

# MEMS 半導体デバイスを用いた猫背矯正装置の開発

秋田県立大館鳳鳴高等学校 理数科情報班 猫背矯正装置開発チーム

鷹觜 琥太郎, ボア ゼイヴィア 龍穂

## 研究目的

実に日本人の 90% は猫背であるという事実が最新の研究によって判明している。日本人だけに限らず、産業や文明の発達により体を動かさずとも満足いく生活が可能になった今、猫背である人の数は世界中で増加している。だが、その現状に多くの人々は危機感を抱いておらず改善策を打とうとする姿勢も見られない。猫背は血流を悪化させ、頭痛や肩こり、最悪の場合は脳梗塞など重篤な事態に至るまでの危険性を持つ。そして、学生や会社員にとっては作業効率を低下させる原因にもなる。猫背人口の増加は個人への影響にとどまらず、学校や企業など社会的集団へも被害を与えるのだ。この現状を我々は非常に重く捉えている。しかし、そうは雖も猫背に常に気を配るのはストレス指数を増加させてしまい本末転倒になりかねない。そこで、意識せずとも猫背を改善する利器を生み出す意を決した。

## 用語『MEMS 半導体』について

MEMS（メムス、Micro Electro Mechanical Systems）とは Fig.-1 のような極めて小さいサイズで作成・加工・集積化された電子部品や電子回路を指す略語で、それを採用することにより、装置全体の大幅な小型化が可能となる。

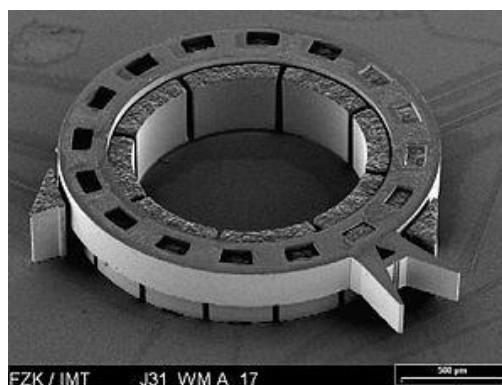


Fig.-1

微細加工技術で作成された光スイッチ（MEMS デバイスの一種）の電子顕微鏡写真。

提供：サンディア国立研究所 SUMMITTM

## 動作原理

本装置は立ち仕事をする場合や長時間座って何かを行う場合に用いると特に効果的である。本装置は背骨に沿ってフォースセンサ(---高精度で荷重を検知できるセンサ)を7個搭載している。(---FIG.-2 参照)猫背など姿勢が悪い状態となると、センサを装着しているプレートが曲がるため、特定のフォースセンサには通常時よりも高い圧力が加わる一方で別のフォースセンサに加わる圧力は通常時より減少する。さらに、首元に傾斜/加速度センサ(---傾きの度合いや運動の速度、向きなどを検知できるセンサ)を1個搭載しているため、姿勢が悪くなるとセンサの出力数値が極端に変動することになる。傾斜/加速度センサの出力数値とフォースセンサの出力数値とをあわせて、独自開発したプログラムで演算処理を行う。その結果「姿勢が悪い状態」という判断をした場合には、腰と肩の部分に装着しているハーネス状のベルトが、システムに内蔵されているサーボモーター(---指定した角度まで正確に軸を動かすことができるモーター)で通常時の状態に達するまで巻き取られ、物理的に元の体勢に戻すという動作が行われる。

ただし、床に落下した物を拾う場合などに動作してしまうと不便であるため、姿勢の検出と補正は常時ではなく一定時間ごとに行う上、設計となっている。

## 装置の構造

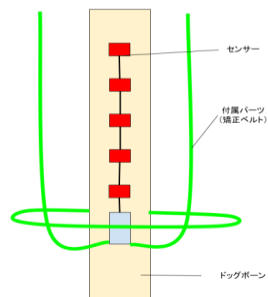


Fig.-2

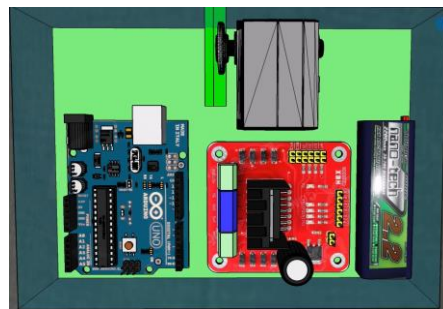


Fig.-3

俯瞰概略図(左)とシステム中枢部の内部構造(右)



Fig.-4

Fig.-5

フォースセンサ(左)と傾斜/加速度センサ(右)

## 装置の特長

### 物理制限を超えた適応性を持つユーザーインターフェース

多くの製品が持つ欠点を排除するために我々が重要視した点の一つが広範囲のニーズをカバーするユーザーインターフェースだ。我々は猫背を感知し、矯正する装置本体をコンパクトかつ柔軟なものになるようなデザインを考案した。Fig.-3を見てわかるように、中枢となる装置内には演算装置、サーボモーター、サーボモーター制御用基板、バッテリーといった必要最小限の部品だけが最適な配置になるように取り付けられている。Fig.-4,5でセンサが取り付けられているプレートも柔軟性があるため、総合的にフレキシビリティ性が向上する設計となっている。これが中枢となり、あとはハーネス状のベルトを接続するだけであるため、あらゆる衣服への対応が可能となった。

### 本気で追求したエコロジー

気候変動への恐れなどをはじめとする環境への意識が高まっている昨今にランニングコストが大きい製品は不適切であり、それはサステナビリティに相反すると考え、極限まで電力消費を抑制するシステムを考案した。それは一定時間に1回センサによる検知が行われ、わずか数秒で姿勢の矯正を行うというものだ。即ち最も電力を消費するサーボモーターの駆動が極めて短時間に抑えられるため、総合的な消費電力は極めて低いといえる。

### 人間心理に基づいた緩急

継続的な矯正は心身ともに負担が大きく、ストレス指数を上げてしまう恐れがあるため、科学的根拠に基づいた時間と強度での矯正を定期的に行うシステムを構築し、集中力が切れて猫背になりやすいと予想されるタイミングで矯正装置のシステムが作動するため、ストレスフリーと作業効率向上の両立が可能となる。

## 今後の研究計画

最後に、今後の研究計画について述べる。まず一つ目に、サーボモーターの制御である。本装置の主要部品であるサーボモーターは、今回の場合特に人体に使用するため極めて高精度の制御が要求される上、プログラムが誤作動した場合に高速でサーボモーターが動くなどの異常動作が起きると負傷する可能性も否定できない。そのため、誤動作がなく、誤差も少ないより高精度なモーター制御の実現のため、ソフトウェア、ハードウェア

の両面から改良を続けていく。二つ目は、姿勢の初期値を取得する機能の実装である。姿勢のいい状態と一口に言っても個人差があるため、利用者に合わせて姿勢のいい状態を設定する機能を実装していきたい。三つ目は、さらなる電力パフォーマンスの向上である。利用者にとって充電ほど煩わしいものはない。少しでも充電回数が少なくて済むよう、制御方法に関して研究を続けていく。最後は屈んだ際の伸縮性・柔軟性の向上である。装着する際の負担を少しでも減らすことができるよう尽力する所存である。