

多点歪センサ接続可能なフレキシブル印刷回路

肩甲複合体を含む肩関節の複雑な動作を計測可能なウェアの実現へ

- ▶ 30点の歪センサを搭載し、かつ伸縮自在なフレキシブル印刷回路を作製
- ▶ 羽織るだけで肩甲帯周辺の衣類の変形を計測可能なセンサウェアを開発

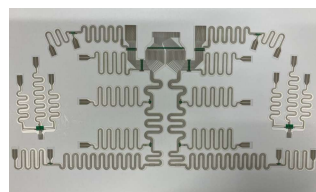
研究の狙い

衣服着用時には、肩甲複合体を含む肩関節の適切な動作の評価や指導が難しい。そこで、肩甲帯の複雑な運動計測を高精度に行うため、デジタルツイン環境（DhaibaWorks）でシミュレーションを行い、最適に配置された歪みセンサを多数接続したフレキシブル印刷回路を実装し、ウェアに搭載した。ウェア羽織るだけで、肩甲帯全体の運動を正確に計測できるセンサウェアの実現に向け研究に取り組んでいる。

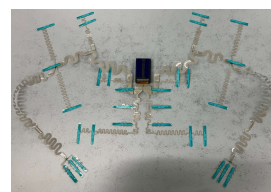
研究内容

フレキシブル印刷回路の作製

- ・ スクリーン印刷技術により高精度で微細なパターンを形成
- ・ デジタルスクリーン印刷装置（GOCCOPRO QS2536）および小型精密スクリーン印刷機（Cube1515）を用いて、厚さ100 μm のポリエステルフィルムに回路を印刷
- ・ 配線には銀ペースト（RAFS059S）、絶縁層にはソルダーレジスト（S-222 X16K*）を使用
- ・ レーザーカッターで配線を蛇腹形状に加工
- ・ 異方性導電テープで、高感度・低ヒステリシスを特長とする変位感応インク製の歪みセンサ（BS-45）を30点接続



印刷後のフレキシブル印刷回路



歪センサを30点接続



配線伸長前



配線伸長後

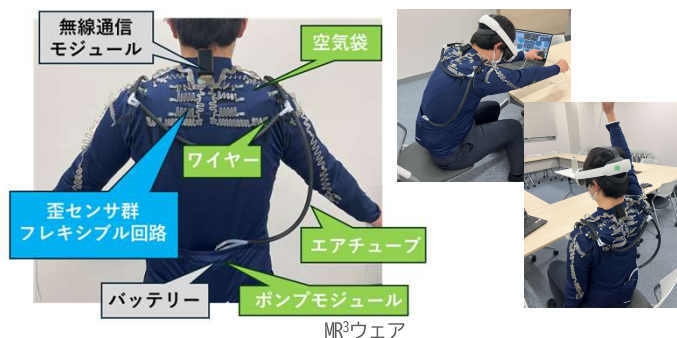
長さ (cm)	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0
抵抗 (Ω)	55.0	55.3	55.6	55.8	56.5	57.8

- ・ 元長の2倍弱まで伸長可能
- ・ 伸長後の抵抗変化は、わずか2.8 Ω

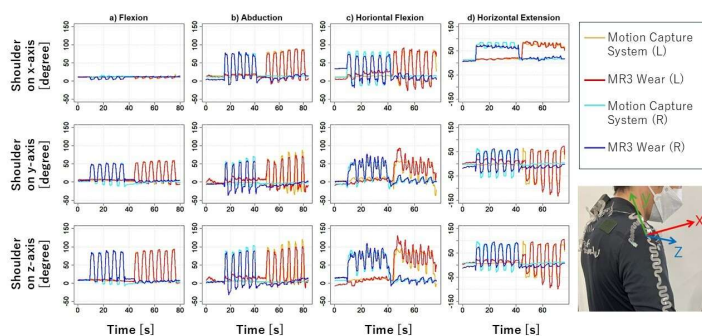
フレキシブル印刷回路が搭載されたセンサウェアを開発

Multi-Modal Mixed Reality for Remote Rehab (MR³) Wear

- ・ 遠隔VR訓練による上肢の運動機能改善を目的に開発
- ・ 上肢計測および力覚提示可能なセンサウェアを実装（歪センサ群と空気圧アクチュエータを組み合わせたシステムを構築）
- ・ 回路全体の着脱を可能とし、洗濯での故障可能性を低下



MR³ウェア



4つの動作中の肩関節角度を推定した結果

- ・ 上肢運動により生じる肩甲帯周辺の衣類の変形を計測
- ・ 無線通信モジュールで計測データをリアルタイムに送信
- ・ 鎖骨および肩甲骨周囲にデジタルツイン環境でセンサ配置することで、肩関節角度の推定精度を向上