

X線CT装置を用いた寸法測定 の誤差評価

応募企業 ムサシノ機器(株)

| | |
|----------|--------|
| 電子・機械技術部 | 機械・加工科 |
| 研究員 | ○ 菊地潤 |
| 副主任研究員 | 坂内駿平 |
| 副主任研究員 | 渡邊孝康 |
| 主任研究員 | 小野裕道 |

質問はメールにて事務局までお気軽にお問い合わせください。

問い合わせ先：福島県ハイテクプラザ 企画連携部産学連携科

e-mail : hightech-renkei@pref.fukushima.lg.jp

1. 背景

○応募企業 ムサシノ機器株式会社

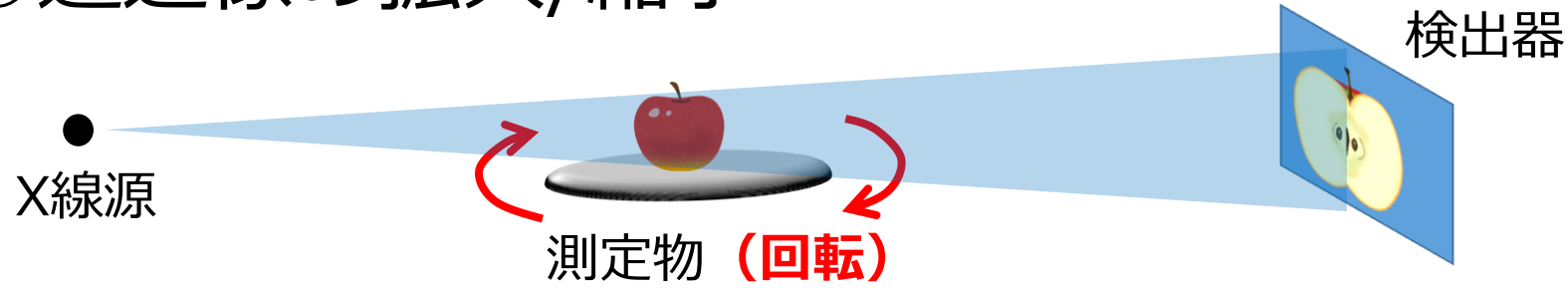
- ・船舶用機器の企画・製造・保守

○解決すべき課題

- ・深穴部品や閉じた複雑な内部形状を持つ部品等、3次元デジタイザではスキャンできない部品を当所のX線CT装置を用いてリバースモデリングしたい
- ・しかし、CT撮影条件やデータ処理条件による形状変化により、長さ測定誤差が不透明なため、これを明らかにして欲しい

1.2. X線CTによる測長の留意事項

○透過像の拡大/縮小

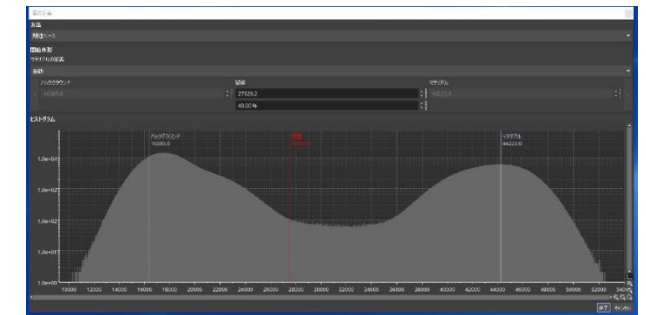
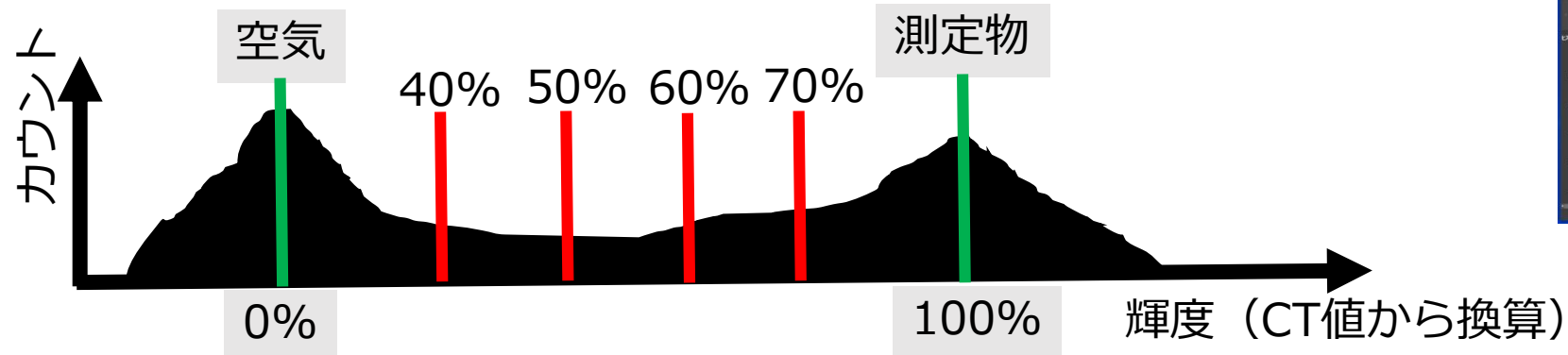


X線源－測定物－検出器
の位置関係により、
透過像が拡大/縮小する

位置毎に補正が必要

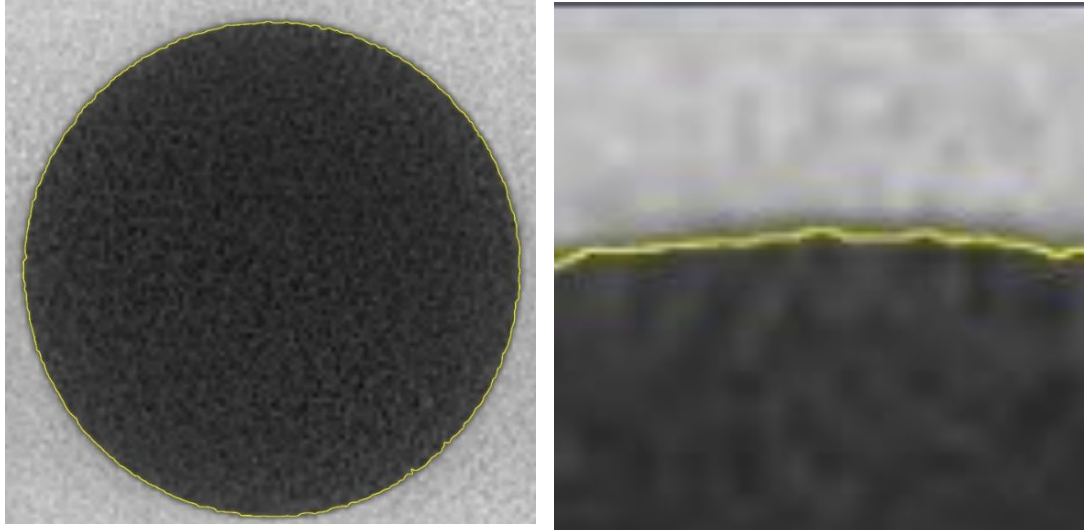
○測定面の移動

- 寸法測定では、測定面を定義する必要があるが、CTボリュームデータはグレースケールのため、定義面2値化閾値により、測定面を定義する必要がある
- 2値化閾値により寸法が変わる（境界が移動する）

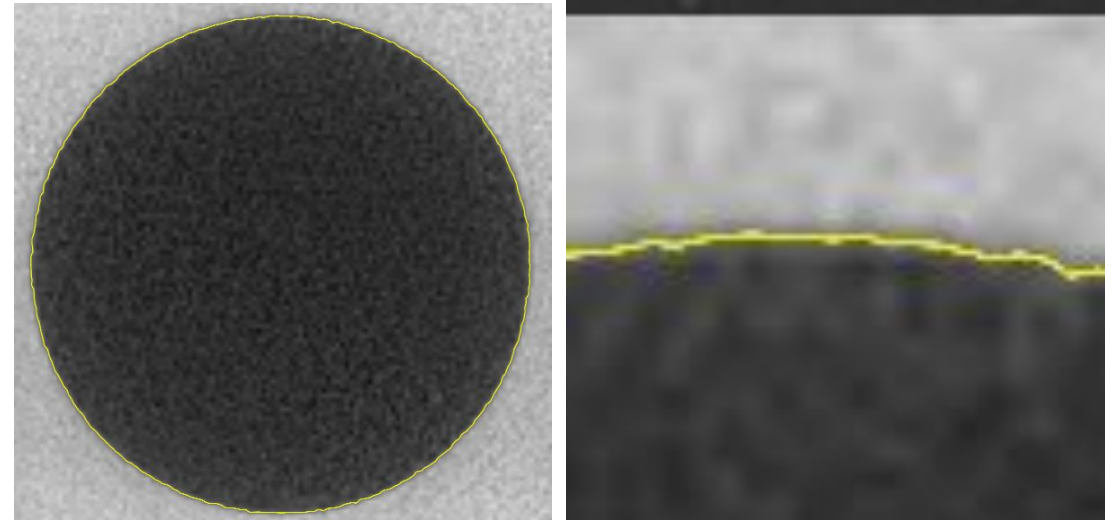


1.3 定義面 2 値化閾値による境界の移動

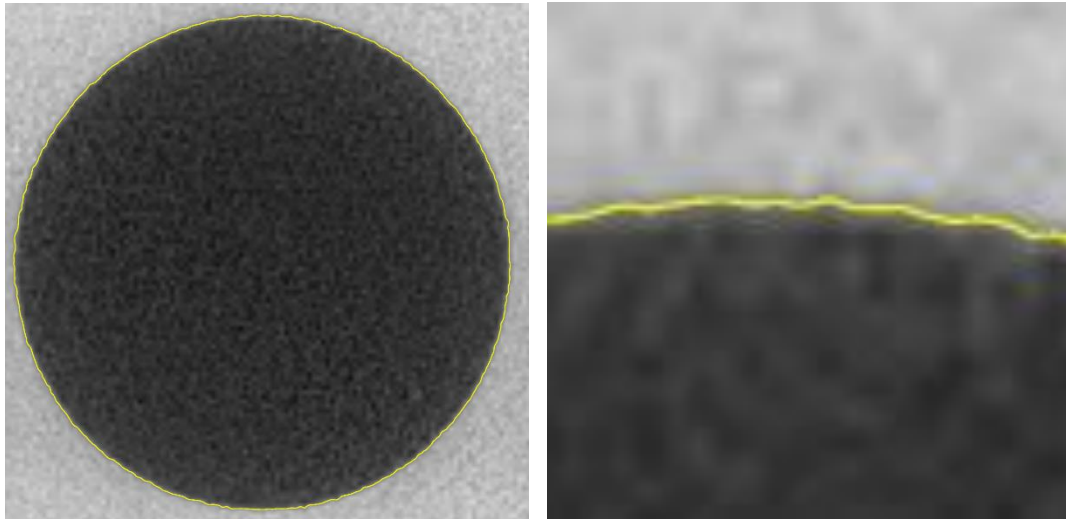
2 値化閾値 40%



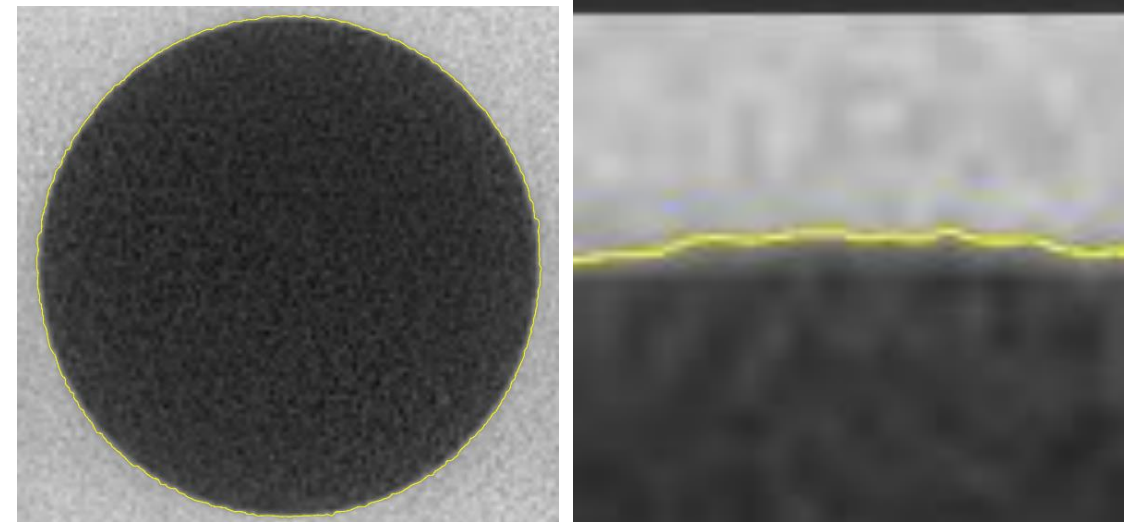
2 値化閾値 50%



2 値化閾値 60%



2 値化閾値 70%

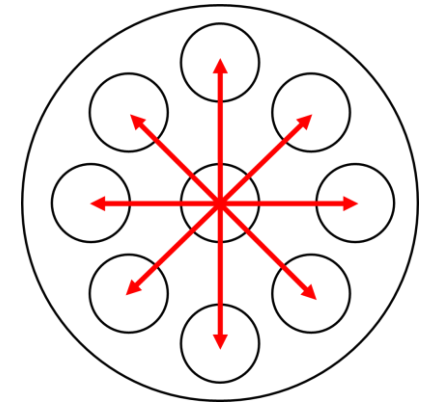


2. 1. 実験手順

○ホールプレート

3次元測定器（CMM）での測定値を校正値とし、CTボリュームデータの定義面2値化閾値ごとの穴中心間長さ測定値から拡大縮小率補正係数を算出する

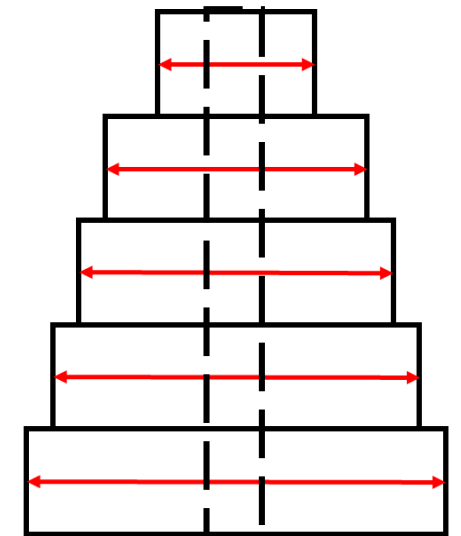
$$\text{拡大縮小率補正係数} = \text{CMM (校正値)} / \text{X線CT (測定値)}$$



穴中心間長さ測定箇所

○段付き円筒ゲージ

算出した拡大縮小率補正係数を適用したボリュームデータで、定義面2値化閾値ごとの段付き円筒ゲージ内外径を測定する



内外径測定箇所

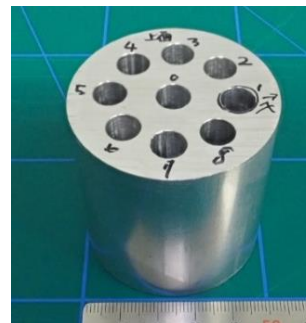
2. 2. 実験装置と測定物

○接触式 3次元測定機



| 装置諸元 | |
|--------|-----------------|
| メーカー | ミットヨ |
| 型式 | CRYSTA-APexS776 |
| 最大許容誤差 | 1.7×3/1000L[um] |

○ホールプレート



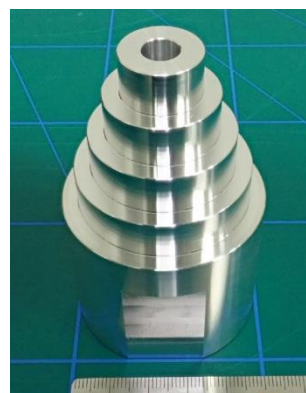
| 諸元 | |
|------|--------------|
| 外形寸法 | 直径50mm×高50mm |
| 穴 | Φ8mm (リーマ加工) |
| 材質 | A5052 |

○X線CT装置



| 装置諸元 | |
|-------|------------|
| メーカー | テスコ |
| 型式 | TXS-CT300 |
| 最小分解能 | 4 [um]JIMA |

○ 段付き円筒ゲージ



| 諸元 | |
|------|------------------|
| 器物高さ | 70mm |
| 各段高さ | 10mm |
| 各段直径 | 18, 26, 34, 42mm |
| 材質 | A5052 |

2. 3. X線CT撮影条件(ホールプレート)

| 設定項目 | 設定値 |
|-------------|---------------|
| 管電圧 | 1 7 5 kV |
| 管電流 | 1 2 0 μ A |
| フィルタ | 銅 0. 7 mm |
| 試料台位置 (SOD) | 1 3 0 mm |
| 検出器位置 (SDD) | 7 5 0 mm |
| 露光時間 | 7 0 0 mmsec |
| 撮影枚数 | 2 0 0 0 枚 |
| 撮影時間 | 約 2 4 分 |

2. 4. X線CT撮影条件(段付き円筒ゲージ)

| 設定項目 | 設定値 |
|-------------|---------------|
| 管電圧 | 1 8 0 kV |
| 管電流 | 1 2 0 μ A |
| フィルタ | 銅 0 . 7 mm |
| 試料台位置 (SOD) | 1 3 0 mm |
| 検出器位置 (SDD) | 7 5 0 mm |
| 露光時間 | 7 0 0 mmsec |
| 撮影枚数 | 2 0 0 0 枚 |
| 撮影時間 | 約 2 4 分 |

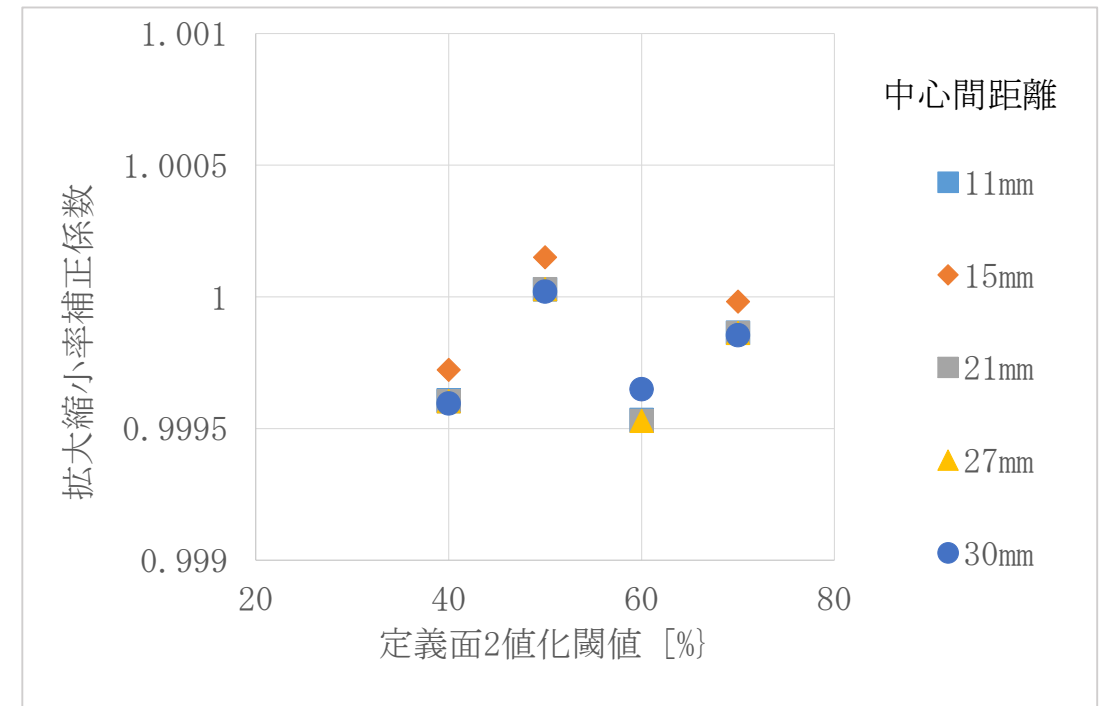
3. 1ホールプレート 結果と考察

○手順

- CMMで測定し、校正値を取得
- X線CTで撮影
- CTデータ解析ソフト (VGSTUDIOMAX) で閾値データ毎に円要素から中心座標測定
- 拡大縮小率補正係数 =
$$\text{CMM (校正値)} / \text{X線CT (測定値)}$$

を算出し平均を計算

○ 拡大縮小率補正係数の算出



2 値化閾値ごとの拡大縮小率補正係数

3. 2. 段付き円筒ゲージ 結果と考察

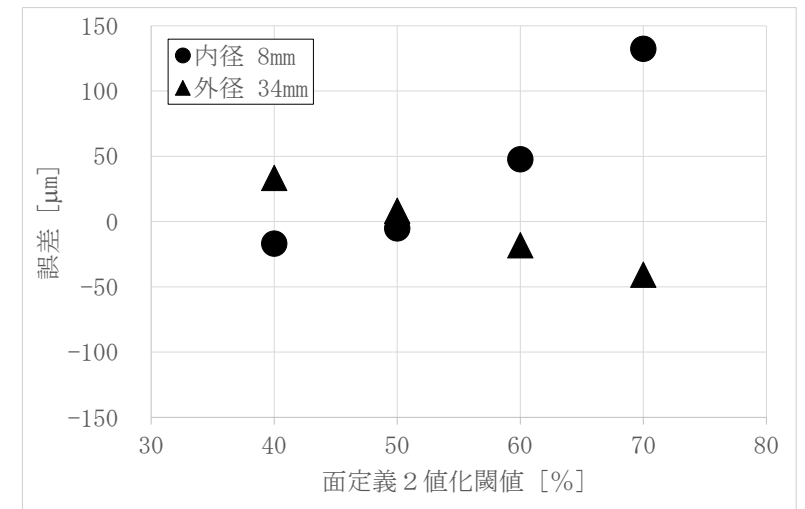
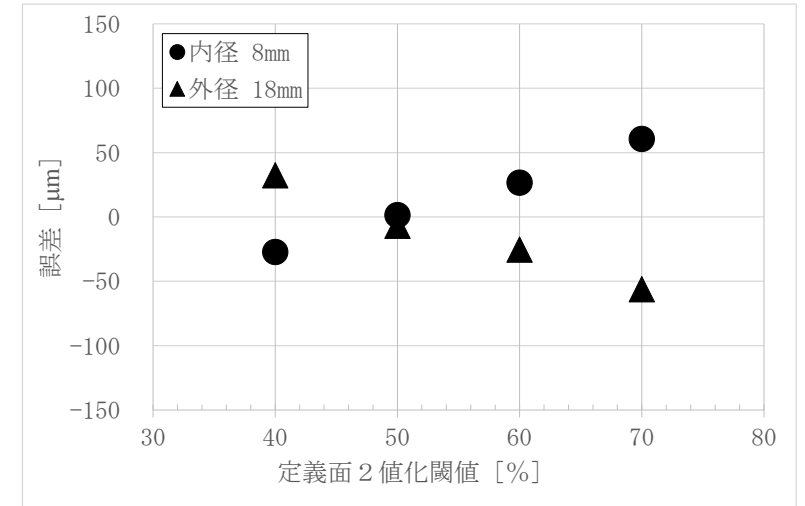
○測定手順

- CMMで測定
- X線CTで撮影
- 補正係数1.00を適用したボリュームデータを作成
- CTデータ解析ソフト (VGSTUDIOMAX) で2値化閾値ごとに直径を測定し、

$$\text{X線CT (測定値)} - \text{CMM (校正値)} = \text{誤差}$$

を算出

○測定画像の閾値と誤差



4. 結言

- ホールプレートの穴中心間長さをCMMとX線CTで測定し、X線CTの拡大縮小率補正係数を算出すると1.00であった
- 段付き円筒ゲージの内外径をX線CTボリュームデータで測定し、定義面2値化閾値を増減させると、誤差は増減した
- 補正係数1.00を適用した段付き円筒ゲージのボリュームデータ上で定義面2値化閾値を40%、50%、60%、70%とした時の内外径を測定すると、50%で誤差が最小となった