

ウェアラブル・コンピューティングを 加速する3つの「I」



亀津 敦

CONTENTS

- I ウェアラブル・コンピューティングの動向
- II インターフェース技術の進化
- III IoTとの連携が拡張するウェアラブル端末の利用シーン
- IV ウェアラブル端末を支える「インテリジェンス」
- V ウェアラブル端末を活用した新しいビジネスの可能性と課題

要約

- 1 2015年に入り、アップルウォッチが発売開始になるなど「ウェアラブル端末」への注目が高まっている。眼鏡型、腕時計型に加え、衣服型の本格的な登場など、多様な端末が市場に投入されている。これまでIT（情報技術）の支援が少なかった業種・業態を中心に、ウェアラブル端末のビジネス利用が始まっている。
- 2 ウェアラブル端末は小型であるため、デバイス単体で実現できることには制約がある。そのため、技術進化の方向として、音声認識や画像認識など、利用者の入出力を支援する使いやすいインターフェースの適用が始まっている。
- 3 ウェアラブル端末がその真価を発揮するためには、周辺の機器やセンサー、クラウドとの連携という分野での進化も欠かせない。「IoT (Internet of Things)」と呼ばれるセンサーネットワークとの連携によって、ウェアラブル端末の利便性はさらに高まる。
- 4 利便性を向上させるには、端末を装着した利用者の行動や置かれた状況を理解するための知能（インテリジェンス）が必要になる。利用者のデータをより多く取得することが、さらなる知識の獲得につながる。
- 5 「インターフェース技術 (Interface)」「IoTとの連携」「インテリジェンス (Intelligence)」の3つの「I」によって、ウェアラブル端末を入り口とした新たなサービスが実現され、幅広い企業にビジネス機会が生じる。ただし、その特性に起因するプライバシー問題や、社会的な受容に時間がかかることなどに留意すべきである。

I ウェアラブル・コンピューティングの動向

1 「次の大きな波」としてのウェアラブル端末

2014年は、身に付けることができるデジタル端末＝「ウェアラブル端末」が数多く登場し、「ウェアラブル・コンピューティング＝ウェアラブル端末を用いた新しいコンピューター利用の形態」に注目が集まった年である。

ウェアラブル端末は、2013年の後半頃から一部スマートフォンメーカーなどが先行的に端末を販売し始めていたが、15年に入ってグーグル社がグーグルグラスの一般販売を始めたり、アップル社がアップルウォッチを発表したりしたことで、一般の人々もニュースで「ウェアラブル」というキーワードに接する機会が多くなってきた。

巨大プラットフォーム事業者のウェアラブル端末への取り組みが明確になったことで、国内でもベンチャー企業から家電メーカーまで、さまざまな新端末が発表されるようになり、一般の生活者にも広く認知されるようになった。

ウェアラブル端末への期待・関心は、消費者からだけでなく、IT市場にかかわるメーカーやサービス提供者の間でも高まっている。

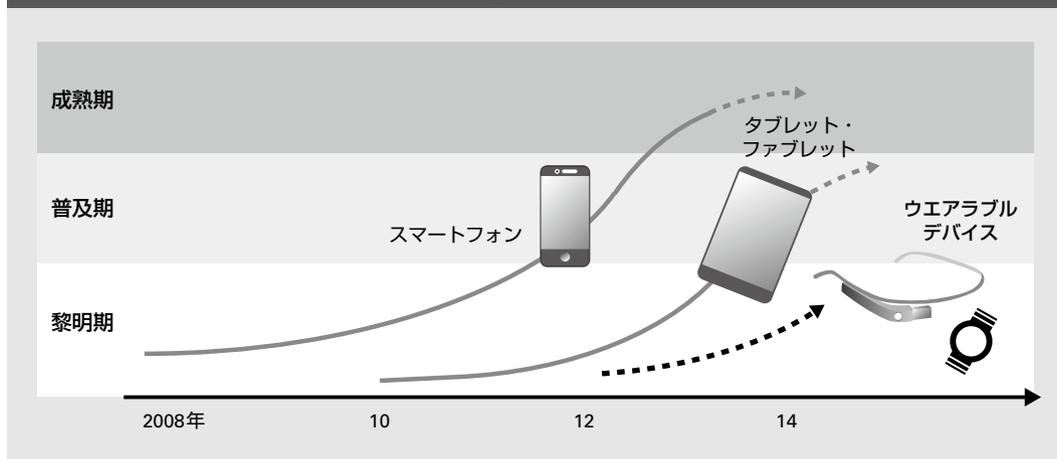
2008年にiPhoneが日本で発売開始になり、本格的なスマートフォン時代が始まった。それ以降、3年後の2011年には日本の携帯電話端末の出荷台数に占めるスマートフォン比率が50%を上回り、さらに13年にはタブレット端末が大きく台数を伸ばし普及期に入った。

タブレット端末もスマートフォン同様、最初の象徴的な製品（初代iPad、Android OSを搭載したタブレット）が登場したのは普及機種が登場する3年前、2010年であった。

この種の端末は、新製品が市場に投入されてから概ね3年で普及期へ到達しており、現在は次の新たな革新の波が待たれている状況である。2012年にコンセプトが具体的な形を伴い始めたウェアラブル端末は、スマートフォン、タブレット端末に続く「第3の波」として期待されている（図1）。

というのも、スマートフォン・タブレット端末市場の成熟に伴い、端末価格は下落傾向が続いた結果、スマートフォン・タブレット端末の製造はコスト競争力の強いアジア諸国

図1 次のビッグトレンドとしての「ウェアラブル」



のメーカーに押されている。その中で、ウェアラブル端末はより付加価値の高い小型・精密な部品の供給先として、国内のメーカーにとって魅力的なデバイス市場として見えているからである。

2 スマート・ファブリックの登場

腕時計型のアップルウォッチや眼鏡型のグーグルグラスなどがメディアで大々的に取り上げられる陰で、2015年に入って「ウェアラブル」を冠したさまざまな端末が市場に登場している。

中でも急速に製品化・実用化が進んでいるのは、「スマート・ファブリック」と呼ばれる衣服型のウェアラブル端末である（図2）。

2014年初頭に、東レとNTT、NTTドコモは心拍数などの生体情報を収集できる、生体情報計測用ウェア「hitoe」の共同開発を発表した。Tシャツを構成する素材が導電性の高い新素材となっており、体に密着して生体情報を収集することができる。そのため、こ

れまでのウェアラブル端末よりも装着性を損なうことなく心拍数を測り続けることができる。

この「hitoe」を実際に利用したトレーニングウェアを、スポーツ用品メーカーのゴールドウインが製品として2014年12月に販売を開始した。

海外でも同様の衣服型ウェアラブル端末が市場に登場し始めている。カナダのOMシグナル社の製品は、心拍に加えて呼吸数を把握することが可能であり、心拍数と合わせて着ている人のストレス度合いを測ることができる。また、米国のベンチャー企業Rest Devices社が販売するスマート・ベビーウェア「Mimo」は、衣服に付けられたセンサーが乳児の体温や呼吸・動きのデータを常時両親のスマートフォンに送信し、起きているか寝ているか、また、どのような体位（仰向けかうつ伏せか）かを離れていても把握することができる。

これらは健康増進・体調管理を測る生活者

図2 衣服と一体化したウェアラブル端末「スマート・ファブリック」の例

東レとNTT・NTTドコモが開発した 着る生体センサー「hitoe」



- 衣服に織りこまれた高導電性樹脂が生体情報を収集
- 肩部分の小型端末がスマートフォンへ生体情報を転送、モニタリング

出所) 東レ株式会社・日本電信電話株式会社・株式会社NTTドコモプレス
リリースより作成
https://www.nttdocomo.co.jp/info/news_release/2014/01/30_00.html

米Rest Devices社の スマート・ベビーウェア



- 乳児の呼吸数、動きをモニタリング
- 異常があれば親のスマートフォンに警告

出所) Rest Devices社
<http://mimobaby.com/>
<https://www.youtube.com/watch?v=Y7SPaCKJS9s>

向けのウェアラブル端末における進化の例であるが、ウェアラブル端末の市場が本格的に立ち上がった2014年から開発が進み、14年後半から15年になって製品が市場投入されている典型例である。

搭載されるセンサーの機能が向上し、種類や数も拡大したことで、ウェアラブル端末によって測定されるデータと、その元となる人々の行動をよりきめ細かく捉えられる。将来的には、このようなデータを活用した健康見守りサービスや健康増進に関するアドバイス、あるいは個々人のデータに基づいたスポーツや楽器の指導といった生活者向けサービスの高度化に利用されることが想定される。

3 ウェアラブル端末の活用は 企業の現場作業支援から

このように、生活者向けのウェアラブル端末は多様化が進んでいるが、実際に一般の人々まで普及するにはしばらく時間がかかる。先行してビジネス利用が始まっている分野は、企業・組織内で「フィールドワーカー」と呼ばれる、動き回って業務を遂行する

人々のIT装備の分野である。

表1は、ウェアラブル端末を従業員向けに応用した典型事例を類型化したものである。小売店や倉庫、工場内で商品や部品のピッキングなど現場で作業中の従業員に指示を出したり、接客を行う店員や屋外の作業（フィールドサービス）に従事する従業員の状況を把握し、必要な作業指示を出したりする使い方が多い。

いずれも、1カ所にとどまらず動き回って業務を行い、作業や機械のオペレーションなどのために両手がふさがることが多く、これまでPCやタブレット端末などによるIT化の恩恵を受けにくかった人々である。ウェアラブル端末の特性を活かし、ハンズフリー（両手が自由に使える状態）でいつでもどこでも使える、という強みを活かした現場作業の生産性向上への取り組みが始まっている。

特に日本で、ウェアラブル端末の企業向けのソリューション化が進んでいる領域は、部品や商品などのピッキング作業の支援である。眼鏡型ウェアラブル端末（スマートグラス）やスマートウォッチに、その日の作業指

表1 ウェアラブル端末の企業内での有望利用領域（主なもの）

<p style="text-align: center;">小売店舗</p> <ul style="list-style-type: none"> バックヤードからの品出し、店内での陳列・ピッキング作業の支援 対象商品・数量の確認、陳列位置の確認など 	<p style="text-align: center;">接客業</p> <ul style="list-style-type: none"> 接客・案内時にグラス画面への情報提示による支援 業務連絡・視線共有による状況報告、商品情報の確認など
<p style="text-align: center;">現場作業・業務</p> <ul style="list-style-type: none"> 屋外作業員に対して、遠隔地からの技術支援 視点の共有、スマートグラスの画面を通じた操作指示など 	<p style="text-align: center;">運輸・配送</p> <ul style="list-style-type: none"> 商品のピッキングおよびバックキングのオペレーション支援 作業手順の指示、対象商品の確認など
<p style="text-align: center;">医療</p> <ul style="list-style-type: none"> 患者の健康情報のモニター、データ収集 遠隔からの施術支援 AR技術を活用した施術手順、施術位置確認、体内の構造の確認や遠隔手術・診断支援 	<p style="text-align: center;">公共・セキュリティ</p> <ul style="list-style-type: none"> 交通違反の取り締まり業務支援。違反者の写真の撮影・アップロード、ナンバープレートからのデータ照合 警備業務での連絡、状況共有など

示やピックアップすべき部品のリストを表示して、倉庫内のピッキング業務を支援するソリューションが複数登場している。

さらに、ウェアラブル端末とRFIDリーダーを組み合わせ、部品を手にとるとその部品に貼られたRFIDタグを読み取って、指示に合った正しい部品を取り出したかを判断し、間違った部品であれば間違いを警告した上で正しい部品の所在を表示する、といった高度な作業支援を行うことも始まっている。

実際にこのようなウェアラブル端末を活用した仕組みは、病院の手術器具の準備や自動車メーカーの部品のピックアップ作業などに使われ始めている。

これまでは指示書やタブレット端末などを見ながら倉庫内を移動し、指示を頭に入れた上で、目視によって目的の器具や部品を取り出して後からチェックをする、というのが通常の工程であった。しかしそれでは作業中に指示書から離れて作業をする段階で、勘違いなどのミスが発生する余地があった。

ウェアラブル端末によってハンズフリーで常に指示が目に入り、センサーによって人間の判断だけでなく、デジタルデータによって部品の識別ができればミスは大幅に削減される。ミスが許されない病院のような現場では、熟練者に頼らずとも手術器具の準備作業が迅速にできるようになったという。また、グローバルな物流配送企業のDHL社では、グーグルグラスによる物流倉庫でのピッキング作業支援の実験を行ったところ、作業効率が25%向上したとのことである。

企業内でのウェアラブル端末の利用は、生活者向けのそれとは異なり、業務品質の向上や作業効率の向上などの効果が明確なため、

導入効果を見積もりやすい。グーグル社もグーグルグラスの一般販売は終了したが、今後は法人向けの用途に絞って開発を進めていく、とアナウンスしている。

ウェアラブル端末のビジネス適用の普及における第一の波は、これまでITが十分に支援してこなかった現場作業を支援する分野になりそうである。

4 ウェアラブル端末が抱える制約

ウェアラブル端末はさまざまな領域での応用が期待されているが、登場して間もないこともあり、技術的な発展や製品としての成熟の度合いは、まだ黎明期の段階にとどまる。

技術的進化の大きな要素の1つ目は、「インターフェース」の改善である。ウェアラブル端末の多くは従来の端末に比べて非常に小さく、ほとんど最小限の入出力の手段しか持たず、端末を操作するための入力手段には大きな制約がある。

そのため、ボタン操作やキータッチに変わってユーザーの意図を端末に理解させるための新たな手段が必要になる。そこで重要になるのが音声認識や画像認識などのインターフェース技術である。

2つ目の技術革新の方向は、最近普及に向かって動き出したIoTと呼ばれる、さまざまなセンサーとウェアラブル端末との連携の実現である。

眼鏡型にしても腕時計型にしても、それぞれの端末形状に応じて搭載できるセンサーや実現できる機能は限られる。ほかの形状の端末や、身の回りに置かれたほかのセンサーなどと連携することで、より多くの機能を実現することができるようになる。

3つ目として、ウェアラブル端末のセンサーや利用者の操作・入力をどのように判断し、有用な情報やアドバイスをフィードバックするための知能（＝インテリジェンス）をどう獲得・実現するかも、ウェアラブル端末の大きな課題である。

前述の通り、ウェアラブル端末は小さなデバイスであるため、PCやタブレット端末のようにユーザーが自在に情報にアクセスして操作をすることが難しい。

利用者の操作に制約がある中で、利用者の求めるフィードバックを適切に返すためには、端末側である程度知的な処理が必要になる。しかし、小さな端末に高度な判断を行う計算能力や大量のデータを配置するわけにはいかないため、クラウド上に置かれたデータやインテリジェントな分析機能と連携する必要がある。

以下、ウェアラブル端末のこれら3つの技術進化の動向と可能性について述べる。

II インターフェース技術の進化

1 ユーザーインターフェースを革新する音声認識

ウェアラブルデバイスの多くは従来の端末に比べて非常に小さく、ほとんど最小限の入出力の手段しか持たない。端末を操作するためのコマンドを伝えたり、ユーザーが置かれた状況を伝えたりするための入力手段には大きな制約がある。スマートフォンのように、ある程度のサイズの液晶画面を通じて文字を入力したり、情報を大きく表示したりすることは望めない。そのため、ボタン操作やキータッチに変わってユーザーの意図を端末に理

解させるための新たな手段が必要になる。そこで重要になるのが音声認識・画像認識等の環境認識の技術である。

ウェアラブル端末と音声入力との組み合わせは、グーグルグラスの登場で一挙に注目を浴びた。グーグルグラスをかけたユーザーがスカイダイビングをしている最中やジェットコースターに乗っているときに「OK, Glass」と呼びかけるとコマンドが呼び出され、「Take a video」と続けて発話すると、一切端末に手を触れずに動画を撮ることができる様子を示した映像が公開された。それにより、端末の形状だけでなく、ユーザーインターフェースにおいても革新的な技術が用いられていることが有名になった。

グーグルグラスのようなスマートグラスにとどまらず、音声認識・音声入力はほかのタイプのウェアラブル端末でも用いられ始めている。スマートウォッチに関しても、音声入力と認識技術は今後多くの製品で採用される方向にある。

2014年6月に発表されたグーグル社のAndroid Wearを搭載したスマートウォッチはマイクを搭載し、声による検索やコマンド（アプリケーションの起動やメールの返信）が標準で行える。その3カ月後に発表されたアップル社のアップルウォッチは、これまでiPhone・iPadに搭載されていた音声エージェント「Siri」による音声コマンドの処理や情報検索などを、ウォッチ上でも同様に利用することができる。

ほかにも、Samsungが主導して標準化を進めている「Tizen OS」を搭載したスマートウォッチ「Galaxy Gear」シリーズでは、音声認識技術を持つNuance社と提携して、

アップルと同様にウォッチ上で音声コマンドを受け付けることができるようにしている。

グーグル社のAndroid Wearにせよ、アップル社のアップルウォッチにせよ、音声ウェアラブル端末への入出力の手段として活用されるようになった背景には、スマートフォンで培われてきた音声検索やボイスコマンドの成熟がある。スマートフォン向けには、2011年にアップル社が「Siri」のサービスを開始し、これまでの「音声認識」から「音声アシスタント」へと変貌を遂げさせ、モバイル端末での音声入力の実用性に弾みをつけた。その後、グーグル社は2012年に「Google Voice Search」を公開し、日本でも同年にNTTドコモが「しゃべってコンシェル」のサービスを開始している。

スマートフォンでの音声入力が本格的に利用されるようになって3年が経つ。いち早くこの分野に着手してきた巨大プレーヤーのもとには、利用者から寄せられる大量の音声データが溜まりつつあり、認識精度が上がるようになってきた。スマートフォンのテザリングにより、ネットワークへの常時接続が可能になったことと相まって、ウェアラブル端末のような小型の端末であっても、常にクラウドと連携した音声入力・音声コマンドの認識が可能になってきている。

2 環境・コンテキストの理解の キーとなる画像認識

ユーザーインターフェースの進化のもう1つの方向性は画像認識である。スマートグラスはカメラを搭載している製品が多く、ユーザーが見ている物体や周囲の環境を認識するためにカメラで撮った画像を利用できる。

スマートグラス向けのアプリケーションで多く使われ始めている入力手段として、スマートグラスのカメラでQRコードやバーコードなどの「マーカ―」を読み取り、それと関連する情報を眼鏡部分に表示する方法がある。この方法は、スマートフォン向けのアプリケーションではすでに一般的に利用されており、クーポンの表示や関連するコンテンツ（URLなどの情報）への誘導、AR（拡張現実）表示などに用いられている。

現在、市場で入手可能なスマートグラスでも、バーコードやQRコードを読み取るアプリケーションは比較的容易に実現できる。ただし、ウェアラブル端末のカメラでは、スマートフォンと異なる制約条件がある。ウェアラブル端末のカメラは身体（特に頭部）に装着されているため、スマートフォンのようにマーカ―などの近くまで持って行って「かざす」ことができない。必然的に認識対象との間に距離が空くことになるが、現状のスマートグラス製品では本格的なズームによって小さなマーカ―を捉えることが難しい。

したがって、スマートグラスでマーカ―の読み取りをする場合には、かなり大きめのサイズのQRコード（10数cm四方）を用いることが多いが、対象物にこのような大型のQRコードを貼ることは現実的でない。そのため、物体につけられたマーカ―ではなく物体や周囲の環境の画像をもとに、対象物やそれがおかれた状況を識別する画像認識の進化に期待が集まっている。

また、静止した物体の認識だけではなく、ジェスチャーなど人の動きを識別することで、カメラを通じた直観的な操作も可能になる。

図3は、プリリアントサービスがプロトタイプ製の製品を提供中の「mirama」の動作イメージである。miramaは、ユーザーのジェスチャーを識別するカメラを搭載した両眼型のスマートグラスである。miramaでは、ユーザーが目の前に手をかざして行うジェスチャーの様子をカメラが捉え、写真撮影やメール送信操作を実行したり、ARとして表示された仮想空間上のコンテンツを操作したりすることができる。

画像認識技術は、ウェアラブル端末以外の分野でも進化・低価格化が進んでいる。たとえば米国のアマゾン社では、カメラをある物に向けると、アマゾン・ドット・コムの商品データベースと突き合わせてその物体を商品として識別し、すぐに買物ができる「Fire Phone」を2014年7月から発売している。

マイクロソフト社はPC・据え置き型ゲーム機（Xbox One）向けに、2世代目のカメラセンサー「Kinect for Windows v2センサー」を発売している。ゲームをしているユーザーまでの距離や動きだけではなく、顔色から判断した心拍数や表情をもとに、心理的な

状態を読み取ることで可能になっている。

また、グーグル社ではスマートフォンが内蔵するカメラで周囲の環境を読み取る研究「Project Tango」を行っているほか、自動運転車にも周囲の環境を把握する画像認識技術が用いられている。

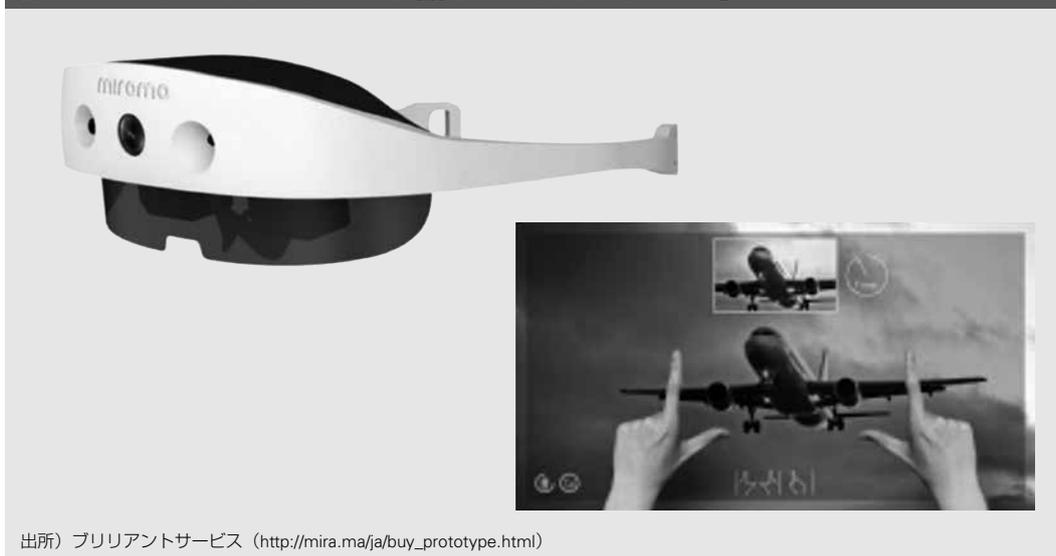
ウェアラブル端末ではハードウェア上の制約もあり、このような高度な機能が搭載されるのはまだ先になるが、画像認識に関する技術の進化は着実に進みつつあり、将来的にはウェアラブル端末の利用者もこの分野の技術進化の恩恵を享受できるようになるであろう。

Ⅲ IoTとの連携が拡張する ウェアラブル端末の利用シーン

1 「端末単体」からの飛躍に向けて

ウェアラブル端末がその真価を発揮するためには、音声認識、画像認識による端末単体での進化だけでなく、周辺の端末やセンサー、クラウドとの連携という分野での進化も欠かせない。どうしても小型にならざるを得

図3 ジェスチャーによるコントロールが可能なスマートグラス「mirama」



出所) プリリアントサービス (http://mira.ma/ja/buy_prototype.html)

ないウェアラブル端末では、端末単体で実現できる機能や搭載できるセンサーの種類には限りがあるからである。

現状のウェアラブル端末の多くは、ほかの端末やサービスとの連携に関しては、「母艦」となるスマートフォンとの連携程度しか想定していない。だがたとえば、スマートグラスは表示を担い、スマートグラスへの情報のインプットに指輪型端末や腕輪型端末を使う、というようなウェアラブル端末同士の連携ができれば、より柔軟な操作や体験が可能になる。

ウェアラブル端末とスマートフォン、あるいはウェアラブル端末同士の連携に加え、昨今、特に注目されているのは、利用者の身の回りの環境におかれたセンサーやデバイスとの連携である。環境側のセンサーは、「IoT」と呼ばれる。

2 IoTとは

IoTとは、われわれの身の回りの冷蔵庫やバスケットボールから、大型の建機や設備機械に至るまで、あらゆるモノがネットワーク化されることで、生活者向けに価値あるサービスを生み出したり、企業内の作業の効率化を図ったりしようとする概念である。

それを実現するのは、小型化されたさまざまなセンサー群である。気温やモーションセンサー、機械の稼働状況などの監視を行うセンサーや、位置を測定するためのビーコン（発信器）などさまざまなセンサーが今後社会の至る所で利用されると見られている。

背景にあるのは、センサーの小型化・低価格化である。2010年頃から通信モジュールやセンサー自体の小型化、低価格化が進み、物

理的なサイズに起因する制約やコストなどの課題は解消されつつある。

3軸加速度センサーを例にとれば、2000～10年の間にチップの大きさは10mm²から2～3mm²へと小型化し、販売価格も3ドル以上から0.7ドルにまで下がった。携帯電話向け通信モジュールに関しては、2008年の約2～2.5万円程度から10年には0.6～1万円へと価格が低下している。

また、Bluetooth LE（Low Energy）など低消費電力型の近距離無線通信の方式が一般的に利用されるようになってきたため、これらの通信方式を搭載したスマートデバイスと組み合わせることにより、通信コストの問題も解消の目途が立った。

その結果、ネットワークにつながるモノは、大型の産業機械だけでなく、白物家電（エアコン、冷蔵庫など）や日用品（歯ブラシなど）、スポーツ用品（ボール、シューズなど）など消費者に身近な機器にまで広がってきている。

3 コネクテッド・サービスの入り口となるウェアラブル端末

ウェアラブル端末と環境側センサーとの連携に向けた動きは、徐々に始まっている。2015年4月に発売されたアップルウォッチは、発売後すぐにソフトウェアの機能拡張が発表された。

機能拡張される予定の中には、アップルウォッチが無線LANを使ってiPhone以外のデバイスへ接続できるようになる、というものがあった。これは、アップル社が2014年6月に発表した家電のコントロール規格「Apple HomeKit」の入口として、アップルウォッチ

を利用できるようにする布石と見られている。

Apple HomeKitは、家庭内の照明や空調、ホームセキュリティや白物家電など、さまざまな電気製品を家庭内のネットワークに接続し、iPhoneやiPadなどからコントロール可能にしようというものである。

2015年の夏より、アップルウォッチが無線LANでのネットワーク接続に対応することによって、家庭の中であればスマートフォンやタブレットを持っていなくても、いつでもどこでもアップルウォッチから家電をコントロールできるようになる。いわば、ウェアラブル端末がネットワークに接続された家電製品のサービスへの「入り口」になるわけである。

このような、センサーやウェアラブル端末などをネットワークに接続し、相互に制御することで新たに生まれるサービスは、「コネクテッド・サービス」と呼ばれる。

IoTを活用したコネクテッド・サービスへの入り口としてウェアラブル端末を利用するメリットに、「利用者の状況をより詳細に察することができる」点が挙げられる。

たとえば、心拍数や呼吸数、ストレスなどを常時確認できるスマートウォッチやスマート・ファブリックとホームネットワークとを接続すれば、利用者の健康状態やストレス度合いに応じて自動的に空調の設定温度を変更するというような、きめ細かいサービスを実現することができよう。

さらに、常時身に付けられるウェアラブル端末であれば、ユーザーの行動や生体データなどの情報をきめ細かく収集し、ユーザーデータからより深く学習することができる。

反対に、ウェアラブル端末としても、収集できるサービスが増えれば増えるほどその価値は高まるため、単独の製品としての競争から、その端末で利用できるコネクテッド・サービスの多様性や利便性の高さが求められるようになる。

Ⅳ ウェアラブル端末を支える「インテリジェンス」

1 もう1つのI

「インテリジェンス」の必要性

ウェアラブル端末の進化を加速する技術的要素として、これまで①インターフェースの進化、②IoT（環境側センサー）との連携、を見てきた。

ウェアラブル端末のように小型のデバイスであっても、利用者の置かれた状況を的確に捉え、ニーズに応じて自在にコントロールできるインターフェース技術が進化すれば、あたかも「コンシェルジュ（管理人・案内人）」のような役割を果たすデバイスとなることが可能である。さらに、身の回りの家電や家に埋め込まれたセンサーネットワークとつながることで、スマートフォンやタブレットを取り出すことなく、自分の身の回りの家電やサービスをコントロールしたり、体調に応じて自動的に環境の調節がなされたりする、ということが実現する。

ただ、このような魅力あるサービスを実現するためには、ウェアラブル端末を身に付けている利用者についての深い理解が必要になる。たとえば心拍数や呼吸数に応じた健康アドバイスや、ウェアラブル端末を通じて行うには、どのような心拍や呼吸のパターンが観

測されたら体調が良くないと判断するのか、という知識が必要である。画像認識や音声認識に関しても、認識対象とする個人についての知識が必要になる。

ウェアラブル端末に、このような知識を内蔵することは現実的ではない。そのため、知識の蓄積や分析を担うのは、ウェアラブル端末と連携したクラウド上のデータや分析機能になる。この、クラウド上に置かれた知能（インテリジェンス）が、ウェアラブル端末の普及を後押しする第3の「I」である。

2 利用者を理解し、 能動的に情報を通知するための インテリジェンス

ウェアラブル端末は常に身に付けている端末であり、それによって端末操作に手を取られない（ハンズフリー）点が魅力である。

しかし、端末から何らかの有用な情報のフィードバックを得るために、いちいち立ち止まって操作をするようでは、その魅力が半減してしまう。そのため、ウェアラブル端末側から能動的に、タイミングよく利用者に対して気付きを与えるような情報の提示を行う機能が付加される方向に進化している。

たとえばAndroid Wearを搭載したスマートウォッチでは、スマートフォンを介して取得された位置情報を元に、駅に近付くと自動的に自宅までの電車の時間、ルートなどのナビゲーション情報が表示される。あるいは天候が急変した際に、最新の天気予報のデータを知らせてくれる機能がある。

このような機能はスマートウォッチ単体で実現されているわけではなく、グーグル社が提供する個人に合わせた情報プッシュサービ

ス「Google Now」の機能を、ウェアラブル端末を介して利用者に通知している。

Google Nowは、利用者の居場所やスケジュール、買物やウェブの閲覧履歴などのさまざまなデータを総合して「この利用者は何に興味があるか」を判断し、今いる場所や時間に適した情報を薦めてくれるサービスである。

利用者の置かれた状況や趣味・嗜好を判断するためには、端末で取得できるデータ以外にも、さまざまなデータを大量に取得・蓄積することが必要になる。

このような大量のデータに基づいた利用者への理解・推奨はクラウド上で実現されるため、今後のウェアラブル端末はクラウド上のインテリジェントなサービスといかに連携するかが問われることとなるだろう。

3 利用者のデータの集積による 知識の獲得

ウェアラブル端末の中でも最も早く普及が始まった、フィットネス（健康増進）目的のデバイスには、利用者が身に付ける活動量計から大量の運動に関するデータが集まってくる。個々の利用者が1日に何時間くらい、どのくらいの強度の運動を行っているかについて、常に身に付けているデバイスを介して得られるデータを元に、その活動パターンや状況を把握している。

それらのデータから、「あなたには今日このくらい運動することをお勧めします」というアドバイスを行うことができる。また、ウェアラブル端末からの活動量のデータとネットワークに接続された体重計のデータを組み合わせると、どのような活動量・活動パター

ンの利用者が効果的に痩せるか、という知識を獲得することができる。

このような利用者のデータに基づいた知識は新たな価値の源泉となり、ウェアラブル端末をより賢い端末とし、他社の端末やサービスとの差別化につながっていく。

V ウェアラブル端末を活用した新しいビジネスの可能性と課題

1 3つのIの連携の始まり

ウェアラブル端末は、端末単体での性能の競争から、これまで見てきた「3つのI（インターフェース、IoTとの連携、インテリジェンス）」を活用した新サービスに組み込まれる方向で、今後進化していくと予測される（図4）。

さらに3つのIの相互連携の萌芽が、既に登場しつつある。企業のウェアラブル端末活用の方向性の一つに、これまで捉えることが困難だったヒトに関連する情報に応じてアドバイスをしたり、見守りをしたりする新サービスがある。

NTTコミュニケーションズと大林組は、2015年4月から、建設作業員の健康状態をスマート・ファブリックで見守る実験を始めたとアナウンスした。気温などの環境データに加えて、建設作業員の心拍数などのバイタルデータを長時間モニタリングすることで、これまで把握の難しかった建築作業現場での熱射病の兆候の発見や、リアルタイムでのアラート（警報の発出）の実現を目指すという。

この実験では、ウェアラブル端末から得られるデータを基にした熱ストレスや疲労度の推定、および姿勢の推定などがサービスの核

となるインテリジェンスである。スマート・ファブリックという新しいインターフェースやほかのセンサー（IoT）と連携して、全体として建設現場での安全確保を実現していくものである。

もう一つのウェアラブル端末活用の方向性は、コネクテッド・サービスへの入り口としてのウェアラブル端末の利用である。今後IoTへの注目はさらに高まると予測されており、さまざまな製品がネットワークに接続されていく。

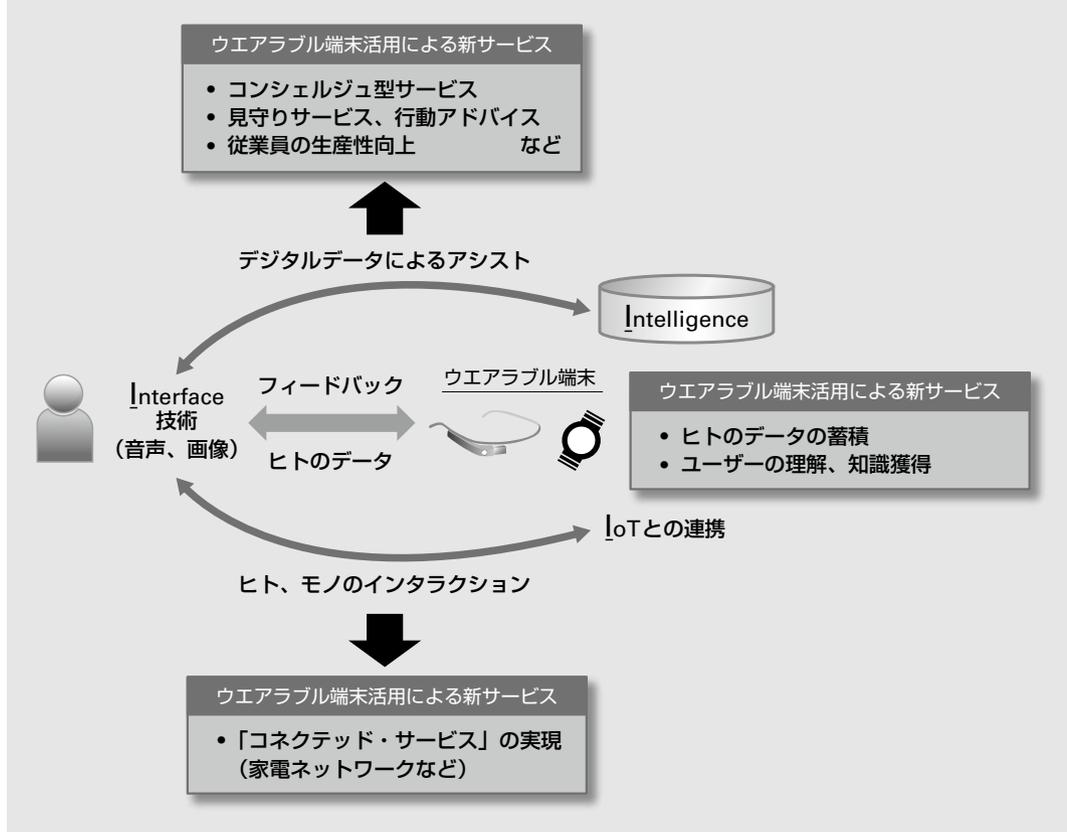
製造業にとって、自社の製品をネットワークにつないでモニターしたりコントロールしたりする機能を付加し、「製品+サービス」で差別化を図っていくことが求められるが、製品とネットワークの中にウェアラブル端末を組み込み、より生活者に使ってもらう機会を増やすことを考えていくべきであろう。

2 ウェアラブル端末ビジネスの担い手

ウェアラブル端末が登場した初期から現在までのところ、これまでにない形状のデバイスをどのように実現していくのか、というハードウェアの製造競争という視点で語られることが多かった。すなわち、ウェアラブル端末をめぐるビジネスは、家電メーカーやハードウェアベンチャー企業のものと思われてきた。

しかし、ウェアラブル端末の進化とともに、ハードウェアの製造・設計で解決すべき部分だけではなく、各種の認識技術や利用者のパーソナルデータの収集・分析に基づくインテリジェンスの実現など、ソフトウェアで解決すべき部分も多くなってきた。

図4 3つの「I」によって加速されるウェアラブル端末を活用した新サービス



また、IoTとの連携が進めば、さまざまなセンサーとの連携を実現していくため、ウェアラブル端末がセンサーネットワークの中に組み込まれていかなければならない。そのため、ネットワーク機器やソフトウェアベンダー、その他ITインフラ構築のビジネスにも関係してくるであろう。

今後は、「ウェアラブル」を軸としたハードウェアメーカーとソフトウェアベンダー、およびベンチャー企業との提携・協業が増えていくと見られる。

また、企業向けのシステム・インテグレーションやIT戦略の策定の現場においても、新たなユーザー端末やインフラとして、ウェアラブル端末を位置づけてその活用を検討し

ていくべきである。

3 ウェアラブル端末活用に向けての留意点

ウェアラブル端末はまだ発展段階にある。今後、認識技術や端末から得られたパーソナルデータの分析によって、これまでになく利便性を利用者にもたらしたり、人間が気付いていない行動データからの知識を発見したりするなど、「常時身に付けられる」というメリットを活かした新たな価値の実現や新サービスの創出に貢献し得る可能性は大きい。

ただし、登場から間もない端末であるため、利活用にあたっては留意すべき点も多い。特に、技術面以外のプライバシー問題や

社会的に受け入れられるかといった課題の解決には時間がかかる。

ウェアラブル端末はその特性上、身に付けている人の極めてパーソナルな行動データを収集することができる。収集されたパーソナルデータから、個々の利用者が何時頃、どこでどのような行動をしたのか、どのような環境にいたのか、といったことを緻密にうかがい知ることも可能である。

また、スマートグラスのように、利用者の視線を記録・共有できるデバイスであれば、カメラで捉えた人の肖像権・プライバシーなど、懸念されることが多い。

実際に、消費者向けのスマートグラスとして先行して市場に登場したグーグルグラスは、ウェアラブル端末が社会的にすぐには受け入れられにくい側面があることを明らかにした。

たとえば、グーグルグラスのユーザーが、グラスを装着したままレストランに入った際に、「ほかの客がカメラで撮影されるのを嫌がるから」という理由で、店を追い出されることが起こっている。グーグルグラスをかけたまま車を運転したり映画館に入ったりすることが、ルール違反として問われるケースも生じている。

この種の事例は、グーグルグラスに限った話ではない。グーグルグラスが先行して市場に大々的に登場したからであり、ほかにも「スマートウォッチが普及したら教育現場でカンニングに使われるのではないか」といった懸念も徐々に議論され始めている。

PCやスマートフォン、タブレットとは異

なる端末の形状とその利用方法が、一般の人々の間で認知され、慣れるまで、社会的なルールが合意され、形成されることを含めてこれまで以上に時間がかかることが予想される。そのため、普及に向けてはメーカーやサービス提供者からの啓蒙が必要であろう。

ただ、このような新デバイスが社会的に受け入れられるまでの試行錯誤は、携帯電話やスマートフォンが登場した頃にも同じように生じてきたことである。

数年前、スマートフォンが登場した当初は「スマートフォンでなくてもガラケー（フィーチャーフォン）で十分（なのでスマートフォンは普及しない）」という見方があった。

しかしスマートフォンが普及した現在、「スマホ・ファースト」という概念（ウェブサイトやアプリケーションを、PCよりもまずスマートフォンに合わせるべき、という考え方）が定着するに至った。

現在、ウェアラブル端末はまだ技術進化の揺籃期にあるが、既に「ウェアラブル・ファースト」という概念も登場している。折しも3つの「I」と関連するIoT、AI（人工知能）への注目も昨今急速に高まっており、企業としても、ウェアラブル端末によって新たなサービスの創出を検討できる時期に来ている。

著者

亀津 敦（かめつあつし）

IT基盤イノベーション本部ITイノベーション推進部
上級研究員

専門は情報系システムおよび消費者向け技術の動向
調査・コンサルティング