

# Close-Up

## IoT・ビッグデータ 普及を加速する センサー

センサーは、科学的原理を応用して自然現象や人、物の物理量を信号に変換する電子回路の構成要素である。われわれの身の回りには電子レンジや自動ドアなど、センサーが組み込まれた装置は以前から多数存在しており、またものづくりの現場においても監視や制御などに活用されてきた。このように装置本来の機能を支える脇役であったセンサーが今、IoTの実現において欠かせない新たな価値を生み出すキーテクノロジーとして注目されている。IoT・ビッグデータの普及と共に成長するセンサーの市場動向や事例などから、センサーのさらなる活用の可能性を探る。



### スマートフォンは「センサーのかたまり」

センサーを活用することによって新たなビジネスの広がりをもたらしているデバイスといえば、身近なところではスマートフォンが挙げられる。スマートフォンは、ウェアラブル端末からのデータを収集して処理する「ゲートウェイ」になることもできれば、それ自体が「センサーデバイス」としても機能する。いわば「センサーのかたまり」である。例えば、Android Open Source Project (AOSP)のWebサイト(2016年3月30日現在)によると、Android OSは標準で、以下の9つの物理センサーに対応している<sup>※1</sup>。

- 加速度センサー
- 明るさセンサー
- 外気温センサー
- 近接センサー
- 地磁気センサー
- 圧力センサー
- 心拍数
- 相対湿度センサー
- ジャイロスコープ  
(角速度センサー)

またAndroid OSは、上記のセンサーの1つまたは複数を組み合わせた「複合センサー」にも対応している。例えば「ステップカウンタ」と「ステップディテクタ」は、ユーザーが歩いたり走ったり階段を上ったりした時の歩数をアプリケーションで取得するセンサーである。「ステップディテクタ」が加速度センサーから歩行を感知し、「ステップカウンタ」が端末起動時からの累計歩数を監視。これによりアプリケーション側で歩数検知のアルゴリズムを用意する必要がなく、低消費電力が実現された。

また「傾きセンサー」によってユーザー操作の認識精度が向上したり、「ウェイクアップ(オンにする)」「ピックアップ(手に取る)」「グランス(ちらりと見る)」といった特殊な操作を検出できるセンサーにも対応するなど、センサーの機能追加や性能向上が図られてきている。

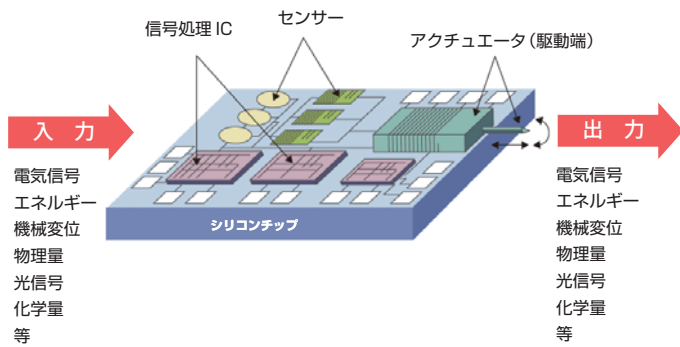


### 普及を支える MEMS 技術

前述のようにスマートフォンに多数搭載されているセンサーだが、これを可能にしているのは、「機械のように動く半導体」と表現される「MEMS (メムス)」で、小型化・低コスト化・省電力化が進んでいる。MEMSとは「Micro Electro Mechanical Systems ; 微小電気機械システム」の略で、センサー、アクチュエータ(駆動端)、信号処理ICを1つの基板上に集積化したデバイスを指し、半導体製造技術など

※1 <https://source.android.com/>

※2 Googleとのライセンス契約の範囲内で端末メーカーによる改変が可能のため、OSのバージョンや端末メーカーによって備える機能は異なる



出典：NEDO:国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構  
http://www.nedo.go.jp/hyokabu/articles/201316omron/index.html

■図1 MEMSの構造

の微細加工技術を応用して製造されている(図1)。すでに数十年利用されている仕組みであるが、近年、加速度センサーやジャイロスコープ、地磁気センサー、およびこれらの複合センサーが占める比率がMEMS市場で高まっており、市場の成長にもつながっている。「センサーのかたまり」であると同時に「MEMSのかたまり」でもあるスマートフォンの急激な普及に伴って低コスト化が進み、以前は高コストであった産業用もその恩恵を受けて普及を加速させている。

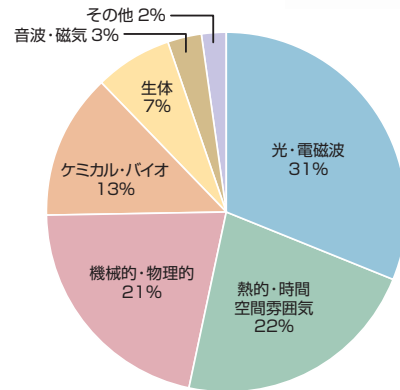
## 世界市場の拡大

ここでセンサーの世界市場について見ておく。富士キメラ総研が2015年8月に発表した調査によると、2019年度(2014年度比)は5兆5,576億円(21.4%増)、418.6億個(34.4%増)と予測されている。スマートフォンやウェアラブル端末、自動車など、適用分野と搭載数ともに拡大を続け、さらに企業向けサービスや、消費者向けのビッグデータ・IoTに対する取り組みが活発化していくと分析している。

本調査ではまた、センサー33品目を7つのカテゴリーに分けた構成比(2019年度/金額)を算出している。上位3位は「光・電磁波センサー(CCD/CMOSエリアイメージセンサーほか)」の31%、「熱的・時間空間的雰囲気センサー(流量センサー<sup>※3</sup>ほか)」の22%、「機械的・物理的センサー(圧力センサー、加速度センサーほか)」の21%と予測されている(図2)。

さらに33品目のセンサー別伸長率(2019/2014年度)では、上位1位から4位までを「味覚センサー」「脳波センサー」「脈波センサー」「指紋センサー」が占め、医療やヘルスケア分野における生体センサーの重要度が増すだろうと分析している。

※3 単位時間に液体や気体が移動する量



富士キメラ総研 プレスリリースを参考に作成  
http://www.group.fuji-keizai.co.jp/press/pdf/150828\_15080.pdf

■図2 センサー世界市場 カテゴリー別構成比(2019年度/金額)

## 屋内測位技術を高精度化

昨今、店舗で来店客の動線を分析して販促に活かしたり、オフィスや工場で従業員やモノの動線を分析して作業の効率化を図ったりと、屋内向けのロケーションベースサービス(LBS)に注目が集まっている。屋外であればGPSからの位置情報を利用できるが、建物内ではGPSの電波が弱くなるため、以前はユーザーの正確な位置を得ることができなかった。しかしスマートフォンの普及とともに「屋内測位技術」が進化したことにより、GPSの届かない屋内や地下でも、屋外と同じようにユーザーの「足取り」を追跡できるようになってきた。

測位技術には、主に表1(P.8)に示すようなものがあり、対応機種であればGPSやBluetooth、スマートフォンのセンサーで利用できる。以下に表1の説明をいくつか補足する。

- ・「IMES(アイムス)」は、宇宙航空研究開発機構(JAXA)が開発した技術。屋内にIMES送信機を設置することにより、IMES対応のGPS搭載デバイスで測位が可能である。

- ・「Bluetooth測位」は、低消費電力の近距離無線通信「Bluetooth Low Energy (BLE)」の電波を用いたAppleのサービス「iBeacon」が主流。iBeaconはiOS 7以降およびAndroid 4.3以降のBLE搭載デバイスで動作し、ビーコンが発信するIDをスマートフォンが受け取ることにより、来店客などの接近を検知する。

- ・「可視光測位」は、専用基板を取り付けた照明器具のIDを高速な照明光の点滅に変換し、デバイスのイメージセンサーで受信する。

- ・「PDR (Pedestrian Dead Reckoning; 歩行者自律航法)」は、加速度やジャイロスコープ、地磁気、気圧といったス

技術名	概要
IMES	Indoor MESSaging System。専用機器から発せられるGPSと同等の信号を用いる
Wi-Fi 測位	複数のWi-Fiのアクセスポイントから発せられる、電波の強度や到達時間などを用いる
基地局測位	携帯電話の基地局から定期的に発せられる所在確認の信号に対する応答の方角と遅延時間を用いる
音波測位	人間の耳には聞こえない超音波を発信機から発し、スマートフォンのマイクで拾う
Bluetooth測位	Bluetoothを使った発信装置（ビーコン）からの電波を用いる。代表例として iBeacon がある
可視光測位	LED などの照明装置を人間が感じられない速さで点滅（光の強度を変調）させることで信号を送る
カメラ画像測位	カメラで入力された画像と、あらかじめデータベース化しておいた周囲の画像情報とをマッチング処理する
気圧測位	気圧センサーから検知できる高低差の情報を用いる。特定ルートの高低差をあらかじめデータベース化、マッチング処理する
PDR	歩行者自律航法。加速度、ジャイロ、地磁気などのセンサーを用いて移動の方向と速度を推計する
地磁気測位	構造物などからの磁気特性をあらかじめデータベース化することでマッチング処理する

■表1 スマートフォンを利用した主な測位技術

出典：野村総合研究所 基盤ソリューション企画部「ITロードマップ 2015年版：情報通信技術は5年後こう変わる！」2014年12月、東洋経済新報社を参考に作成

スマートフォンには広く搭載されているセンサーを組み合わせることによりデバイスを測位する。自律的に測位できる点がうえ前述の各技術と異なる。

・「地磁気測位」は、スマートフォンの電子コンパスを使い、位置によって異なる磁場を検出して測位する。PDR同様に送信機の設置が不要である代わりに、エリア内の磁場を事前にデータベース化しておく必要がある。

以上の測位技術は、それぞれ初期コストや位置精度、連続測位が異なる。また例えば音波測位の場合、壁を伝わらない特性を活かして複合商業施設で店舗単位の測位に活用するなど、特性に合わせて選定することも必要である。屋内測位技術を活用している最近の事例では、Wi-FiとiBeacon、可視光とiBeacon、音波とPDRなど、複数の測位技術を組み合わせて精度を向上させているケースも多い。

## ■ センサー活用 IoT 事例

### ○産業分野：ドローン活用

ドローン（無人航空機）は、ジャイロ스코ープ、加速度センサー、方位センサー、気圧センサー、超音波センサー、GPSにより姿勢・位置・高度を把握し、自律安定飛行を実現している。コマツではドローンを作業現場の測量に活用。15分程度の自動航行で、人手で測量した場合と比べ数万倍の地点を100倍レベルの精度で測量することが可能になった。

### ○一般消費者：スマートコンタクトレンズ

Googleは涙に含まれるグルコースの値を測定するスマートコンタクトレンズを開発している（図3）。ワイヤレスチップとグルコースセンサーを内蔵し、測定した血糖値データを送信することで血液検査を不要にし、患者の負担を軽減する。電池は搭載せずワイヤレス給電。データは専用アプリ



■図3 Googleが開発中のスマートコンタクトレンズ

出典：総務省 情報通信白書平成27年版  
<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h27/html/hc254130.html>

ケーションにより、患者本人のほかに担当医師も共有できるようになる。

### ○社会インフラ：橋梁モニタリング

高度経済成長期に集中的に整備された橋の老朽化が進む中、日本政府は2025年までに国内すべての橋にセンサーを搭載することを決定。ひずみや振動、傾斜、移動の情報を収集して異常を検出し、効率的な保守・点検作業につなげる。また走行車両の重量を計測して崩落危険を回避する。これらにより橋梁の保守単価は、45.8億円/kmから8.5億円/kmに削減できると見込んでいる。

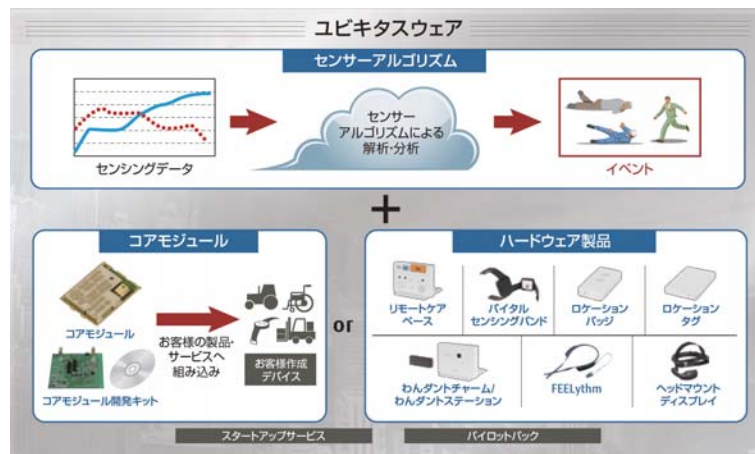
## ■ 1兆個規模のセンサー時代へ向けて

センサーの世界では、2012年、センサーネットワークによって地球規模で社会課題を解決するべく、米国シリコンバレーのJ. Bryzek氏（MEMS技術者・起業家）が“毎年1兆（トリリオン）個以上のセンサーを使用する社会「Trillion Sensors Universe（トリリオンセンサーユニバース）」”構想を打ち出した。同氏は翌2013年10月には米国スタンフォード大学で第1回「TSensors Summit<sup>※4</sup>」を開催し、大手ICTベンダーや半導体・電子部品メーカー、大学、研究機関や専

※4 2014年の2月と12月には東京でも開催されている。

※5 ローム社『NEハンドブックシリーズ センサーネットワーク』日経BP社発行より





■図4 FUJITSU IoT Solution UBIQUITOUSWARE [http://www.fmworld.net/biz/uware/data/ctlg\\_ubiquitousware\\_201601.pdf](http://www.fmworld.net/biz/uware/data/ctlg_ubiquitousware_201601.pdf)

門家が多数参加。約300のセンサー用途をリストアップし、それを実現するための基盤技術を共通化。さらに、量産化による生産コスト低下によって1年に10億個の新しいセンサーを増やし続けて10年以内で実現することや、世界の財やサービスの需要と供給が一致する「Abundance (潤沢な世界)」を20年後に実現するロードマップを作成した。

1兆個という膨大な数であるが、そうしたセンサー時代は、いずれ到来すると見られている。例えば、センサーを内蔵した新薬承認申請が米国食品医薬品局(FDA)で受理されるなど、これまで考えられなかった領域でセンサーが大量に使われようとしている。Bryzek氏は、「センサーを搭載したシューズをタダで配って、センサー情報で収益を得るといふビジネスモデルもあり得る」とも発言している。

センサー時代へ向けて、供給能力の問題や、電源・充電、通信といった技術的な問題、人材の不足、そして利用者にとってのセキュリティ・プライバシーなど、解決すべき分野は多岐にわたる。特に利用者は、今後ますますメリットとリスクのバランスを見極めていくことが必要だ。

## 仮想空間と実世界の融合へ

センサーの普及によりIoTが進展していくと、今まで得られなかった実世界の大量の情報を仮想空間でビッグデータ分析することにより、新たな知見を実世界へフィードバックできるようになる。このような実世界と仮想空間の相互連携は「CPS (Cyber Physical Systems)」と呼ばれ、好循環を生むことでCPSはさらに深化して自律性が高まっていく。また、従来は製造プロセスやモビリティ、社会インフラ、医療・健康など分野ごとに分かれていたネットワークも、スピードの差はあるものの社会規模で連携していくと見られている。センサーはIoT・ビッグデータとともに、産

業構造の変革をもたらそうとしている。

## 富士通の取り組み

富士通はセンシングデータをお客様の現場ですぐに使える情報に変換してアプリケーションへ提供する「ユビキタスウェア」を開発。ユビキタスウェアは、人や物を中心としたデータを収集・解析する機能を「センサーアルゴリズム」として提供し、携帯電話などで長年培ってきたノウハウをもとに高い検出精度を実現している。また、各種センサーや通信機能を搭載した組み込み用の「コアモジュール」やコアモジュールを組み込んだ「ハードウェア製品」などお客様に合わせた提供が可能である。

「バイタルセンシングバンド」は独自のセンサーアルゴリズムにより、人の状態・環境・位置を遠隔から把握、作業員の安全管理や労務管理などに活用できる。例えば、気圧と加速度の変化の分析により人が転んだり、倒れたりした動きを判別したり、活動による身体負荷を推定することができる。

高度なセンシング技術と解析技術により、富士通はお客様とともにIoT・ビッグデータを実現していく。

### ● 富士通関連サイト

IoT Solution ユビキタスウェア  
<http://www.fmworld.net/biz/uware/>

### <参考資料>

- 総務省「情報通信白書平成27年版」  
<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/>
- 経済産業省「中間取りまとめ  
～CPSによるデータ駆動型社会の到来を見据えた変革～」  
[http://www.meti.go.jp/committee/sankoushin/shojo/johokeizai/report\\_001.html](http://www.meti.go.jp/committee/sankoushin/shojo/johokeizai/report_001.html)
- テレスコープマガジン「生活と社会活動を一変させる。センサ革命」伊藤元昭  
[http://www.tel.co.jp/museum/magazine/japanese\\_spacedev/](http://www.tel.co.jp/museum/magazine/japanese_spacedev/)
- 日経テクノロジー「トリリオンセンサーがつくる「Abundance (潤沢な世界)」が地球規模の課題を解決する」神永 晋  
<http://techon.nikkeibp.co.jp/article/COLUMN/20141114/388880/?P=1>
- NTTデータ「インフラ危機を乗り越えろ、社会インフラ再生へICTを生かす」  
[http://www.soumu.go.jp/main\\_content/000208995.pdf](http://www.soumu.go.jp/main_content/000208995.pdf)

〈監修〉編集委員 梶浦博志 中立電機(株)