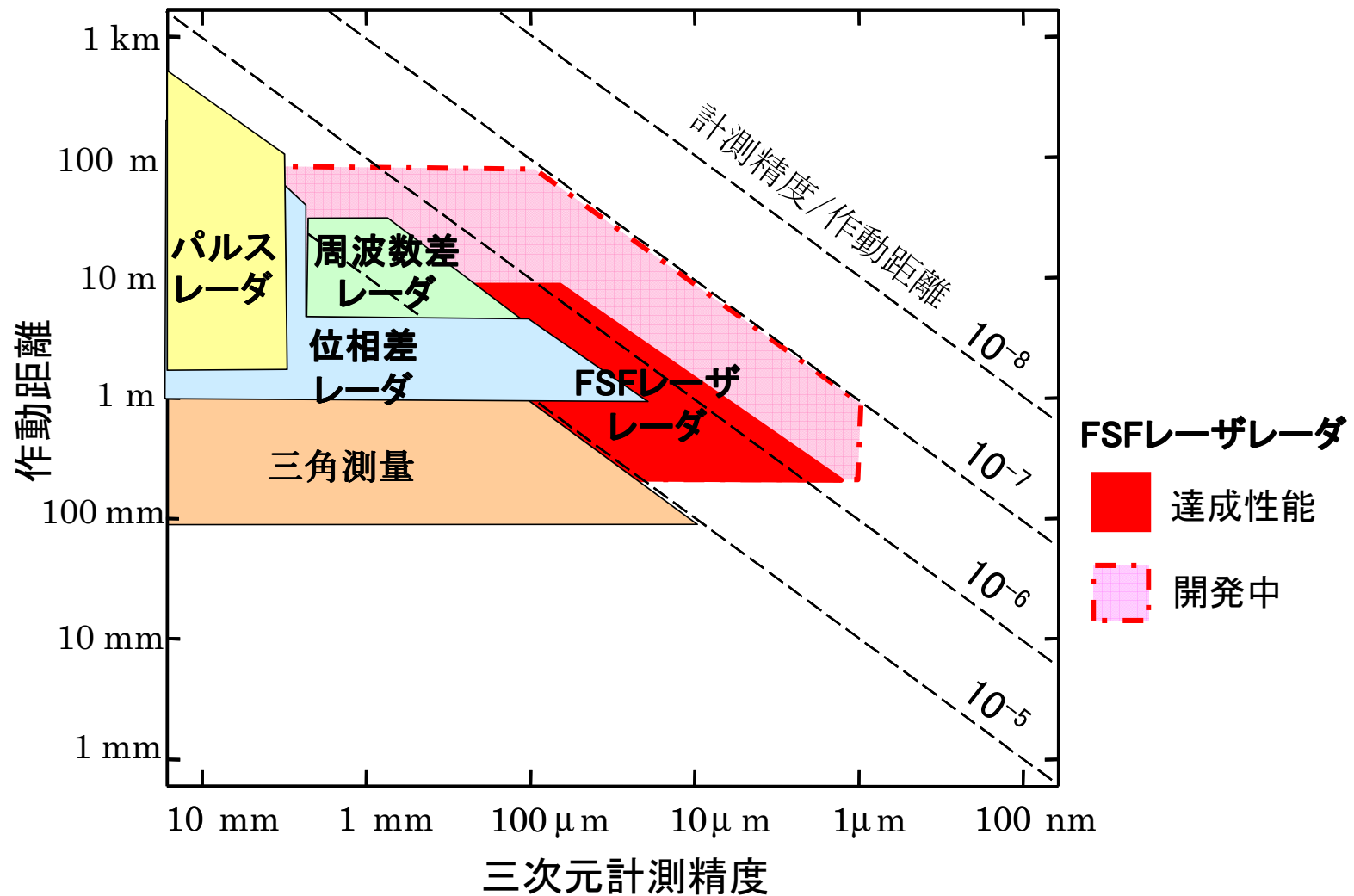
計測可能距離と計測精度のジレンマ→高次ビート信号と判別法

測定法 性能項目	時間差	周波数差 FSFレーザ	位相差	コヒーレンス
計測可能範囲	◎	○ ⇒ ◎	○	×
測定精度	×	○ ⇒ ◎	◎	◎
感度	○	◎ ⇒ ○	×	◎
測定速度	○	○	◎	×

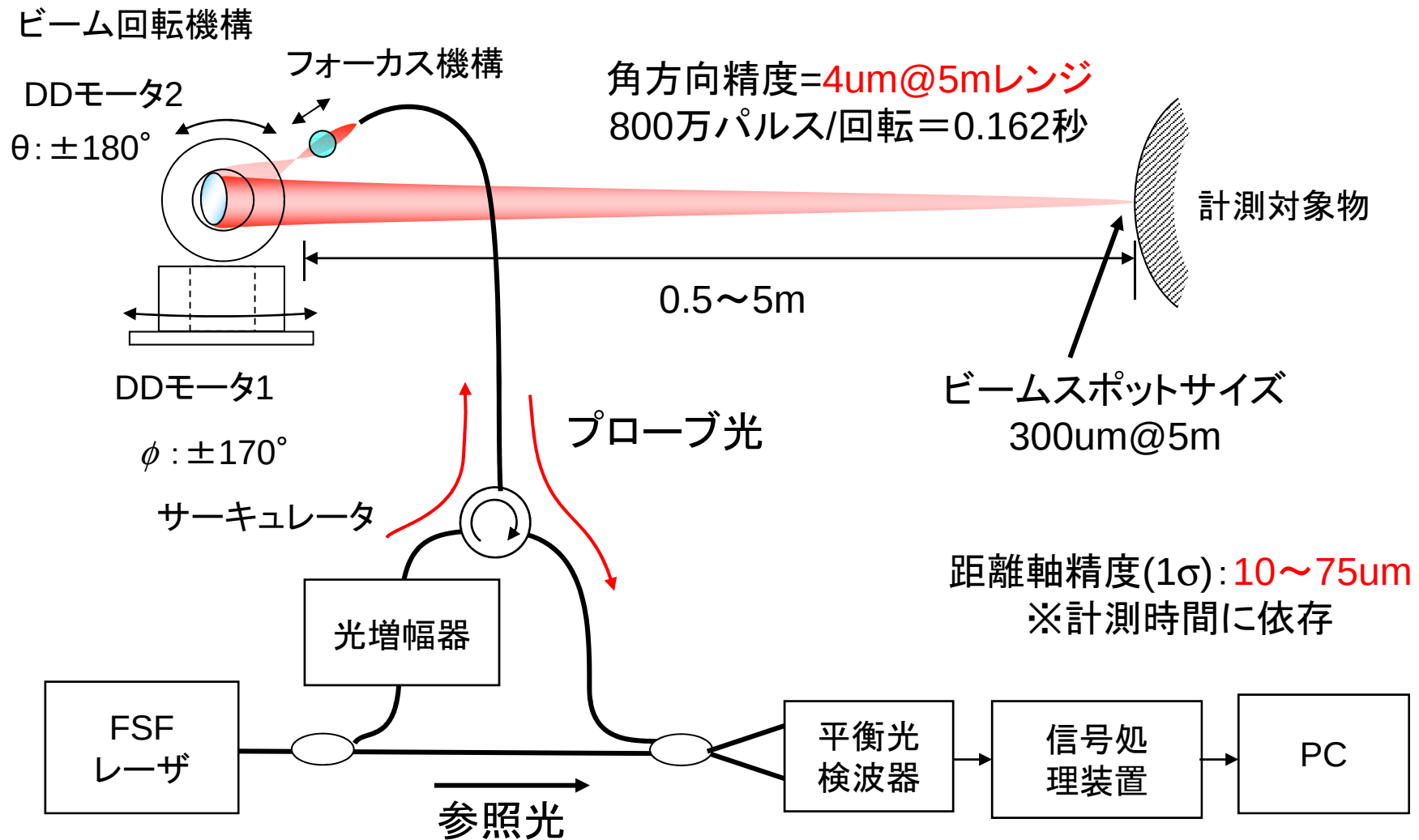
優：◎，良：○，劣：×

感度について：高次ビートへのエネルギー分散による劣化はあるが、
十分高感度

各種光三次元計測方式との位置づけ



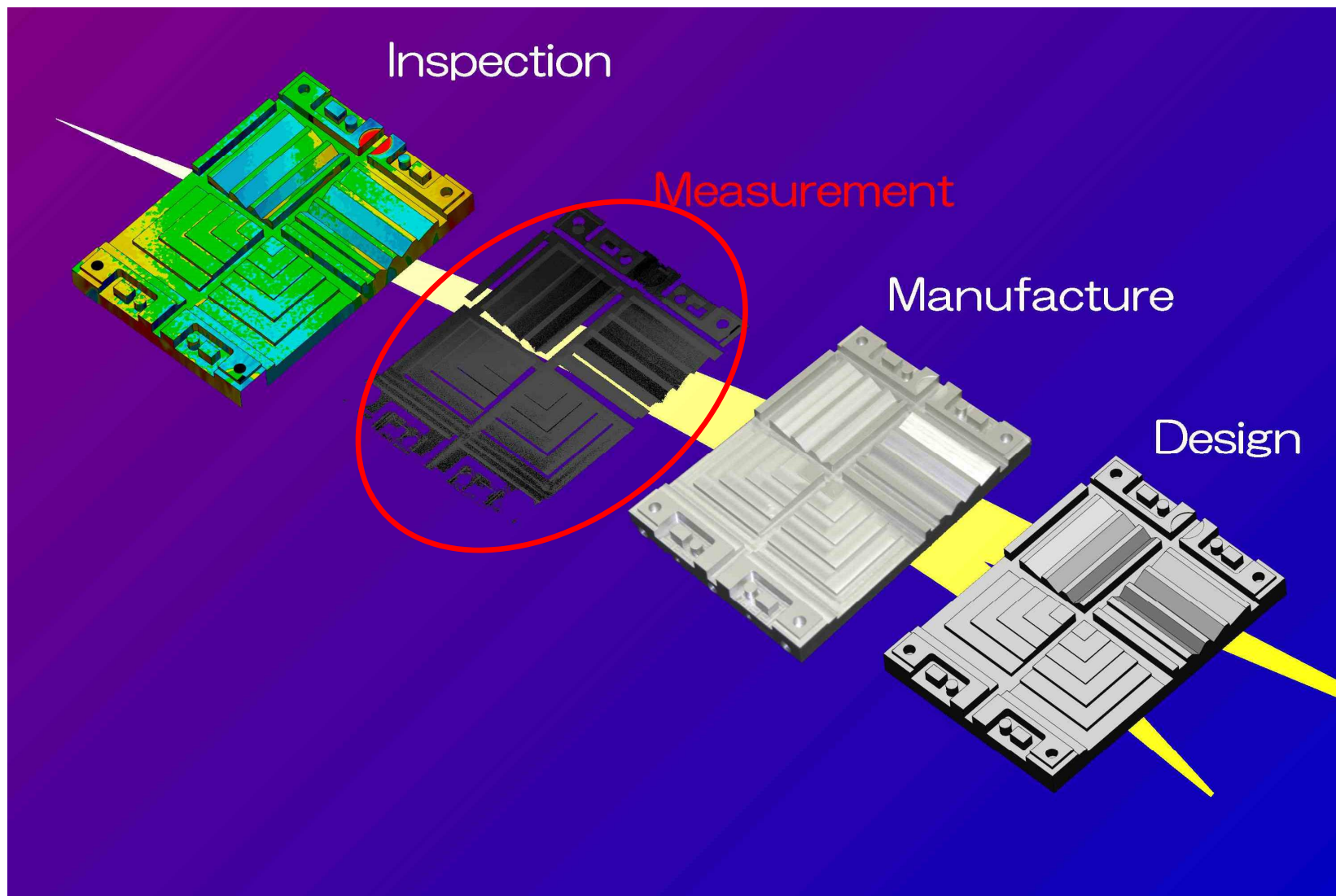
3D計測装置



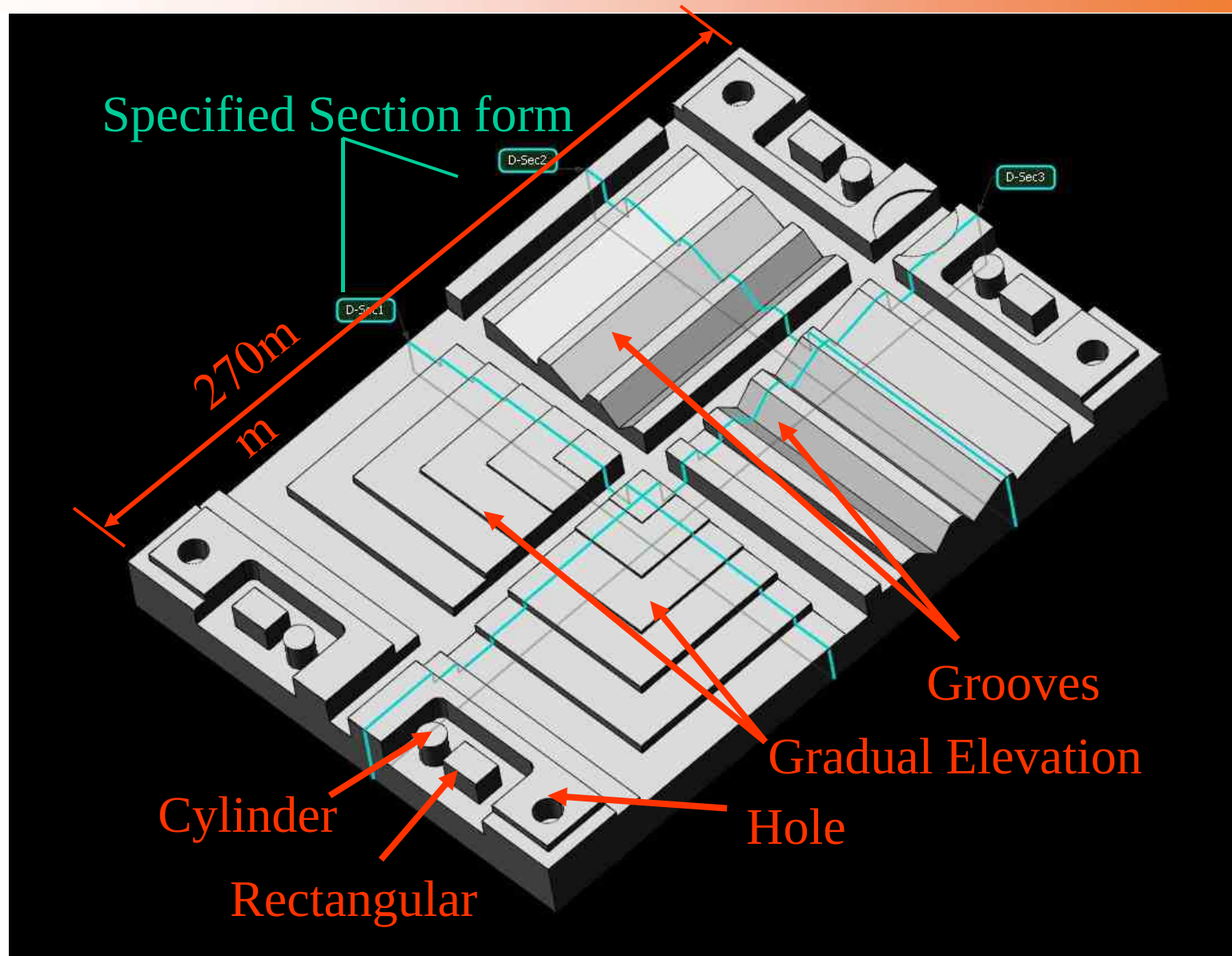
OCM-A外観



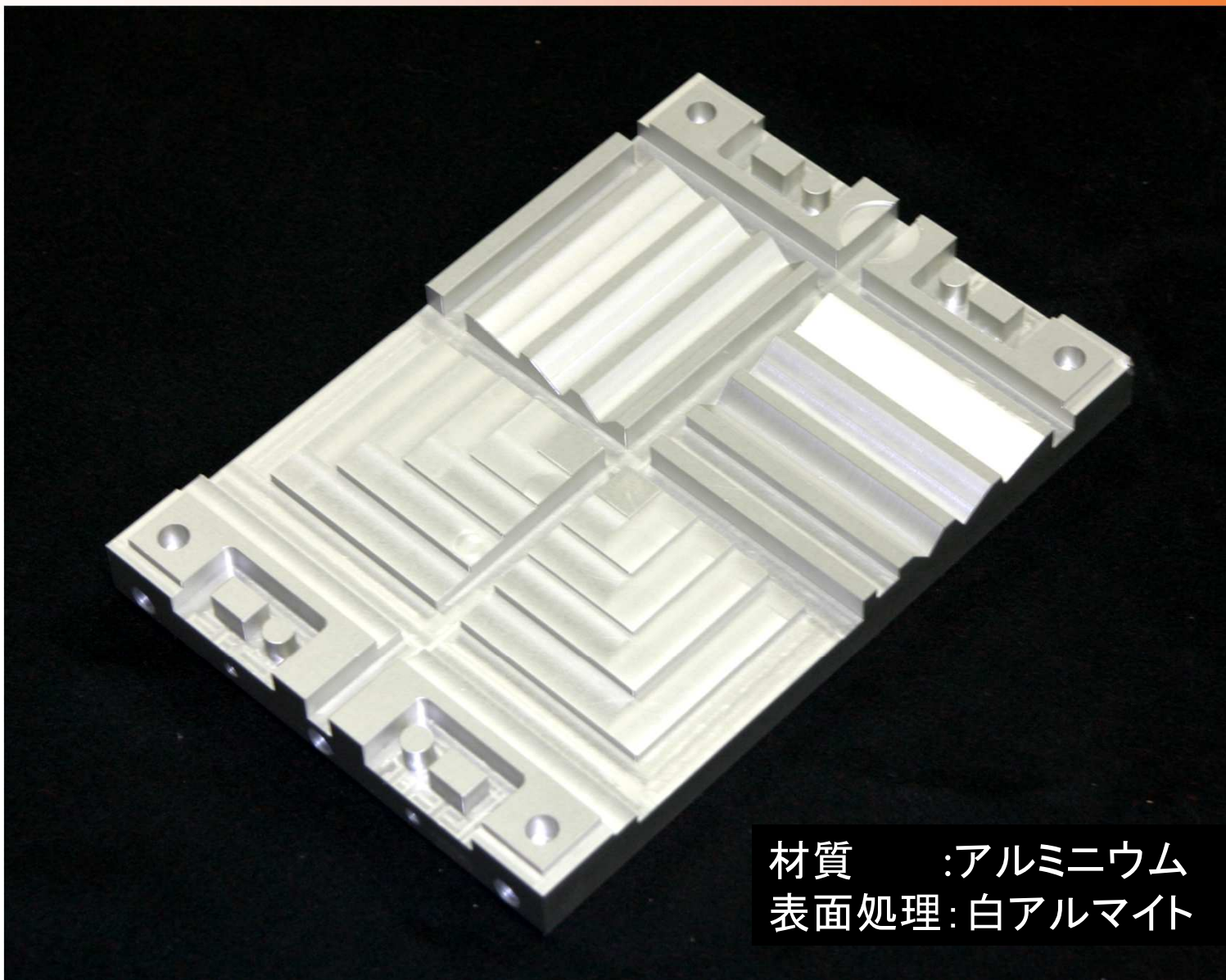
計測事例



計測原器 - CADデザイン

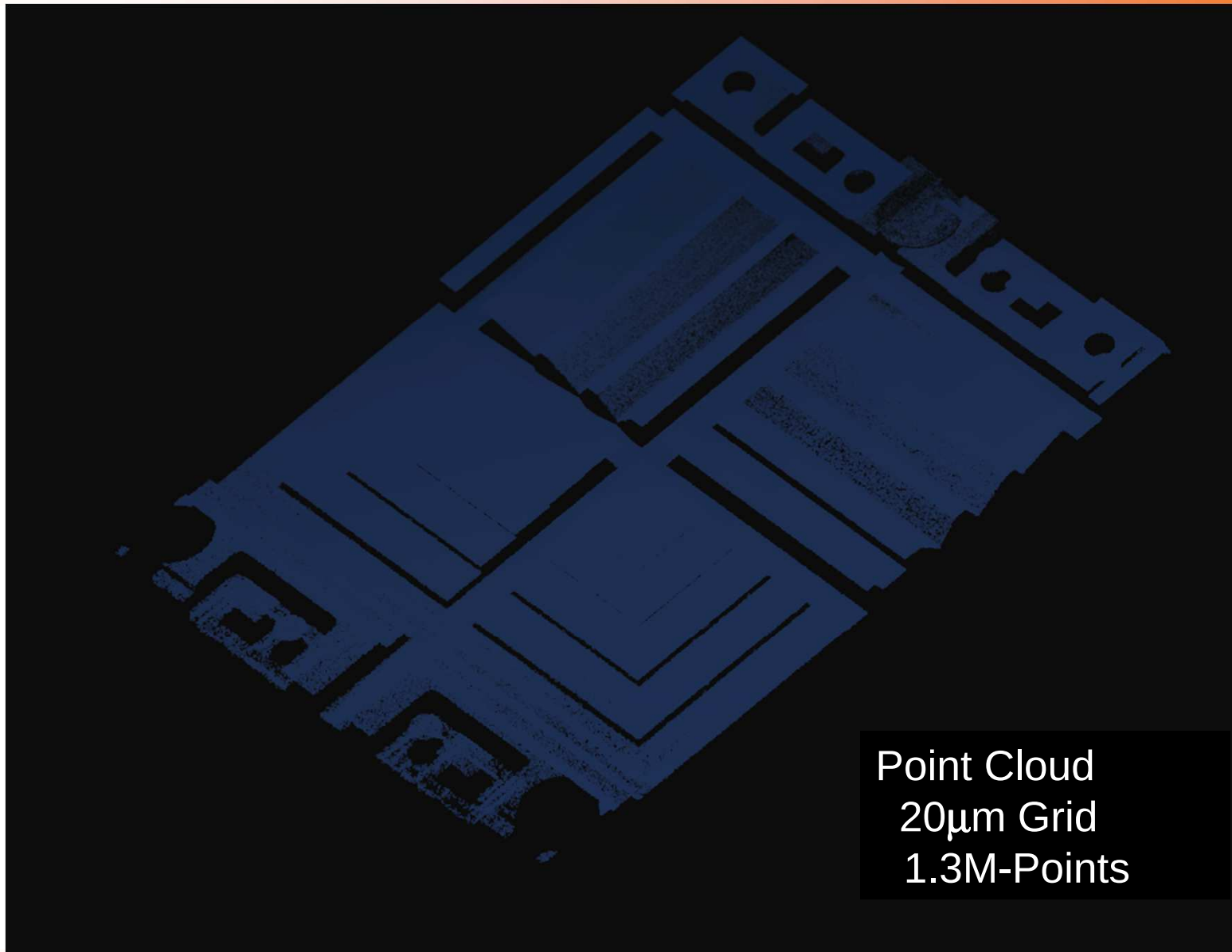


計測原器 – 概観図



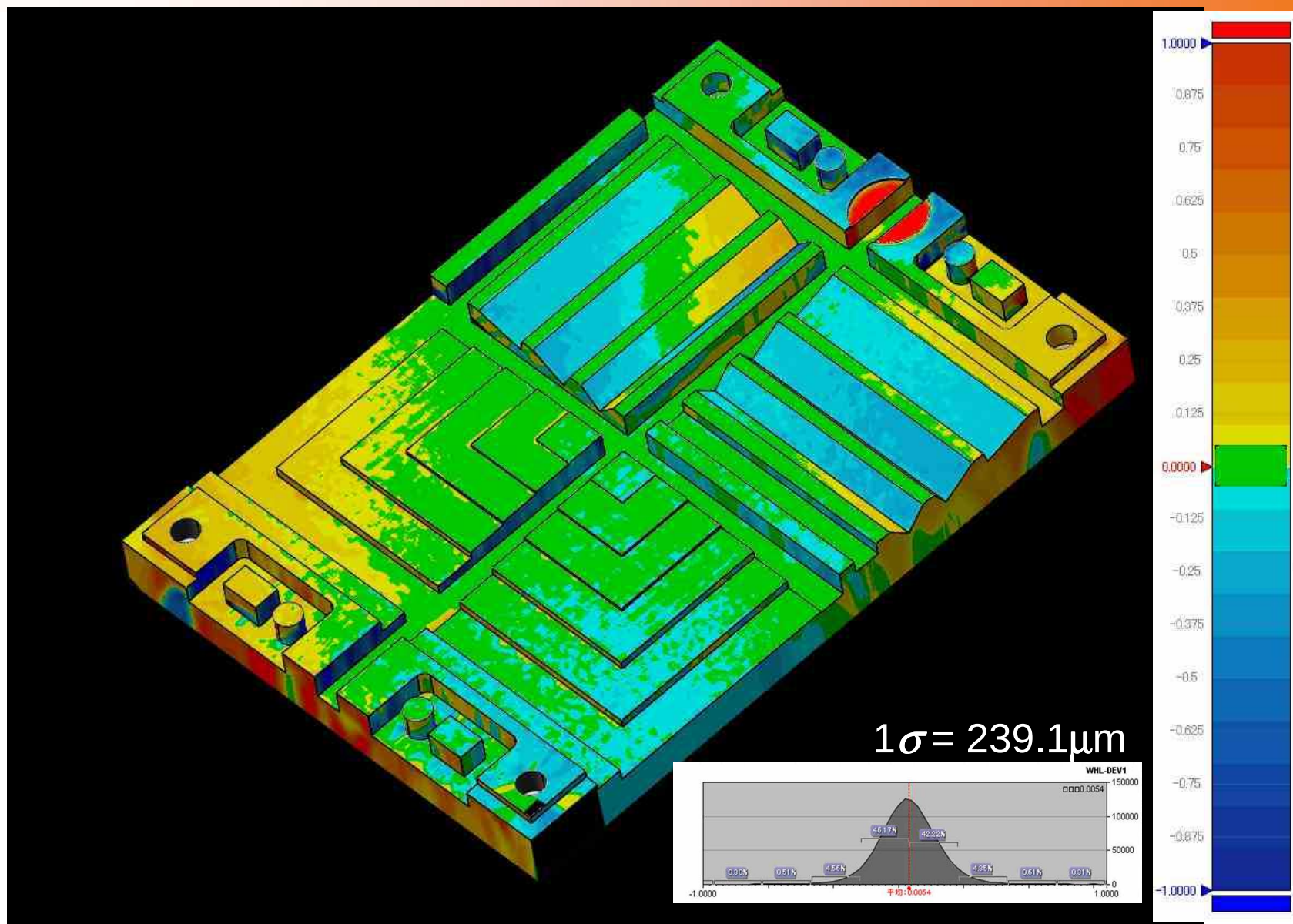
材質 : アルミニウム
表面処理 : 白アルマイト

計測原器 - 測定結果

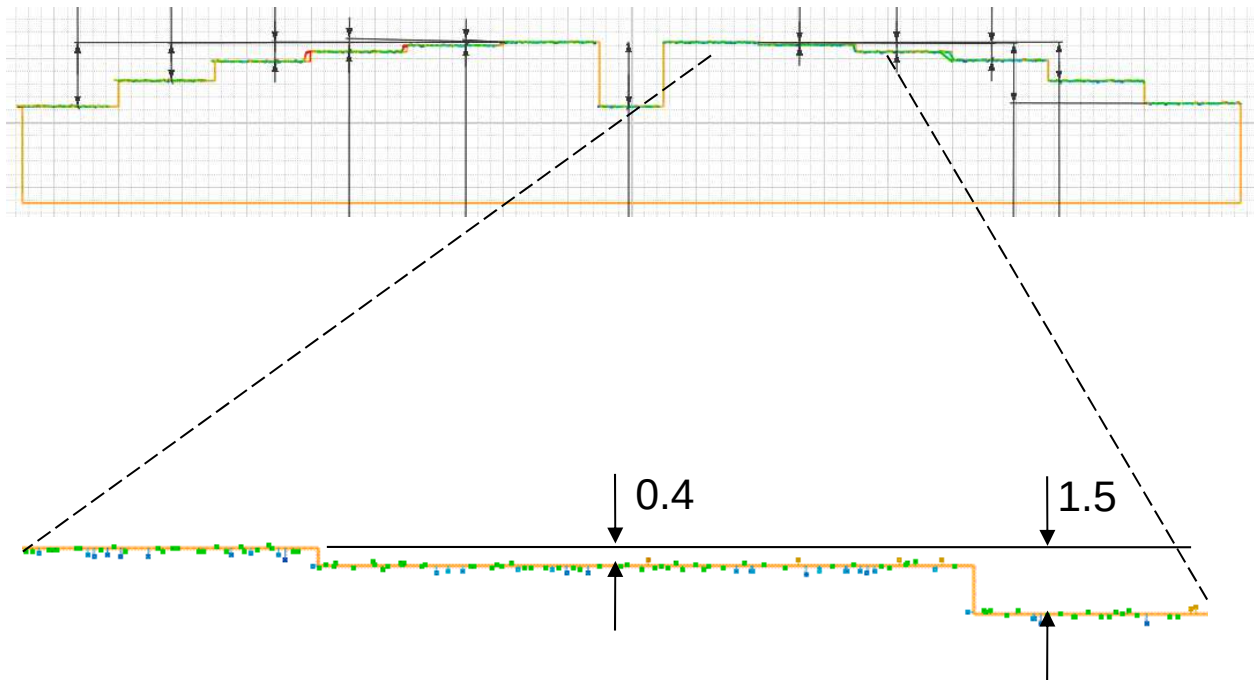


Point Cloud
20μm Grid
1.3M-Points

計測原器 – 全体偏差解析



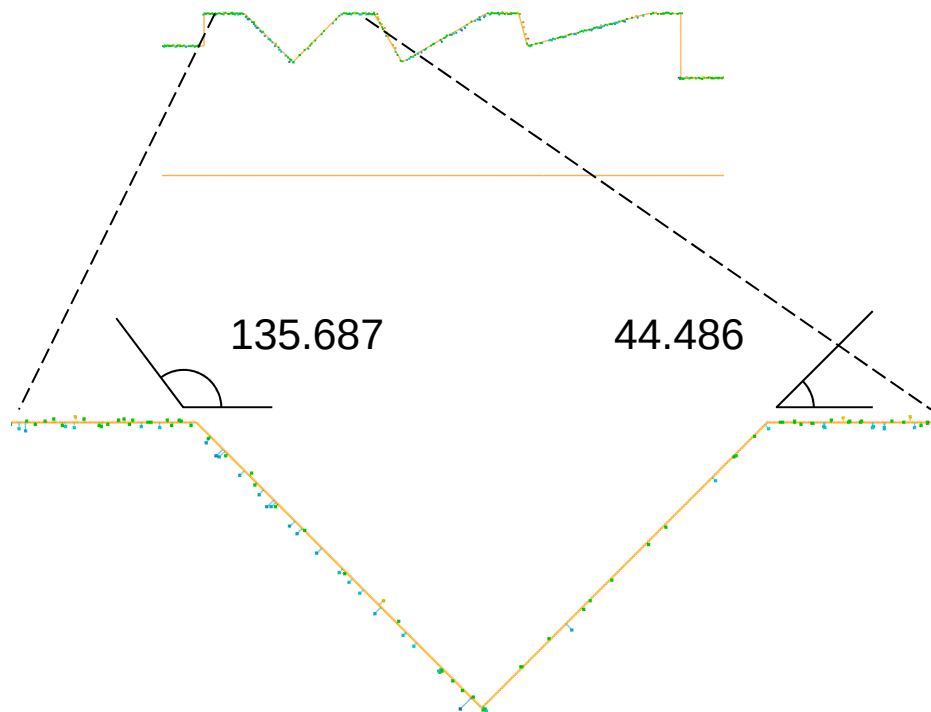
計測原器 – 段差解析



No.	段差深さ-断面A(mm)		
	設計値	計測値	偏差
1	10.000	9.916	-0.085
2	6.000	5.938	-0.062
3	3.000	2.963	-0.037
4	1.500	1.459	-0.041
5	0.500	0.505	0.005
6	10.000	9.983	-0.017
7	0.400	0.413	0.013
8	1.500	1.462	-0.038
9	2.800	2.790	-0.010
10	6.000	5.992	-0.008
11	9.500	9.478	-0.022
平均			-0.028

格面の測定点:約30点

計測原器 – V溝解析



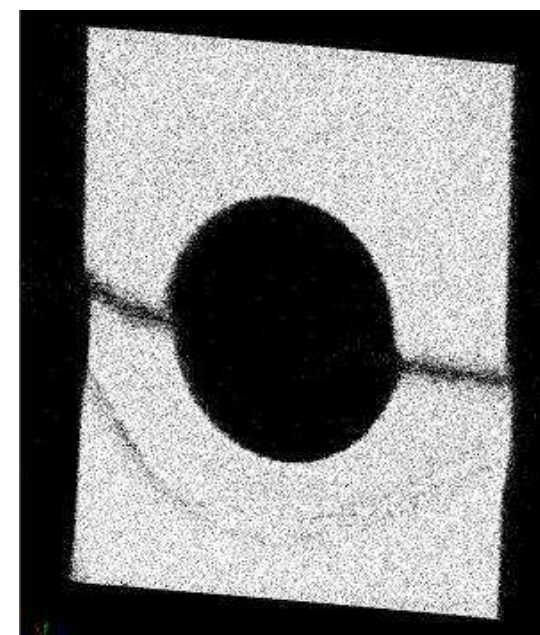
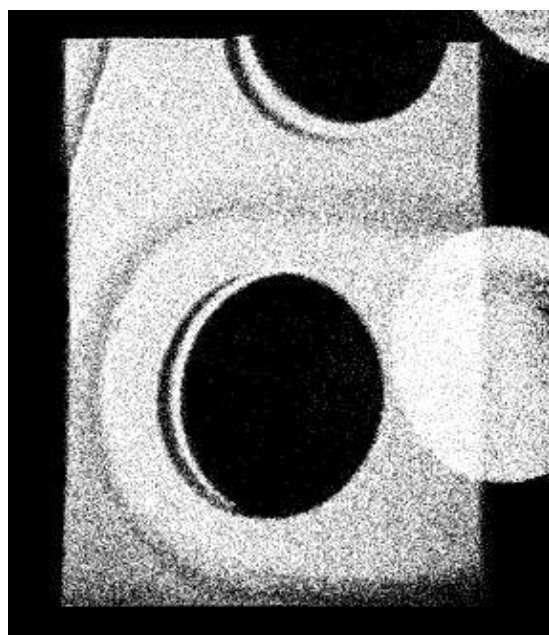
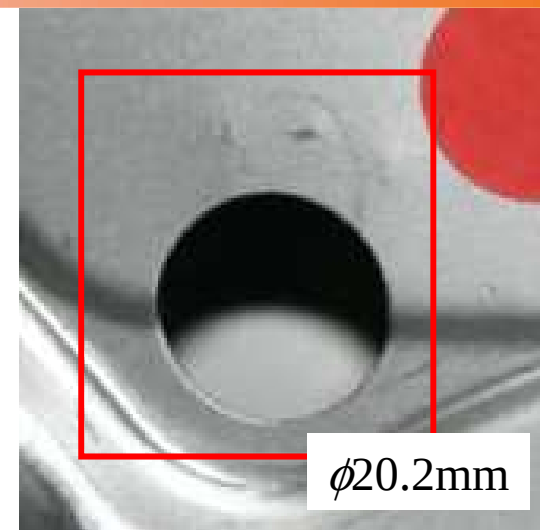
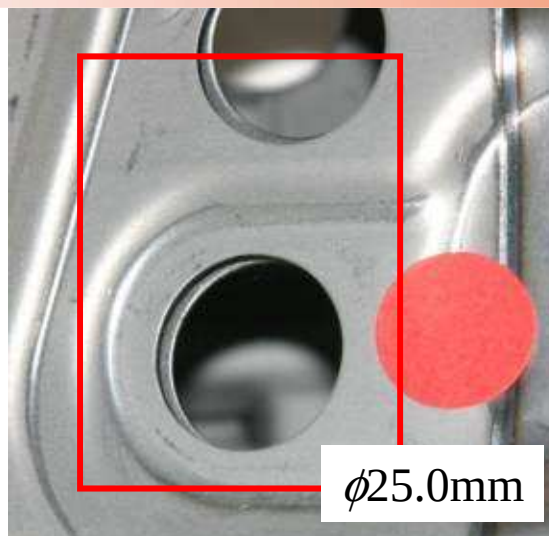
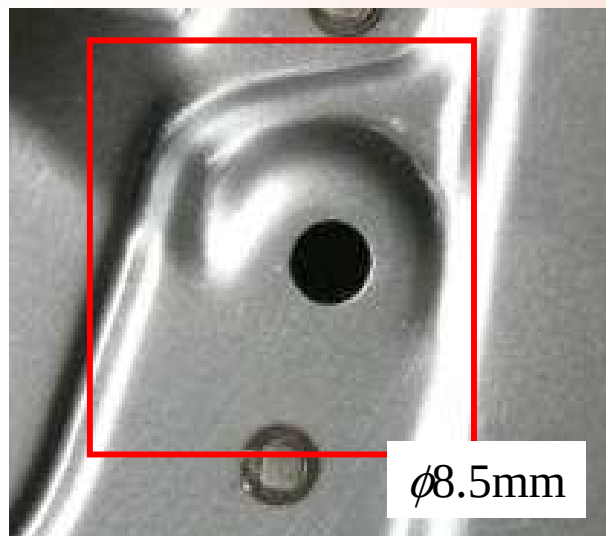
	傾斜角度-断面B(deg.)		
No.	設計値	計測値	偏差
1	135.000	135.687	0.687
2	45.000	44.486	-0.514
3	120.000	118.382	-1.618
4	30.000	29.583	-0.417
5	105.000	102.889	-2.111
6	15.000	14.620	-0.380
平均			-0.725

No.3,5の計測点は10点前後で
角度算出精度が劣化

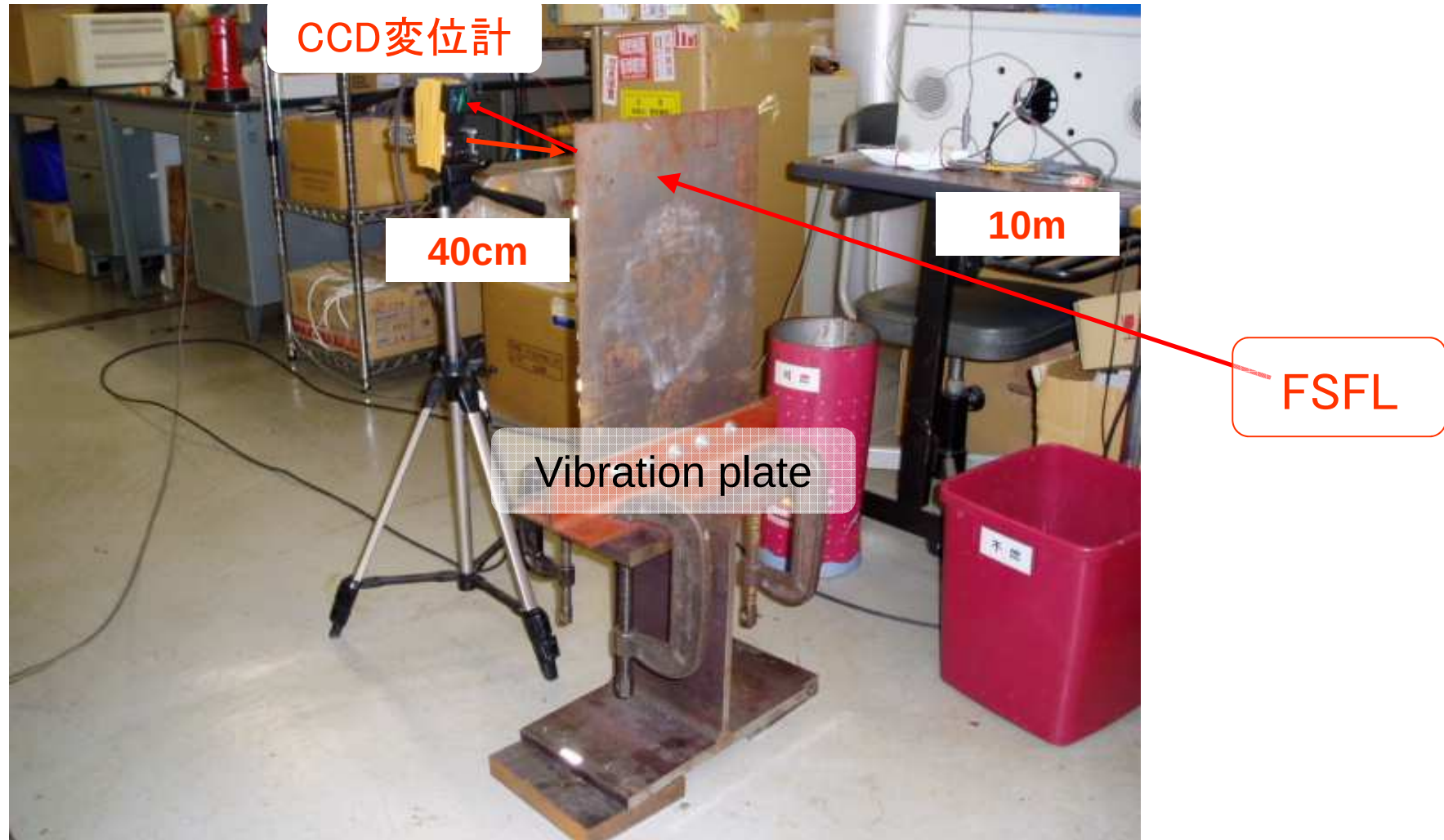
計測事例：ドア内側の基準穴



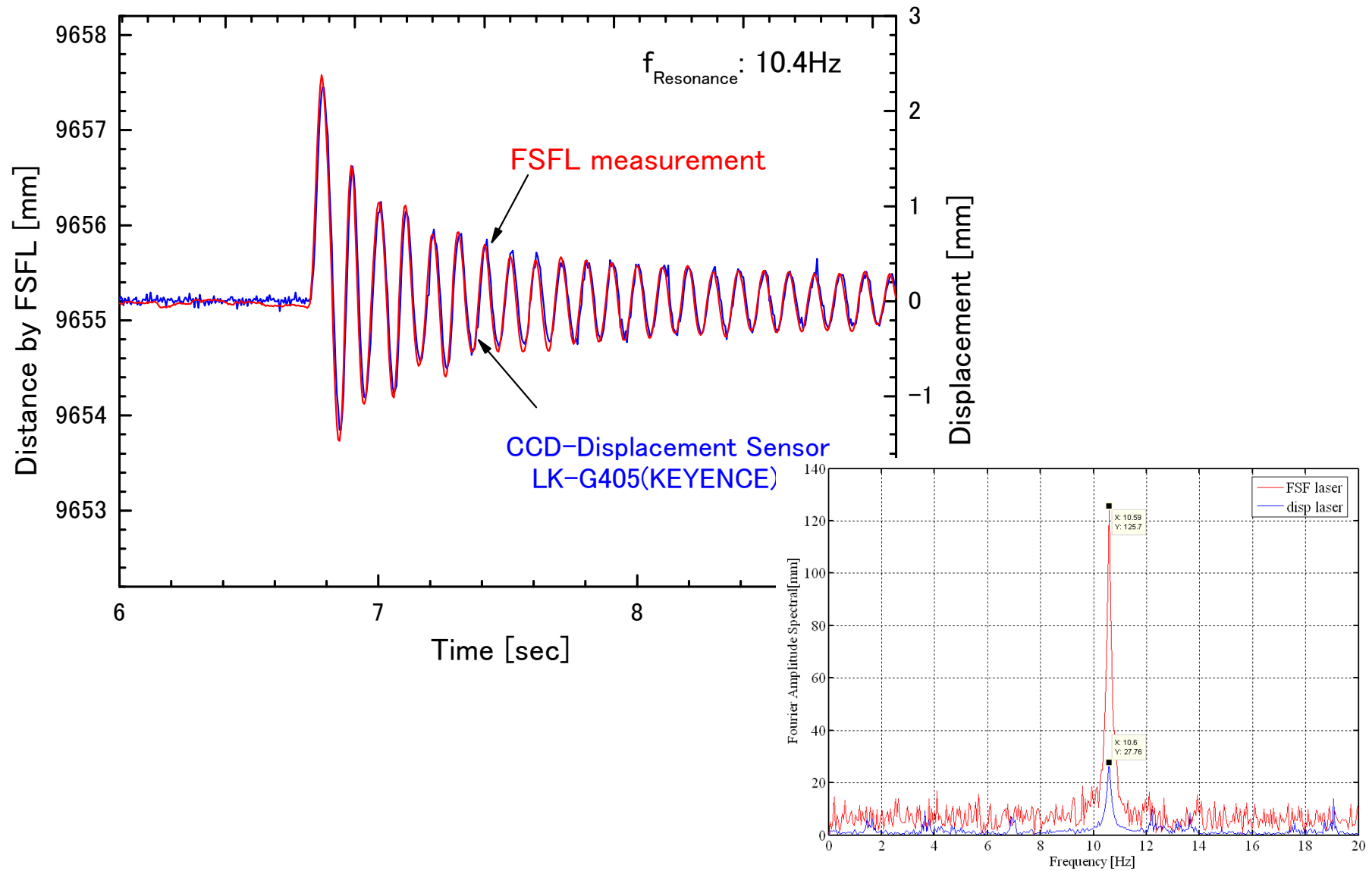
計測事例：ドア内板の基準穴



土木計測 - 振動計測試験風景



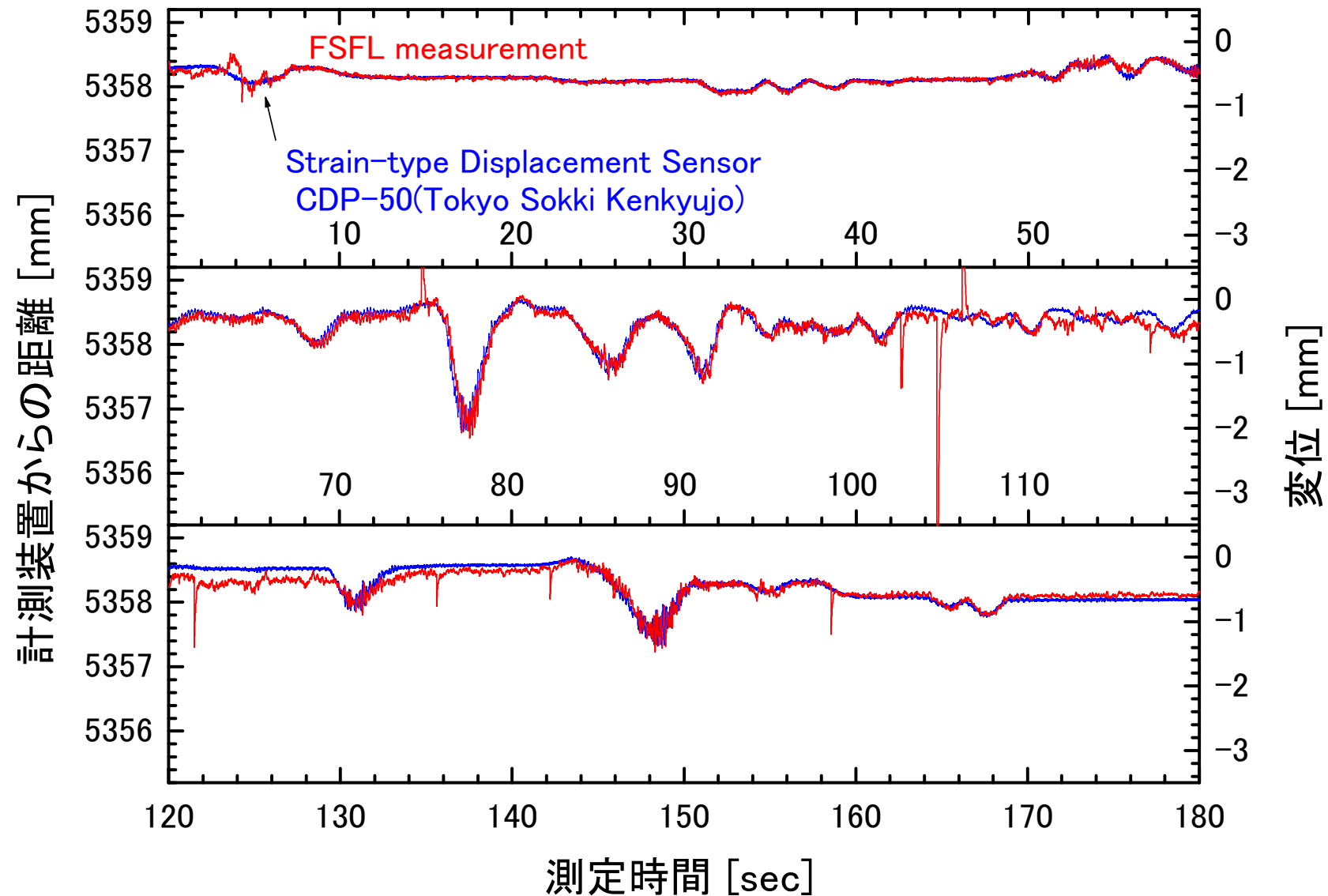
土木計測 - 振動計測試験



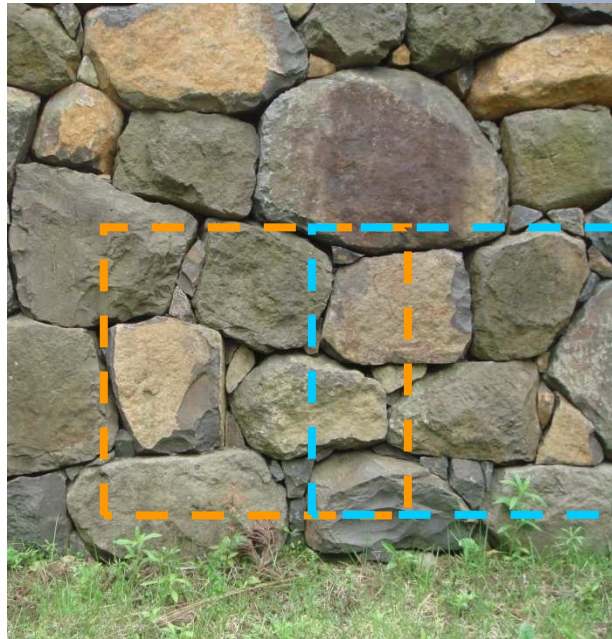
土木計測 - 橋梁診断実験風景



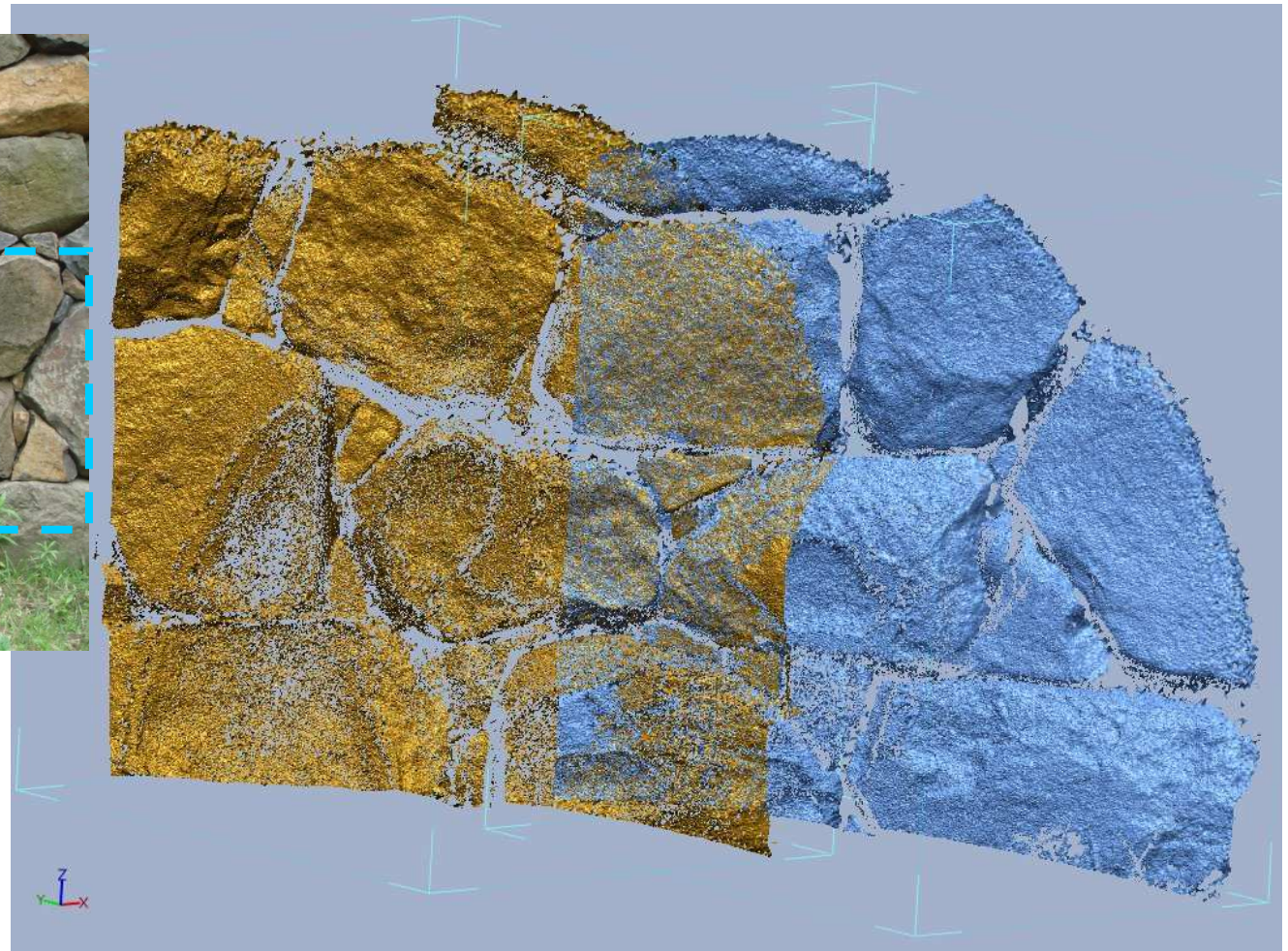
土木計測 - 橋梁診断実験 (橋梁の変位測定)



文化財計測 - 青葉城 石垣

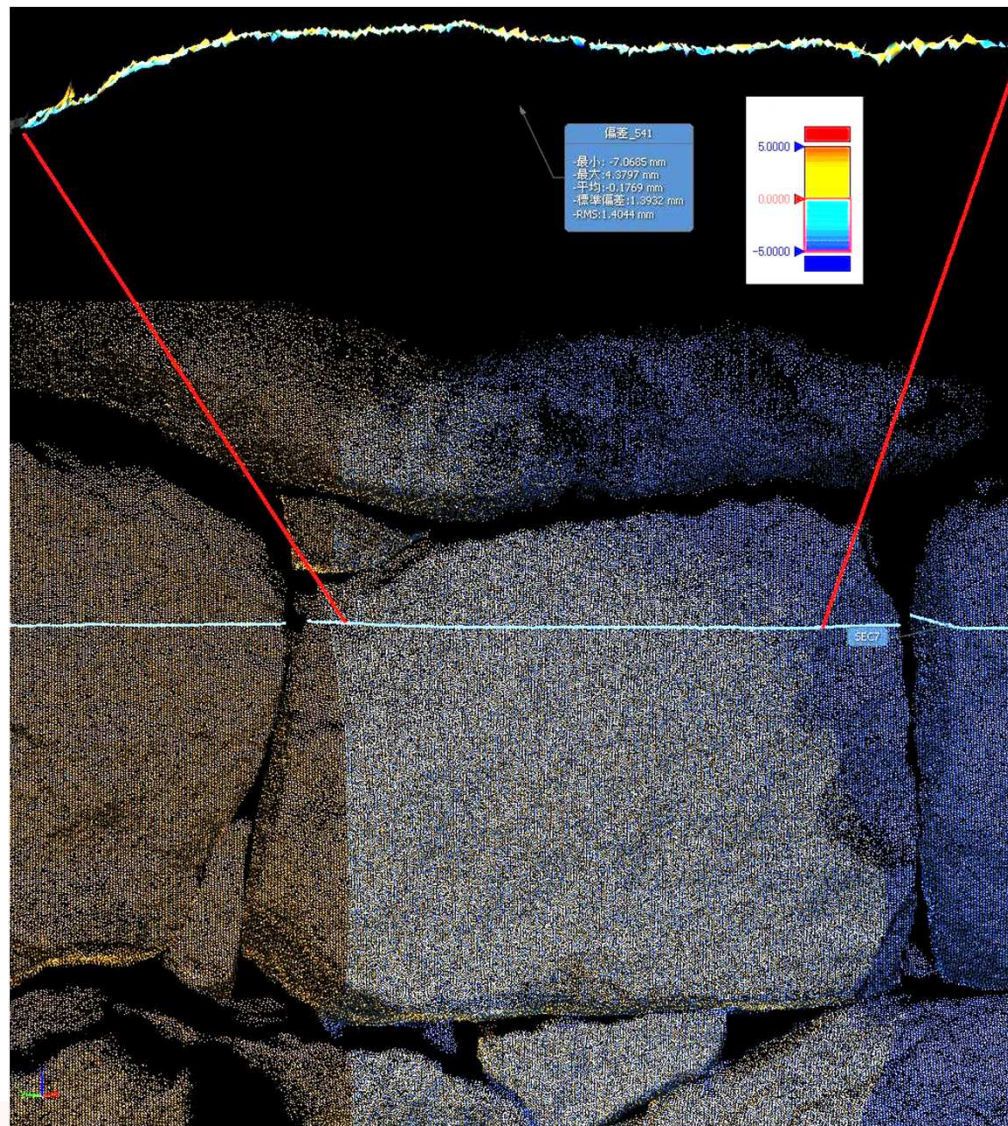


Meas. range 1.3m
Meas. points
yellow area 586K pts
Blue area 518K pts



XYZi08031611,XYZi08031702

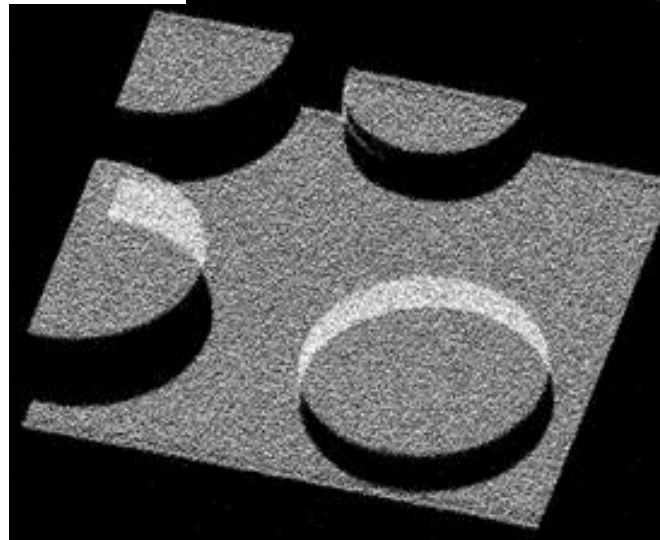
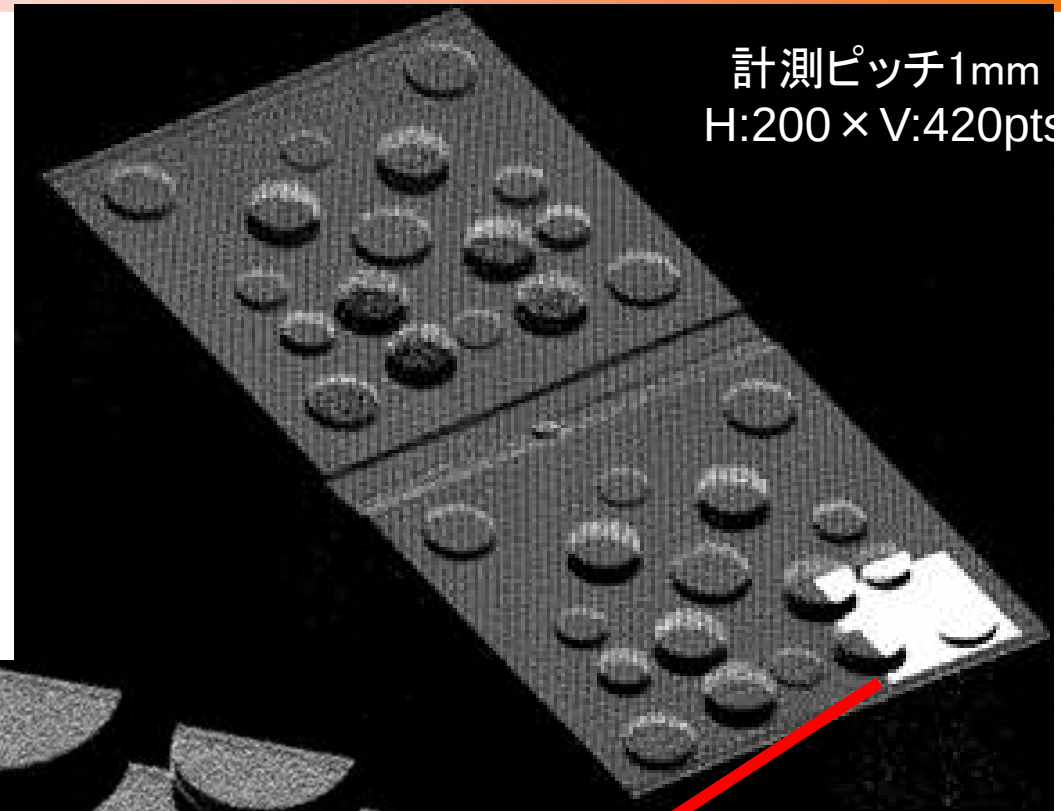
石垣計測 重なり部分の偏差



Averaged deviation
0.18mm

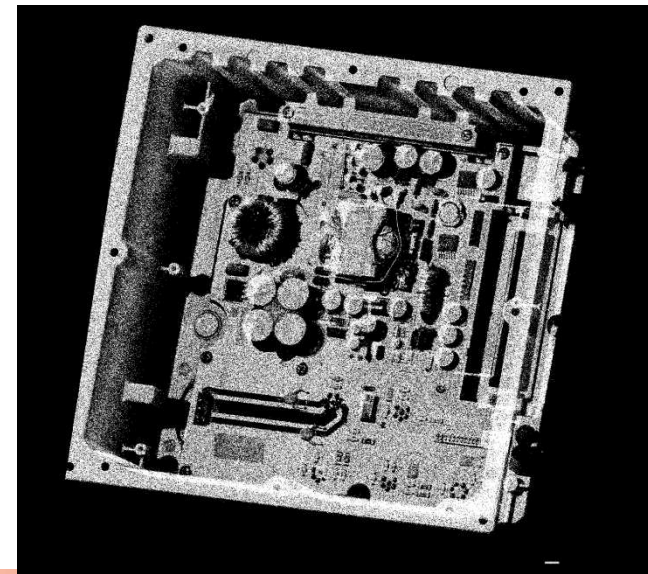
Standard deviation
-1.39mm

物体色の影響

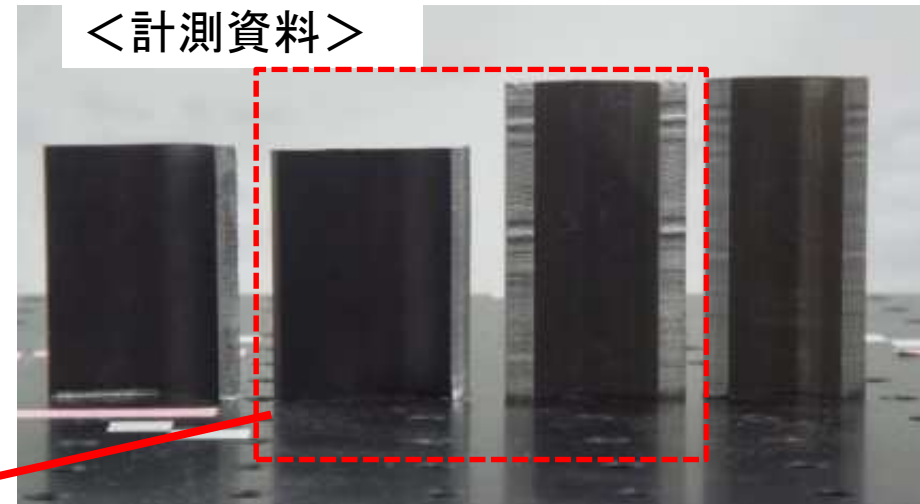


計測ピッチ12μm
H:420 × V:420pts

その他の計測事例

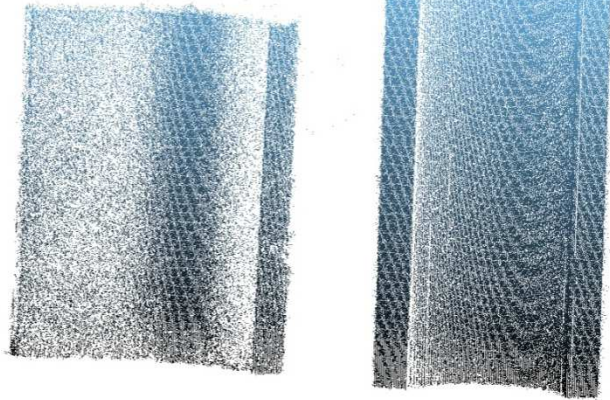


高温体の計測

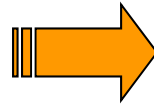
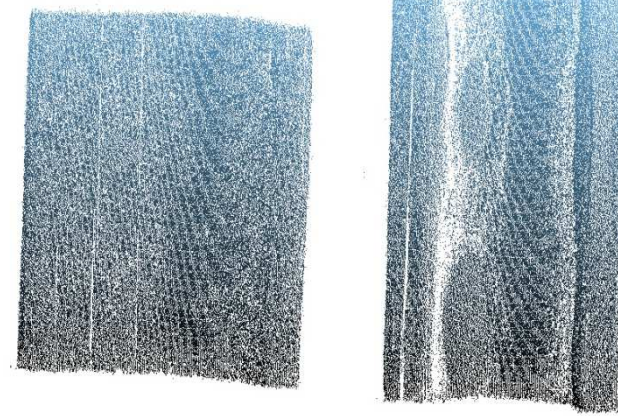


高温体の計測結果

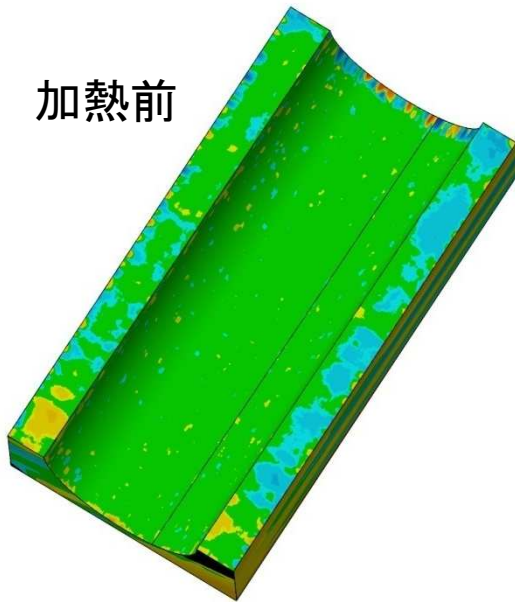
加熱前



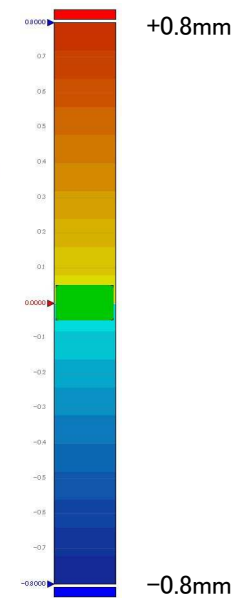
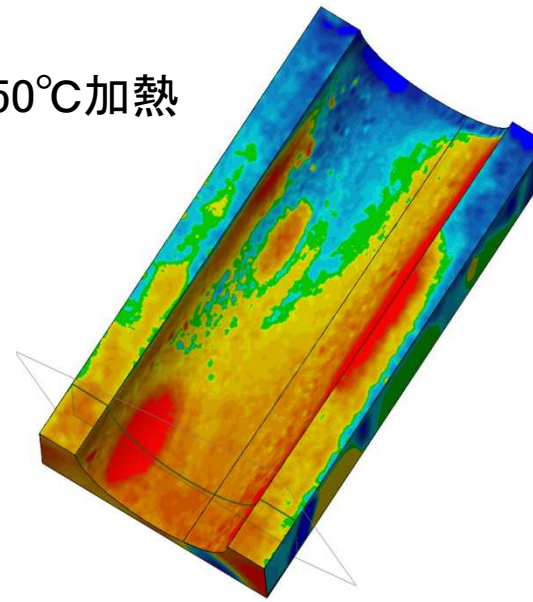
1150°C加熱



加熱前

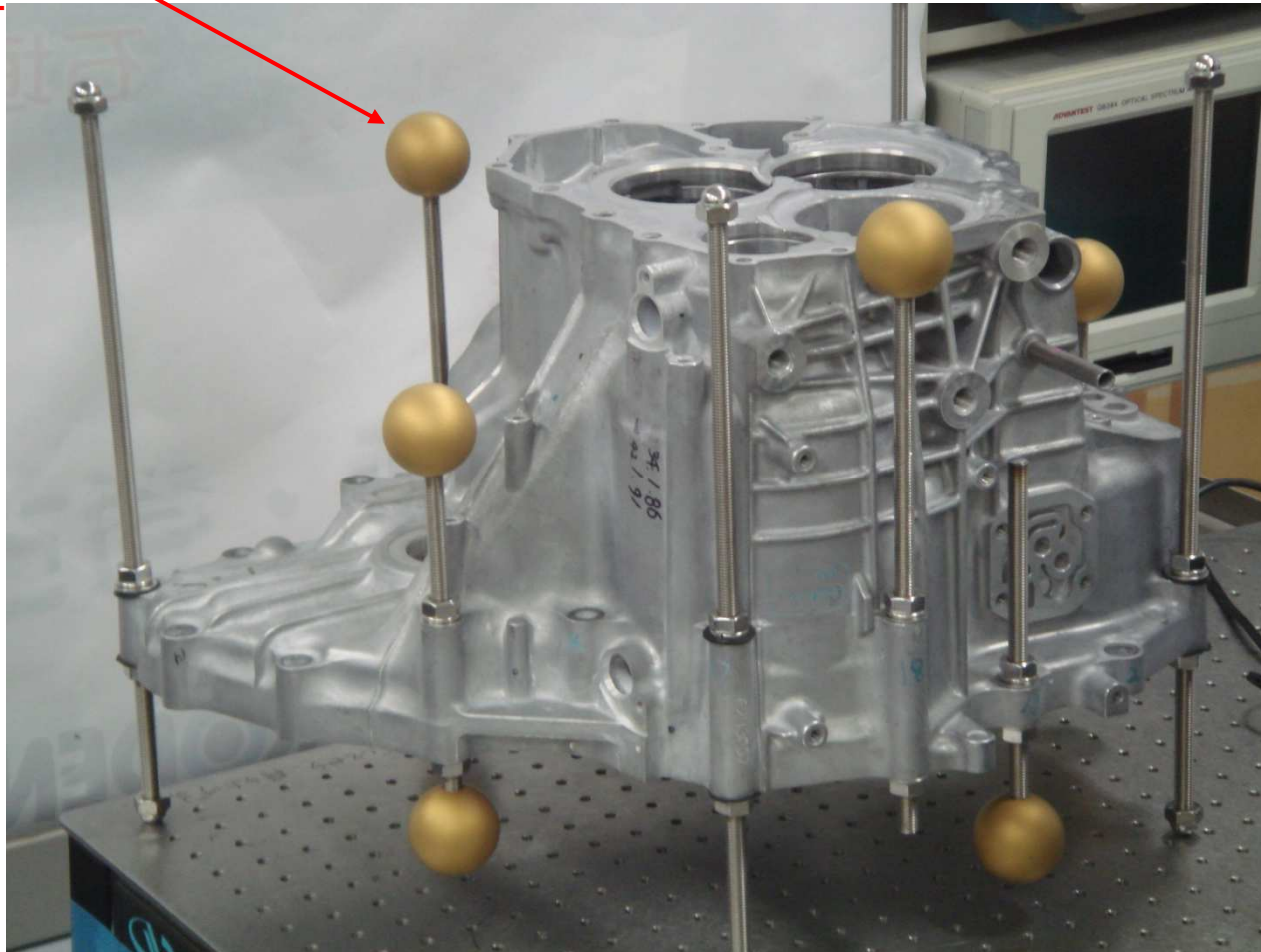


1150°C加熱



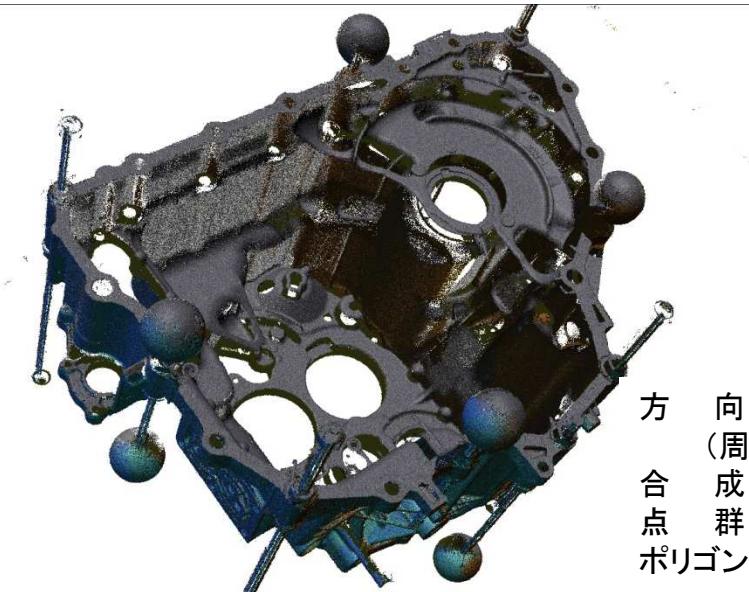
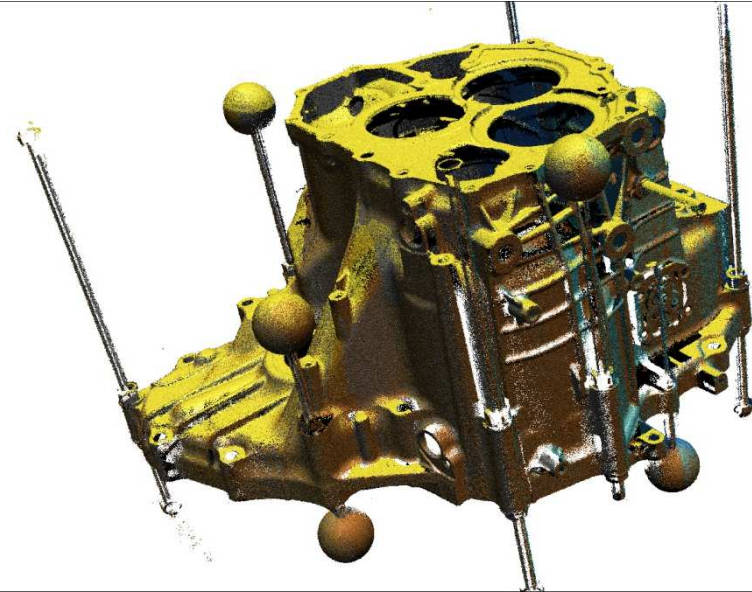
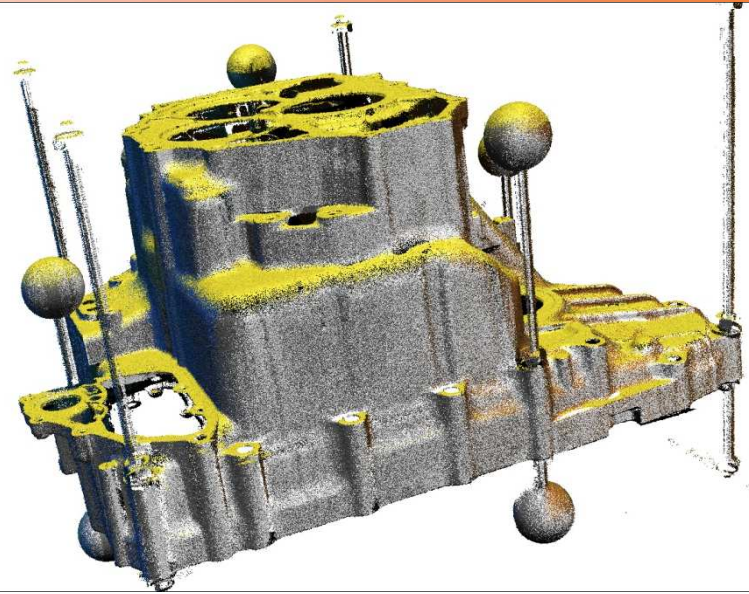
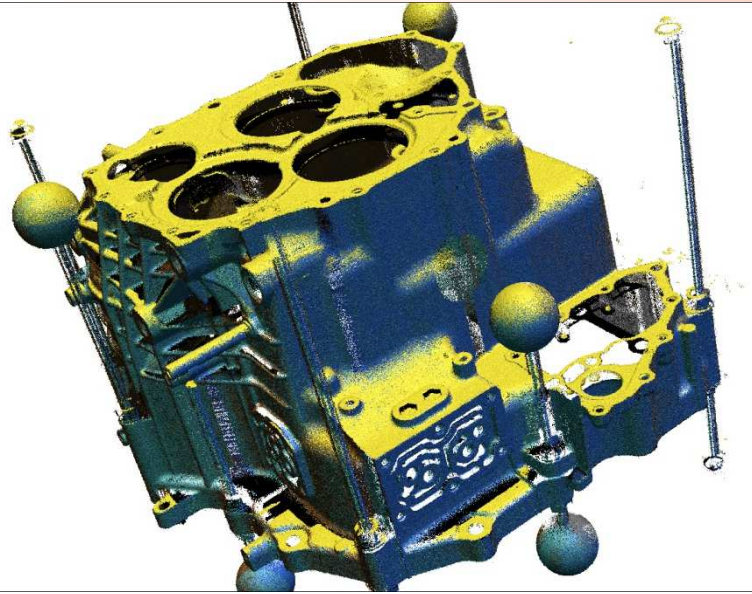
トランスミッションケース計測

点群位置合わせ用基準球
φ45×8ヶ



(概寸:500 x 400 x 300)

トランスミッションケース計測結果



方 向: 10方向
(周囲8+天地)
合 成: 8球
点 群: 9.1Mpts
ポリゴン: 17.2Msfs