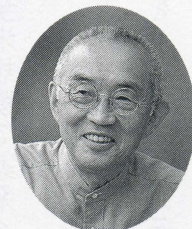


誰かに教えたくなる 科学技術の話 31

身体に装着する 「ウェアラブル装置」



東京大学名誉教授 月尾 嘉男

時計から出発した技術

高齢となったこともあり、手首に「フィットビット」という装置を装着して身体の状態を計測している（図1）。歩行歩数、移動距離、睡眠状態、脈拍回数などを一定間隔で測定し、その記録をBluetoothという近距離無線データ通信技術を使用してスマートフォンに伝送し記録する装置である。その数値をプログラムが解析、異常があれば警告し、運動の必要なども示唆する。



図1 フィットビット (Fitbit)

このように身体に装着する機械装置や電子装置を「ウェアラブル（装着可能）装置」と総称するが、最初は時計から出

発した。歯車を使用する大型の機械時計は十四世紀初期にイタリア北部やドイツ南部で発明され、大型装置が広場などに設置された。これを移動できる規模にした時計は十六世紀初期に登場し、さらに小型にした懐中時計は一五三〇年代に発明され、現在でも利用されている。

懐中時計を小型にして手首に装着できるようにした腕時計は十九世紀初期に貴族などが所有していたが、多数の人々が使用する腕時計は一八八〇年にドイツで製造された。戦争に電信が利用され、多数の部隊が同時に攻撃する戦略が採用されたため正確に時刻を一致させる必要が発生した。そこで簡単に時刻を確認できるように軍隊幹部のための腕時計を二千個発注したのが最初とされる。

これら歯車を使用する機械時計は時刻と月日を表示する程度であったが、水晶に電圧をかけると振動する原理を利用した電子時計「アストロン」を日本のセイコーが一九六九年に発売し、以後、急速に時計の役割が拡大していくが、さらに集積回路と通信機能が内蔵され、体調測

定、翻訳機能、音楽演奏、通話機能、位置表示なども可能な小型コンピュータに発展している。

映像を撮影し視聴する装置

現在ではウェアラブルという概念は広範に拡大しているが、いくつかの興味ある分野を紹介する。最近のテレビジョン番組では、斜面を滑降するスキーヤー目線の動画、自転車レースの選手の目線の動画などが紹介されるが、これらは選手のヘルメットに装着したウェアラブルカ



図2 GoPro

メラで撮影された画像である。この分野で人気があるのはアメリカの「ゴープロ」の製品である(図2)。

サーフィンが趣味のN・ウッドマンが自分の勇姿を撮影しようとしたが適当な機材がなく、それではと自分で開発したのがゴープロである。二〇〇四年に発売した最初の装置は記録媒体としてフィルムを使用した。現在では放送に使用できるほどの高解像度の動画を電子媒体に記録できるため、あらゆるスポーツ競技の撮影に利用され、この分野の撮影機器の四割以上を占有している。

このような身体に装着して撮影するカメラはスパイの道具として開発された歴史がある。アメリカやソビエトの情報機関は戦前からネクタイの裏側やコートの内側に仕込むカメラを開発してきた。集積回路の進歩で装置は小型になり、現在では腕時計、サングラスなどにカメラを内蔵した装置が通信販売で簡単に入手でき、一部は暗闇で撮影できる暗視機能のあるカメラを内蔵している。

反対に撮影した映像やコンピュータが作成した映像を現実の風景のように投影するヘッドマウント・ディスプレイが一九六〇年代から開発されてきた。ヘルメ



図3 ヘッドマウント・ディスプレイ

ットの前面に二個の表示装置を設置して両眼に映像を送付すると、風景が実際の光景のように立体に投影される装置である(図3)。仮想現実(ヴァーチャリアリティ)の進展とともに装置も発展し、今後、急速に普及すると予想される。

医療に活躍する装置

研究開発が進展しているのは医療分野である。かつては難聴を補助するために巻貝やその形状を真似た金属の製品が使用されていた。ベーターベンは父親の暴

力などの影響により、すでに二十歳代で難聴になり、四十歳代では全聾になったため、金属のラッパの形状の装置を利用していた(図4)。実際に測定してみると一〇〇〇ヘルツ以下の低周波帯では増幅効果が確認されている。

しかし現在では多数の**電子式補聴器**が開発され、集音するマイクロフォンと拡大して伝達するスピーカーと電池を一体にして耳穴の内部に装着する小型装置が多数発売されている。しかし、最近では人工内耳を手術で耳奥に埋込み、集音した音声を聴覚神経に送信するウェアラブルという言葉にふさわしい小型装置も開



図4 ラッパ型補聴器

発され、外見からは気付かれないほどになっっている。

心臓が一定の間隔で拍動しない場合に外部から電気信号を送信して正常に拍動させるのが**ペースメーカー**であり、一九三二年に開発されたが、当時は体外に設置する大型装置であった。一九五〇年代になって埋込可能な小型装置が開発されたが、電池の寿命の制約で、何年かごとに手術が必要であった。しかしリチウム電池の発明により寿命が延長し、最近では五千億円産業になっている。

心臓の状態把握のためにはウェアラブルな心電図計「**ホルター**」が開発されている。多数の読者が体験されているであろうが、何個かの電極を心臓周辺の皮膚に圧着して心臓の脈動を記録する小型装置で、心臓治療には必須の道具になっている。これは水素爆弾の研究にも関係していたアメリカの物理学者**N・ホルター**が心電図を一定時間記録するために一九四〇年代に考案した装置である。

当初は大型装置で一時間程しか記録できなかったが、七〇年代にはカセット・テープレコーダー規模で二十四時間の記録が可能になり、現在では入浴可能な小型の防水装置で連続して十四日間の記録

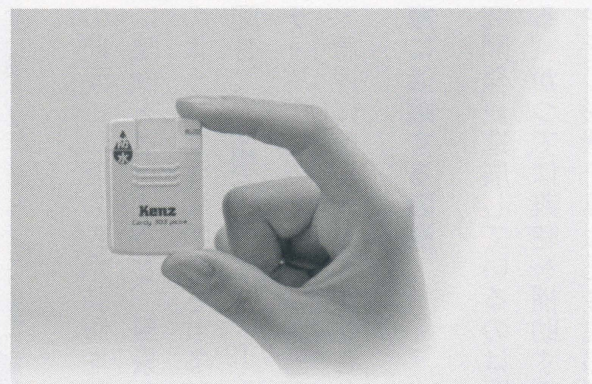


図5 防水ホルター (24時間)

が可能なまでに発達している(図5)。筆者は一九七六年に再開された富士登山駅伝に参加したとき、カセット・テープレコーダー方式の装置を装着して記録したが、便利な時代を実感した。

身体の状態を常時観測する装置

現在では冒頭に紹介したような医療器具ではない測定装置が流行している。その元祖は歩数を測定する「**歩数計**」である。一九六五年に機械方式が発売されたが、八七年には電子方式になり、歩行距

離、歩行時間、消費エネルギーなども測定して表示できるように発展した。さらに発展した現在では、そのような機能を組込んだ腕時計になった。

歯車と長針、短針、秒針で時間を表示する腕時計ではなく、集積回路と電子表示装置で日付や時刻を表示する電子式腕時計は一九七〇年代に発売されはじめたが、集積回路の機能が増大するにつれてパーソナル・コンピュータの機能を内蔵する腕時計やキーボードを付加した腕時計も出現し、九〇年代には「リストウォッチ・コンピュータ」という名前の装置まで出現した。

その延長に登場したのが様々なセンサーを内蔵して健康状態を管理する腕時計で、二〇一三年にフィットビットが歩行歩数、移動距離、消費エネルギー、睡眠状態を測定できる「フィットビット・ワン」を発表した。以後、次々と新型を発売してきたが、それに対抗するように二〇一五年にはアップルが同様の測定ができる腕時計型の「アップル・ウォッチ」を発売し、流行現象となった。

さらにウェアラブル（着用可能）という言葉を実現するような測定機能と発信機能を一体とした衣料「hitoe」が



図6 hitoe

二〇一八年に東レと日本電信電話から発売された（図6）。これは衣料にホルターのような装置を装着し、常時、心拍を測定してスマートフォンにデータを伝送、そこで心房細動のような異常が検出されると、登録された連絡先管理者に自動で連絡する装置である。

一生の行動をすべて記録保存

最近、情報科学の世界に「ライフログ」という概念が登場している。個人が利用する電子装置が収集する情報を一生にわ

たって記録するという活動である。送信や受信したメールの内容、閲覧したウェブの内容、電子書籍で購読した書籍の内容、ウェアラブルカメラの撮影した映像、ウェアラブル端末が測定した心拍や移動した経路など、あらゆるデジタル情報を保存する活動である。

このような未来を紹介すると、多数の人々は個人の行動や思考が監視される物騒な時代の到来を憂慮されるかもしれない。しかし、現実には着々と実現している世界である。新型コロナウイルス対策として外出の減少が要請された。そこで携帯電話会社は携帯電話の存在位置の情報を集計して何駅は何%減少したと発表している。個人を特定した統計数値ではないが、個人は特定されている。

アマゾンなど通信販売は多数の人々が利用するが、その購買履歴はすべて記録されている。グーグルで検索すれば瞬時に必要な情報が発見できるため世界では一日に六十億回利用されているが、経緯はすべて記録されている。ウェアラブル端末は個人の健康状態を把握する代償として危急な状態を通報してくれる。あらゆる先端情報技術には、このような裏面があることを理解しておく必要がある。