

# 画像センサを用いた穴の形状測定に関する研究

工学部 機械工学科 精密工学研究室

学生K(B4) (指導教員:井原 之敏教授)

## 研究目的

近年、画像測定は寸法測定や位置測定のみならず、様々な応用がなされ複雑な用途に対応している。その過程で、本来は真円度測定装置などの専門的な評価機器で行う検査を光学機器を用いて評価することができるならば、生産速度の向上において十分な効用があると思われる。本研究では画像センサを用いて真円度の測定を行い、画像センサでの真円度の測定が、真円度測定機以外での測定方法の一つとなりうるかどうかを調べることを研究の目的とする。

## 真円度とは何か？

真円度とは、「円形体を2つの同心の幾何学円で挟んだとき、同心円の間隔が最小となる場合の、2円の半径の差」のことをいう。真円度は、軸や軸受などの機械の回転運動する部分に用いられている機械要素の形状や回転精度を評価する指標として用いられる。

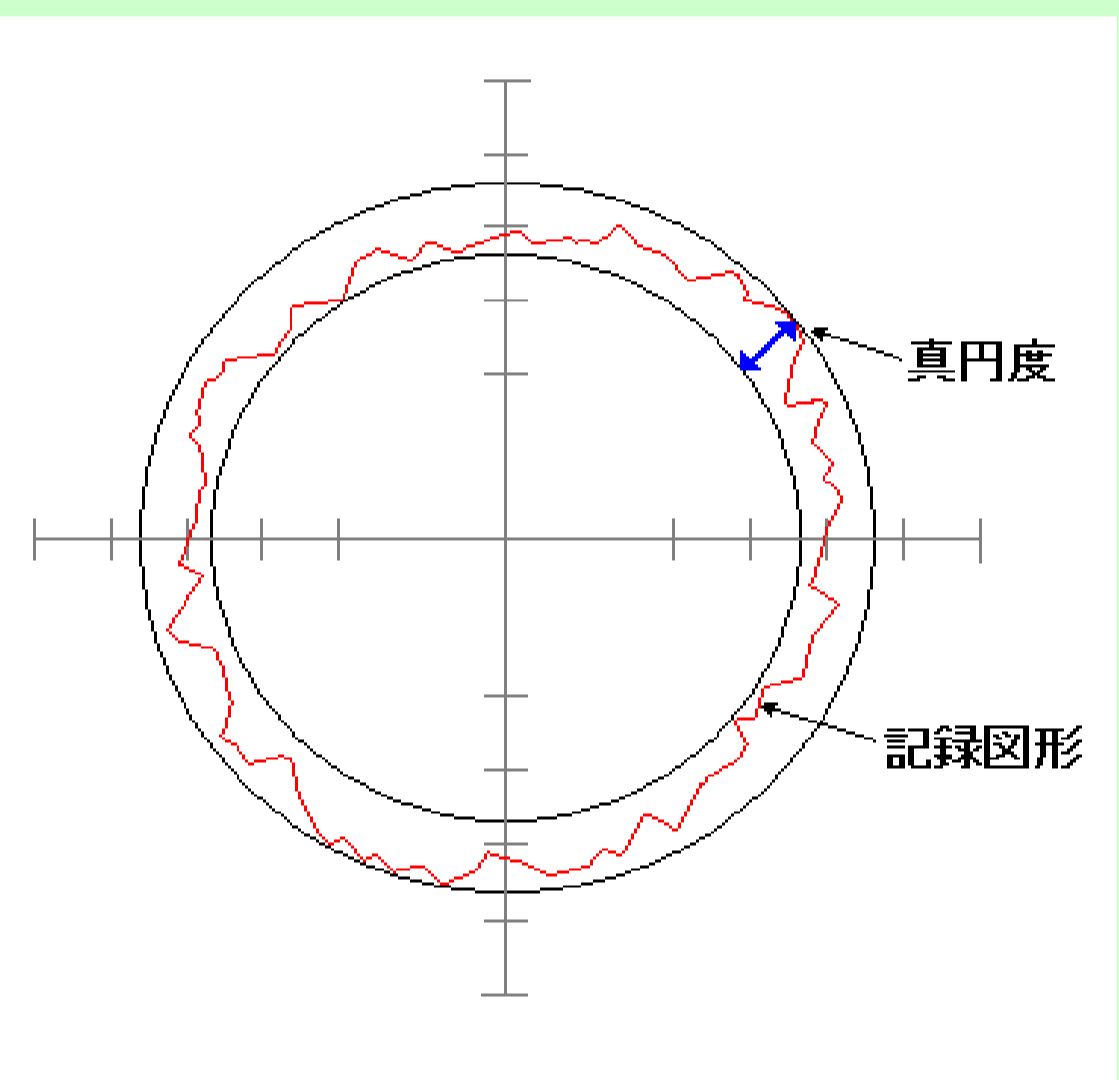


図: 真円度と記録図形

## 画像センサでの真円度測定

計測対象を撮影し、計測したい部分のみを抽出する。計測中心から外方向にスキャンを行い、エッジを検出する。検出されたエッジの位置から、最小二乗法を用いて平均円を検出する。平均円の中心からの半径の最大値と最小値の差を計測し、その値を真円度として扱う。

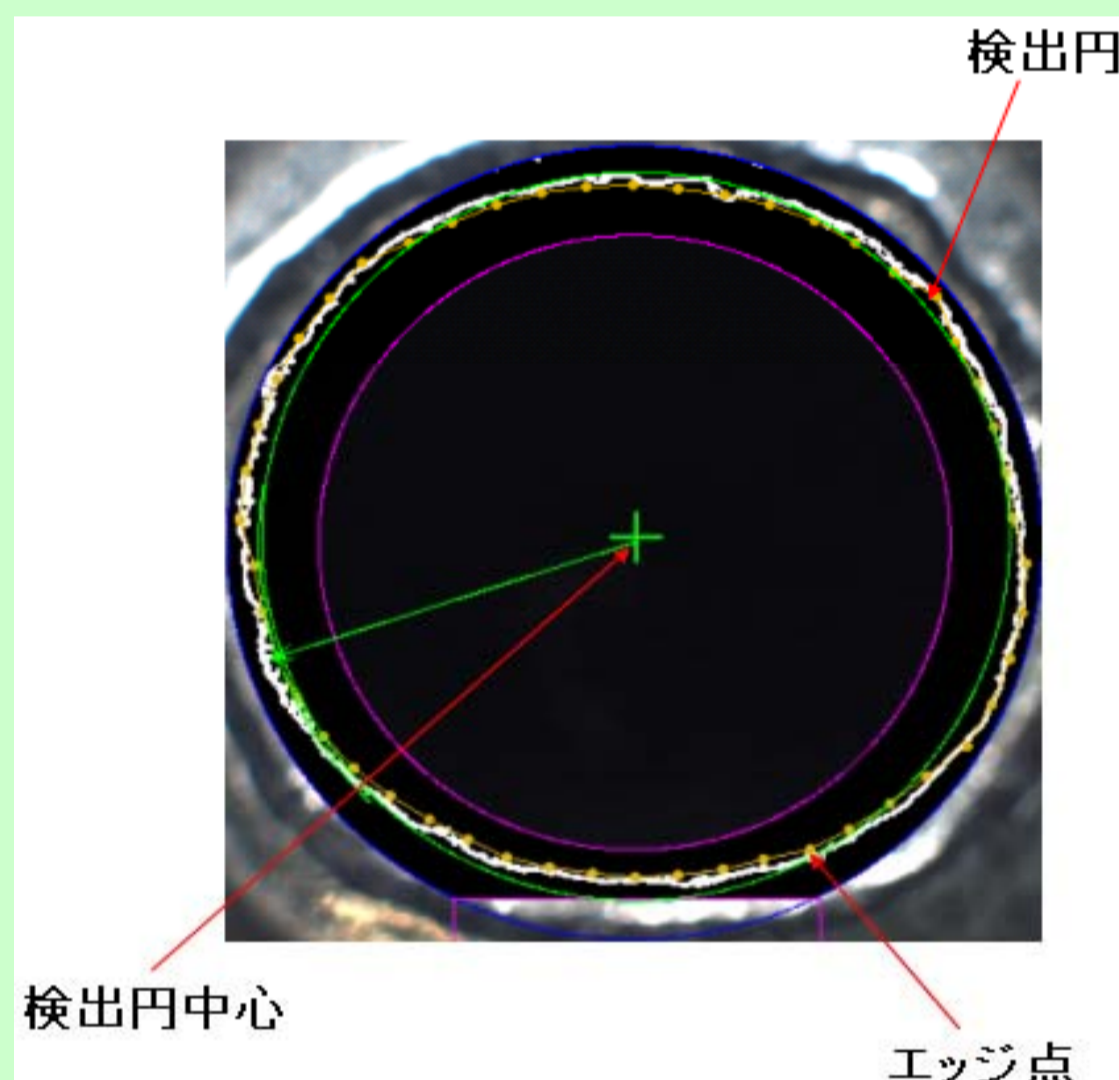


図: 検出円と記録図形

## 実験手順

下の図のように装置同士を接続し、レンズの絞りリングや取り付け台のダイヤルを回して、ピントやWD(レンズ先端から被写体表面までの距離)を調節する。対象の穴周辺を撮影し、パソコンにデータを送信して、計測データを編集する。

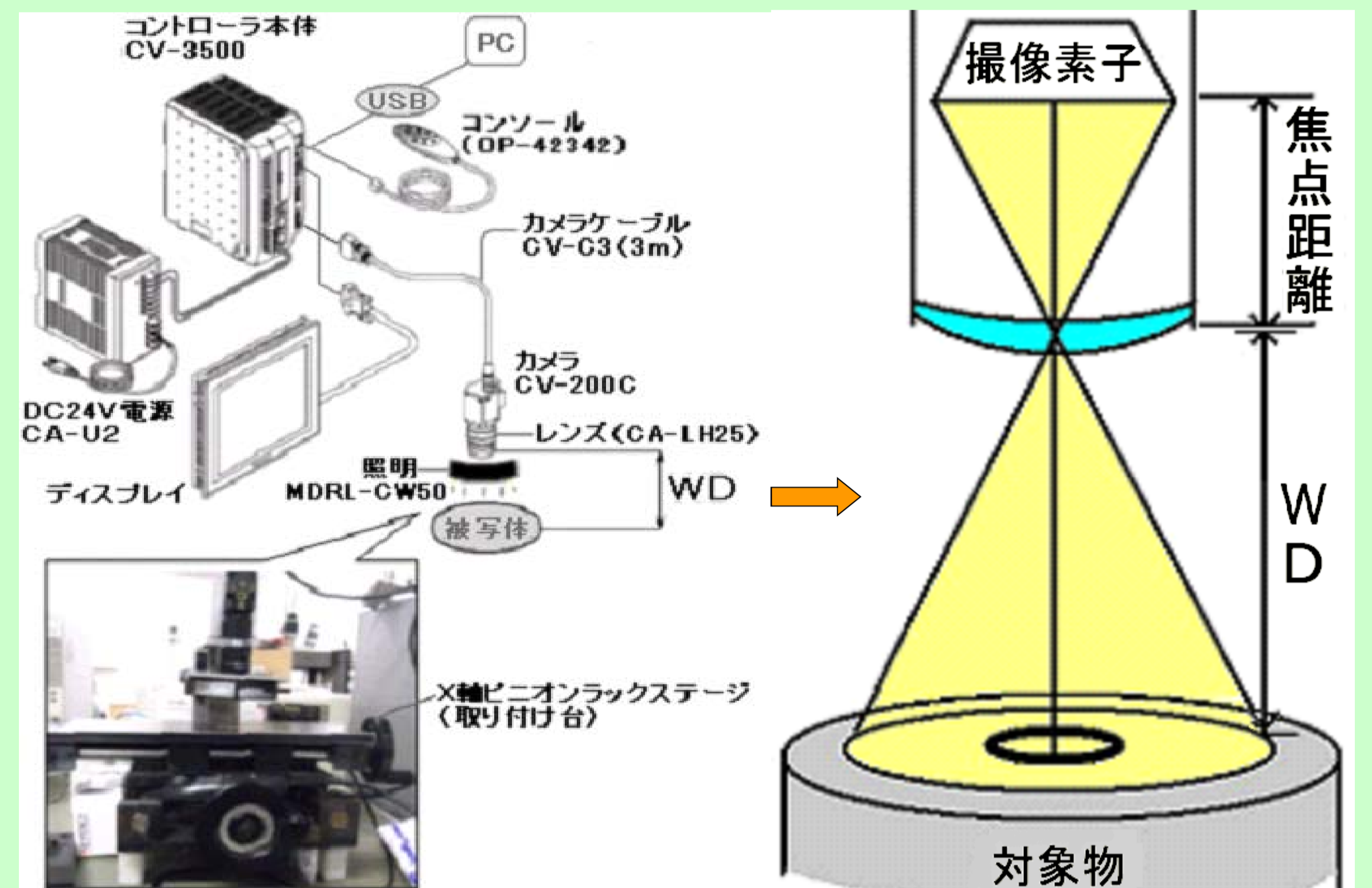


図: 実験装置の接続例&焦点距離とワーキングディスタンス(WD)

## 撮影手順

カメラの測定範囲の中心とリングの中心を一致させ、ピントを最大まで絞った状態にし、レンズと対象物をできるだけ近づける。その状態からレンズを上げて被写体から離していき、ピントが合ったところが理想焦点となる。

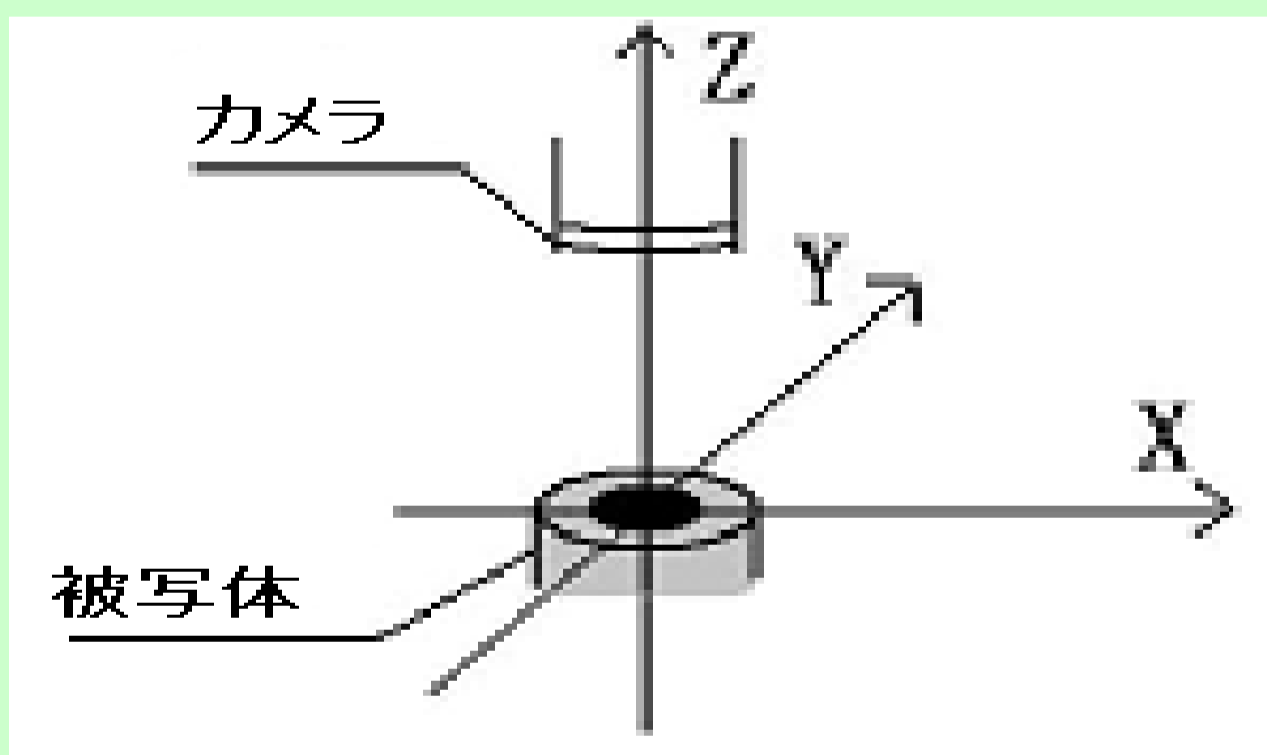


図: 撮影条件

撮影した画像の寸法は、画素数(ピクセル)でしか表示されないため、1画素をメートル単位に換算し、画素数を乗算する必要がある。1画素あたりの長さを画像分解能といい、以下の式により算出することができる。

画像分解能 = Y軸の視野 ÷ Y軸総画素数

また、必要な視野は、以下の比例式により算出することができる。

WD: Y軸の視野 = 焦点距離 : Y軸サイズ

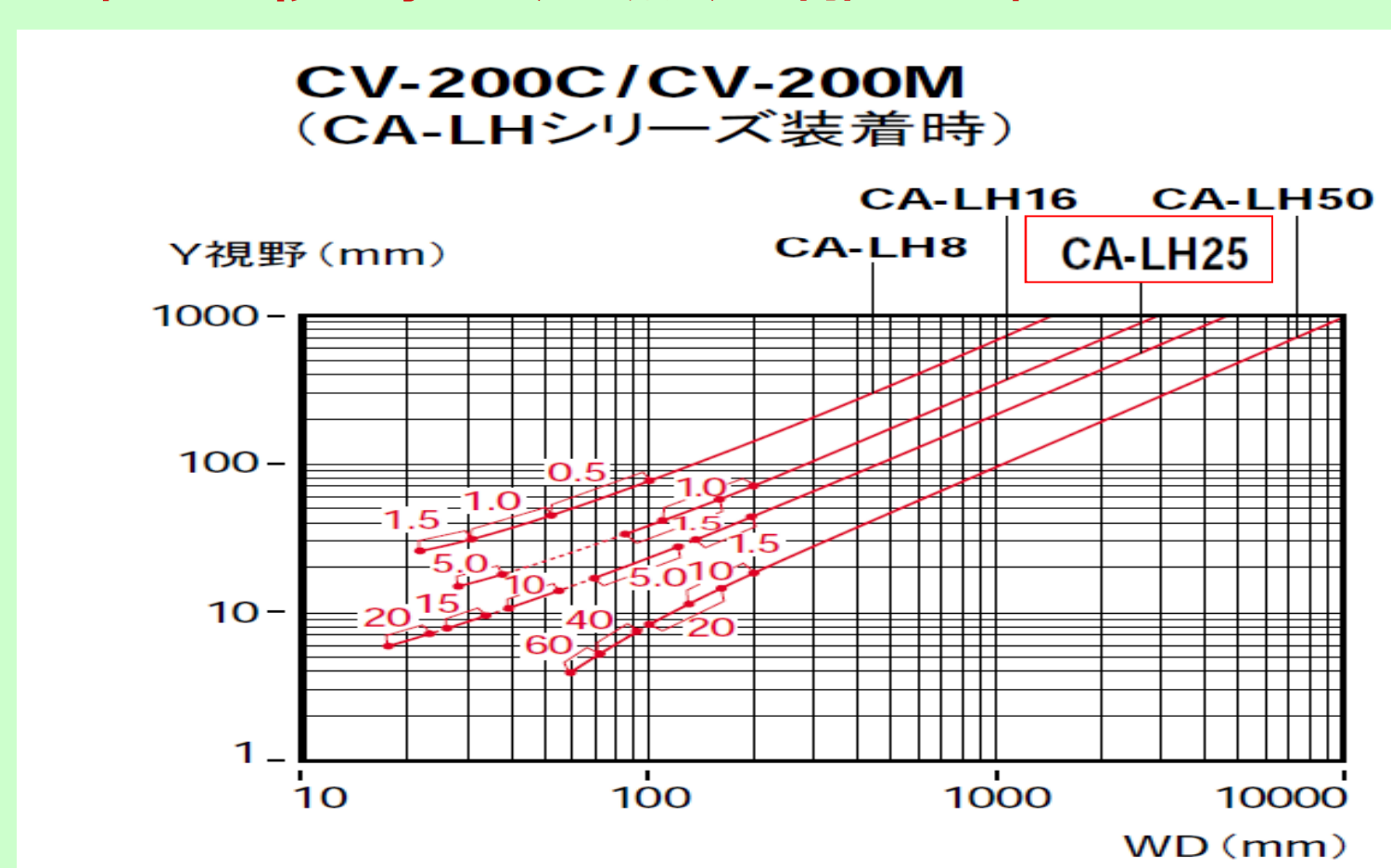


図: 200万画素カメラでの視野とWD

## 実験と結果

実験では、真円度の良い内径ゲージ(セットリング)と、真円度の悪い50円硬貨を測定対象として用いる。内径ゲージの穴径は10.00mm、50円硬貨の穴径は4.0mmである。

まず、エッジ測定にかかる時間の間隔を調べた。右図に円の分割数(=エッジ点の検出数)と測定時間の関係を示す。

内径ゲージ、50円硬貨の穴の真円度を測定した。50円硬貨は製造年数の古い順に8枚を順次撮影した。測定結果は下の図のようになった。内径ゲージの真円度は31~38 μmとなったが、実際の真円度公差は1.0 μmであり、誤差が大きくなった。50円硬貨の穴の真円度は186~277 μmとなり、標準偏差は0.5~2.1 μmとなった。公差は0.5mmと思われる。以上より、この実験方法では測定精度は不十分であるということが分かった。



図: 測定対象(左:内径ゲージ, 右:50円玉)

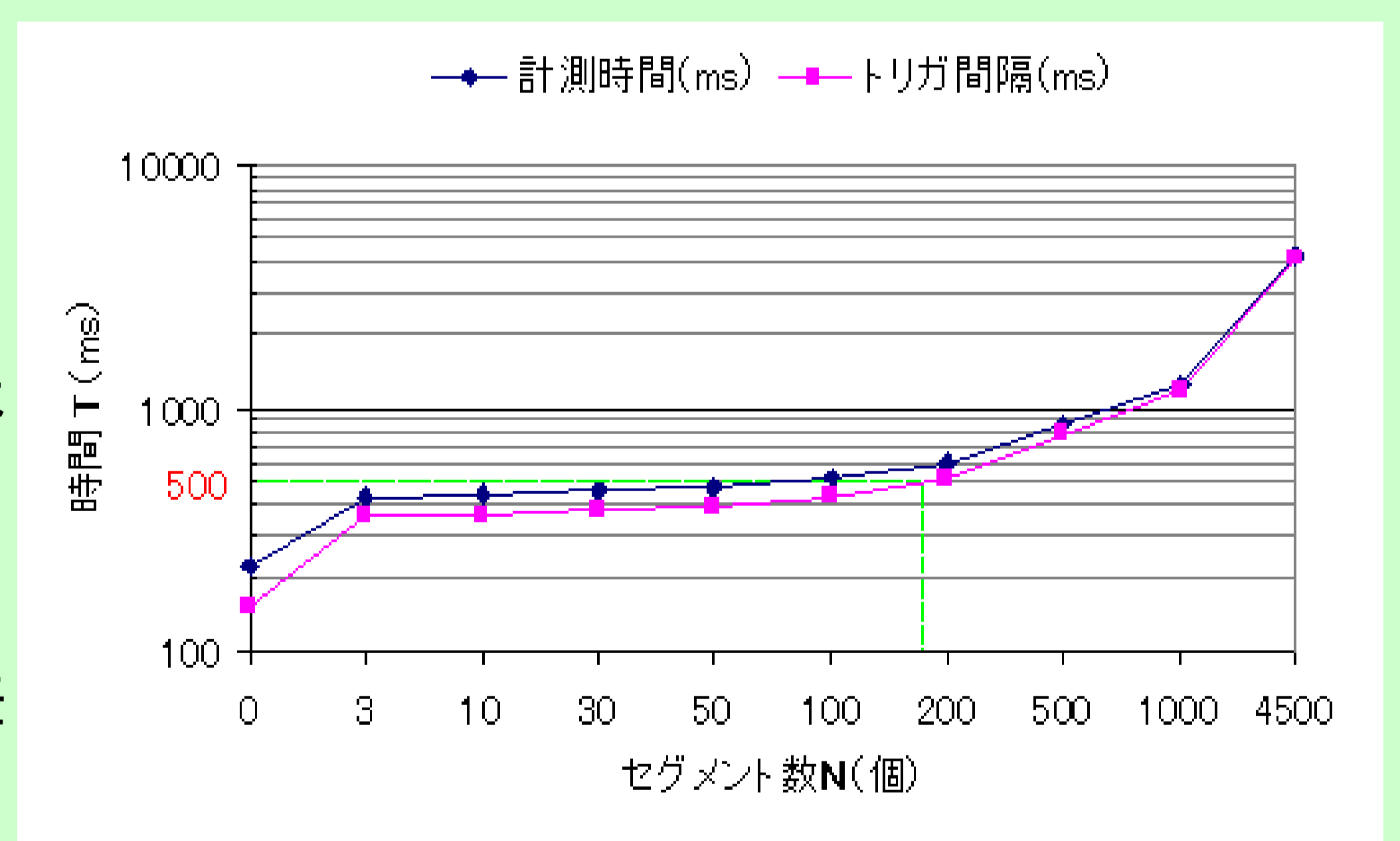


図: セグメント数と測定時間(ms)

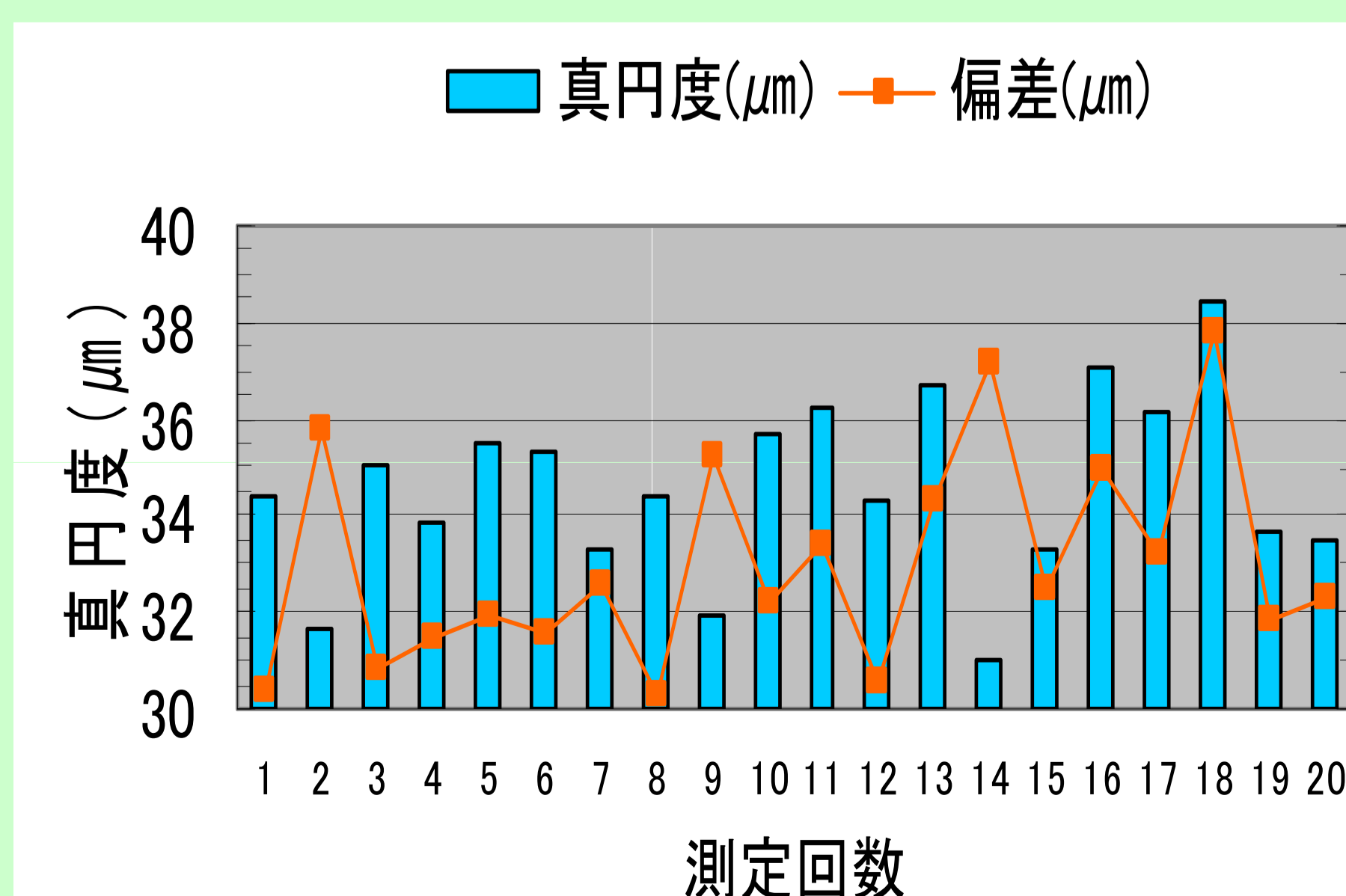


図: 内径ゲージの真円度

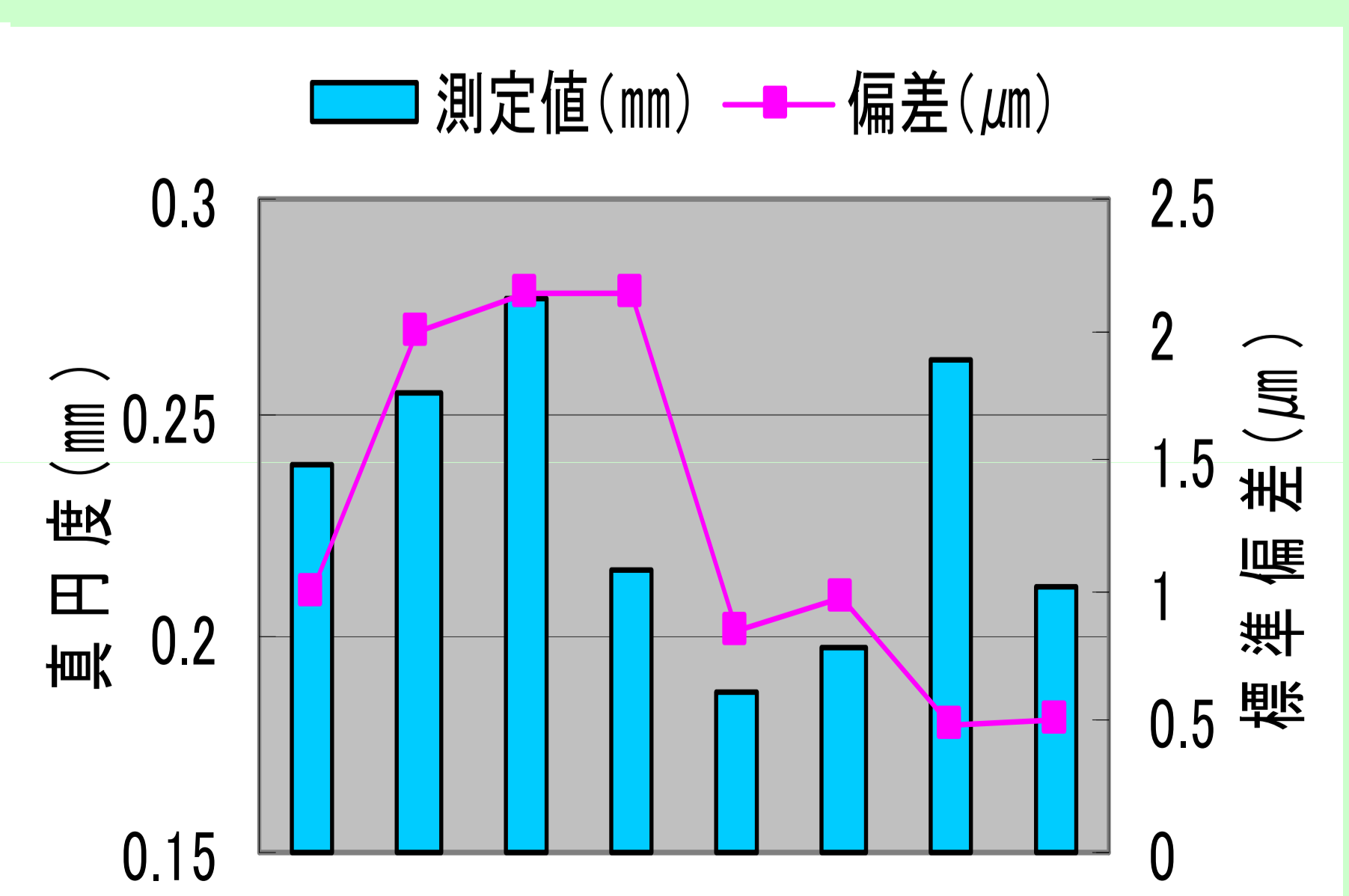


図: 50円硬貨の真円度