

# オーダーメイド弾性ストッキング製造システムの高度化研究

## 1. 目的

下肢リンパ浮腫の圧迫治療用オーダーメイド弾性ストッキングの製造工程を省力化するシステムを開発する。製造システムは、様々な対象物を計測できる汎用の非接触自動形状計測装置と、形状データを基に編み立てに必要な周囲長を計算する形状計測ソフトで構成する。既存の形状計測装置では、足の裏を含む下肢全体を一度に計測できないため、光切断法を応用した独自の計測装置を開発する。対象物の周囲からスリット光を照射してカメラで撮影し、反射光の形状を解析することで形状を求める。本研究では、前年度までに明らかになった、次の2つの課題を解決するための基礎実験を行った。

- ①斜面の計測精度改善
- ②底面の形状計測

## 2. 方法

### ①斜面の計測精度改善

水平スリット光を照射して斜め上からカメラで撮影すると、覆い被さった斜面の反射光がカメラに写らない。そこで、カメラの上下から2本の水平スリット光を照射し、カメラの仰角を上下45°に制御して撮影した。カメラを上45°に向けて上側のスリット光を撮影すると、覆い被さった部分の反射光も捉えることができる。カメラの仰角制御は、これまでパルスモータを利用して行っていたが、部品点数が多く構造が複雑である。そこで、電動スライダの上下運動を、カメラの回転運動に変換して制御する方法を考案した。図1に示すように、電動スライダの上下運動に伴い、カメラの回転軸に取り付けたローラーがガイドレールに乗り上げることで±45°に制御した。また、画像に写ったスリット反射光の中心線(点群)を抽出する方法を改善した。これまでは、画像を2値化して反射光部分を細線化し、線上の点を空間座標へ変換して形状を求めていた。しかし、スリット光が斜面に入射すると、反射光が光軸方向に広がり、入射位置を正確に捉えることができない。そこで、サブピクセル法を利用し、反射光の濃度分布を解析して中心線上の点群を抽出した。

### ②底面の形状計測

これまでは、床下に設置した2枚のミラーで水平スリット光を真上へ反射させていた。しかし、スリット光を床下まで下げる必要があり、床面から上の移動距離(計測範囲)が短くなってしまった。また、ミラーでレーザー光を真上に反射するための光軸調整にも手間がかかる。そこで図2に示すように、床

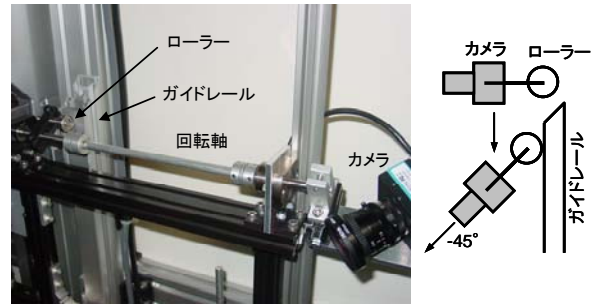


図1 カメラの仰角制御

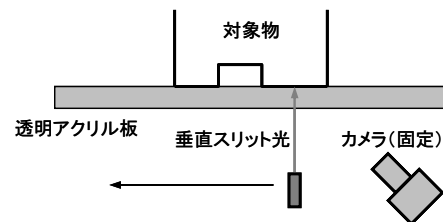


図2 床下からの底面撮影

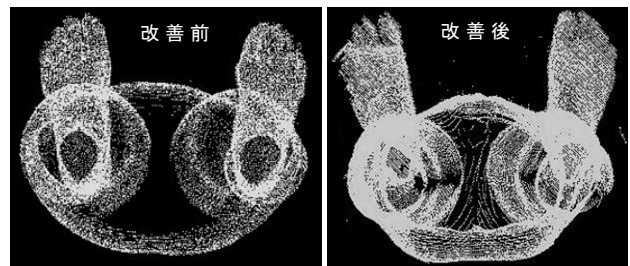


図3 人体の点群抽出例

下にレーザー光源を設置し、床板(透明アクリル板)を通して対象物の底面へスリット光を照射した。スリット光源を電動スライダで水平に移動させながら、床下の固定カメラで反射光画像を撮影した。

## 3. 結果とまとめ

図3に示すように、方法①によって下腹部や臀部など傾斜部分の点群を得ることができた。また、方法②によって足裏の点群を得ることができ、光軸調整が容易になった。その結果、三次元形状モデルの構築(面の生成)精度を大幅に改善することができた。カメラの仰角制御については、ガイドレールの加工精度や組み立て精度が計測精度に影響を与えるため、さらに安定した位置決めができるよう改善する。今後、本研究の成果を基に県内の機械メーカーと協力し、汎用の形状計測装置として製品化を目指す。また、形状計測ソフトは東光(株)が自社で実用できるよう、改良を行う。