

# ウェアラブル・ユビキタスコンピューティングによる近未来の暮らし

塚本昌彦 ● 神戸大学大学院

12

## コンピュータは小さくなって 使い方が変わってきた

半世紀以上前に人類がコンピュータを生み出して以来、そのサイズは驚くほど小さくなった。部屋全体を占めるものから、デスクトップサイズになり、その後鞆に入るブックサイズ、ポケットサイズへと進化した。長さでいえばおおむね20年で1桁ペースのダウンサイジングとなるが、これはムーアの法則ともほぼ合致する。それに伴って、最も大きく変化したのは使い方である。科学技術、軍事計算から、データベース、会計、文書作成などの企業計算、メールやプレゼンなどの個人のための計算、そして、最近ではプッチコミュニケーションやライトエンタテインメントという、より身近な使い方が主流となっている。おそらく一昔前には一見ナンセンスに思えたような使われ方に向かって一歩ずつ歩んでいる。また、コンピュータの使い方の変化につれて、人々の生活はより便利、快適になり、安心、安全になり、豊かで楽しいものになってきた。反面、家に引きこもり一日中インターネットやゲームをする子供たちや、ケータイを始終手放せない若者が増えるなど、社会問題も起こっている。良い面、悪い面ともに、コンピュータ技術の進歩によって社会も大きく変化しているといえる。

## コンピュータはさらに小さくなり使い方が変わる

ダウンサイジングのペースは今後も継続する。今後10年ぐらいのスパンで、豆粒大、ゴマ粒大のコンピュータが主流となり、これまでにない新しい使い方がなされる。重要なキーワードはウェアラブルコンピューティングとユビキタスコンピューティングである。これまでのコンピュータと違い、超小型コンピュータは実世界の中で人やもの、場所などに埋め込まれて使われる。人々の普段の生活の中で何気なく使われ、人々の生活をより良くする。特に、「健康」や「エコ」がその重要なスコープとなる。

今後10年、コンピュータは人々の暮らしの中で直接使われるようになるため、過去の10年より大きく人々の暮らしは変化する。それは想像しにくいような「ナンセンス」な使い方を含むものであり、多くの人にとって今後の変化をイメージするのは難しい。さらにその変化は予想以上に早いものとなる。以下ではこれらの点を踏まえて、これからの暮らしの様子を予想する。

### ■ 予言1：今年立ち上がる電子ブックは、 2、3年で紙メディアを撲滅する<sup>☆1</sup>

ずいぶん前からペーパーレスと言われながらかえって紙の使用量が増えている現状がある。しかし今こそ我々は大きな変化を目前にしている。まずはこの1年で電子ペーパー・電子ブックが急激に普及し、新聞は2年で大きく衰退する。おそらく新聞社は電子的な配信への移行を遂げている。端末は辞書と百科事典を備え、新聞アーカイブも行う。新聞以外の紙媒体も3年で衰退し、出版社、雑誌社は街角情報配信あるいはビデオ配信へとシフトしていく。もともと電子デバイスに比べて紙のほうが多くて圧倒的に優位にあったが、技術進歩によりそれらが拮抗するようになった。逆にいくつかの点で電子デバイスは圧倒的に優位である。これから多くの企業が電子ブック市場に参入する見込みであるし、今年のマルチタッチのタブレットPCの展開もそれに拍車をかける。機が熟した今、急激な入れ替わりは必然である。日本も、著作権の迅速な対応などにより業界全体が積極的に取り組んでいく必要がある。

さらに、小型・高性能化の進捗を見る限り、電子デバイスの最大のライバルであった「紙のメモ」も5年のスパンで衰退する。ペンや消しゴムも目にすることが減っていくだろう。

☆1 本稿執筆後のアップル社 iPad の発表・発売により、この予言はより実感を伴うものとなった。



図-1 1, 2年後には街角を行き交う人々の多くがHMDを利用するようになる。

### ■ 予言 2：HMD 市場は 1, 2 年以内に立ち上がり、数年後には街角で皆が HMD を利用するようになる

HMD(Head Mounted Display)とは頭部に装着する小型のディスプレイのことである。ディスプレイをいつでもどこでも利用できる点がポイントである。業務用としては、整備・保守、流通・運送、建築・工事から、コンビニ、レストランなどの店頭、警察・ガードマンなどあらゆる現場業務で使われるようになる。民生用としては、ウェアラブルケータイ、ウェアラブルカメラ、ウェアラブルビデオプレーヤから始まり、徐々に高機能で汎用性を高めてゆく。

今年家電業界では3Dディスプレイ市場の立ち上がりが予想されているが、それはHMDにとって追い風となる。両眼HMDなら3Dコンテンツが低コスト、高品質で視聴できるためである。

HMDが流行の周期が短いファッション分野に含まれることを考慮すると、市場の立ち上がりはほかのどの電子機器よりも急峻となる。数年後には街角を行き交う人のほとんどがHMDを装着していることになるだろう(図-1)。HMDは新しい近未来社会の象徴となり得るアイテムであり、コンテンツも含めたビジネスのポテンシャルは甚大である。ぜひ国内から立ち上がってほしい。

### ■ 予言 3：街角情報配信は 1, 2 年で広まり、3 年後には AR がコンピュータの標準プラットフォームとなる

最近セカイカメラが契機となってAR (Augmented Reality) が流行している。多くの人が空間に落書きをするような感覚で、世界のあちこちにバーチャルな情報を残している。組織的な情報提供の枠組みを整備すれば、最寄りのコンビニ、最寄りのトイレなどの地域情報やレストランの推薦メニューや店舗案内など、「そこにいる」人



図-2 3年後、ウェアラブルゲーム機がさまざまな世代に「ゲーム機」を超えた生活アイテムとして浸透する。

にとって有用な情報が提供できる。広告、集客などにも有効である。今後、より高機能のARサービスが多数出現し、ブログやアフィリエイト、ランキングなどのようなWebで広く使われているメカニズムや、音楽や映像の配信、さらには3Dコンテンツの実世界映像との重ね合わせなどが実現され、多機能化が進むとともに、やがて淘汰される。サービス、ビジネスの規模は急激に膨らみ、AR情報を利用せずに実世界活動を行うことはなくなるほど、人々のくらしに入り込む。コンピュータプラットフォームは、現在のデスクトップからARに移行する。情報の受信は携帯電話、携帯端末などのモバイル端末から、徐々にウェアラブル端末が主流となっていく。

### ■ 予言 4：2 年後、ウェアラブルゲーム機がさまざまな世代に浸透する

2, 3年後ウェアラブル型のゲーム機が出現し、急激に展開する。HMDのほか、入力のための専用グローブとベルト、靴などから構成され、現実のスポーツや遊びを演出する(図-2)。これらを用いて子供たちは外で元気に鬼ごっこをし、大人はゴルフやテニス、散歩に利用する。単なる情報支援だけでなく、実空間に備えられたセンサなどのユビキタス機器と連携して、ジャッジやスコアリングも一部自動化される。トレーニングやロールプレイングなどにも有効である。若者はペット育成ゲームで楽しくダイエットをしたり、ウェアラブルセンサと組み合わせて食事や運動量のモニタリングをしたりする。楽しい出会い系散歩ゲームが実現され、高齢者の楽しく豊かな新しい生活スタイルが創成される。ウェアラブルゲーム機はさまざまな世代に「ゲーム機」を超えた生活アイテムとして浸透する。

### ■ 予言 5：ウェアラブルセンシングの巨大市場が3年で立ち上がり、人々はセンサを手放せなくなる

最近身体に装着する健康機器が多数発売されるようになってきた。歩数計、加速度計、脳波計、脳磁計、血圧計、体温計、筋電計、心電計、パルスオキシメータなど、多くのセンサが小型、高性能になり、ユーザの身体に装着されて常時健康状態をチェックする。データ処理、信号処理を組み合わせると、何をやったか、何を食べたか、どのように感じたかなどをある程度検出できるようになる。健康管理とダイエットのほか、勉強や仕事の効率アップ、休憩や余暇のリラックス度向上、ライフログなど応用は広がる。健康は人間にとって最大の関心事項であり、コンテンツとともに3年後には巨大市場に成長する。現在の携帯電話以上に、多くの人がウェアラブルセンサに依存した生活を送るようになるだろう。

### ■ 予言 6：3年後、冷暖房服が爆発的に展開し、5年後には部屋の冷暖房は消滅する

一部の工場などで冷暖房機能の内蔵された服やファン付きのジャケットが利用されているが、3年後にはこれらが人々に浸透する。センサと特殊な熱交換素子を用いて衣服内環境を快適に保つような衣服が登場し、どのような環境下でも個人の快適性が確保されるようになる。部屋全体の冷暖房と比べてエネルギー効率の面から圧倒的に有利であり、国策も打たれて急激に展開する。リンパ腺部位は特に熱効率が良いことが知られているが、股間にファンのついたズボンなどは一度人類がそれを利用すると後戻りできない類のものに違いない。部屋の冷暖房は不要になり、5年後には冷暖房機器はほぼ消滅することになる。

### ■ 予言 7：3年後、掃除ロボットは動くホームサーバとして多機能化する

ここ10年でロボット技術が著しく進化したものの、二足歩行ロボットや曲芸ロボットはその現実的な用途が不透明である。しかしその中で、掃除ロボットは徐々に家庭に浸透しつつある。携帯電話が進化したのと同じように、今後、掃除ロボットはカメラや電話、プリンタなどを搭載して、動くホームサーバとしてさらに進化する(図-3)。自律的に動く情報機器はこれまで類がなく、多機能化することで、物音に反応して様子を見に行ったり、電子レンジで調理した料理を運んだりするなど、新たな駆動型家電として使われるようになる。また、介護や子供の世話などで見守りと家事を両立させるためには家庭のオートメーションが不可欠で

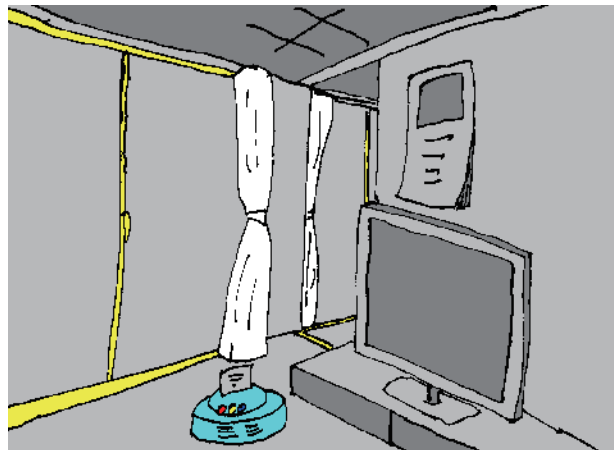


図-3 3年後、掃除ロボットは動くホームサーバとして多機能化し、広く利用されていく。

あり、これからの少子高齢社会のニーズにマッチした新しい情報家電となる。

### ■ 予言 8：ICタグは5年で身の回りのすべてのものに埋め込まれ、生活の中で多様に利用されるようになる

ICタグはすでにカードや携帯電話に埋め込まれて多くの人が利用している。今後5年のスパンで、身の回りのあらゆる「もの」に埋め込まれて使われるようになる。商品には生産の段階でタグが付けられ、流通、消費、破棄の全過程で使われるようになる。ICタグは情報蓄積、センサ内蔵など高機能化し、用途はさらに拡大する。ケータイと組み合わせた情報提供も、現在の駅や塾、学校だけでなく、ショップ、レストラン、テーマパーク、エステ、ホテル、コンビニ、ガソリンスタンドなどのあらゆるサービスに拡大する。家庭のテレビや携帯電話がタグリーダの機能を持ち、生活のさまざまな場面での物品のチェックや情報記録に利用できるようになる。図-4では、母親が携帯電話を使って子供の持ち物のチェックをしている。

さらに10年後の道路工事や建築現場では、アスファルトやコンクリートに多数の超小型コンピュータを混ぜて使われる。壁や道路に埋め込まれたコンピュータはセンサと通信を使って実世界を常時モニタリングする。安全、安心のためだけでなく、財布やカギなど、なくしたものをインターネットで検索するためにもこれらのインフラが利用される。人々の動きはグローバルにモニタリングされるが、個人のプライバシーやセキュリティを保護するようなインターネットメカニズムも同時に進化する。





図-4 ICタグは5年で身の回りのあらゆるものに埋め込まれ、母親は携帯電話を使って子供の持ち物チェックをするようになる。

### ■ 予言 9：5年後，飛行型情報機器が登場し，屋内から屋外へと使用範囲が広がっていく

モータとバッテリーの進化により近年小型のラジコンヘリが急激に進化している。5年以内に飛行型の情報機器が登場し、テーマパークや展示会場、家庭内、訓練施設など、場所を限定して使われるようになる。10年後にはアウトドアの広い範囲で使われるようになる(図-5)。運搬に利用できる大型のものから撮影、センシング、情報提供などに利用できる超小型のものまで、機器のバリエーションとその用途は広範である。一方、犯罪やテロなどの悪用を防ぐメカニズムも必須となる。

### ■ 予言 10：10年後，携帯電話はなくなる

前述のとおり，HMDをはじめとするウェアラブル機器はこれから数年で急成長する。当面はポケット型機器とウェアラブル機器が棲み分ける。おそらく入力装置としての存在意義が最も存続するが、今後増すコンピュータの主用途はキー入力が必要とせず、センシングによる状況認識とユーザのジェスチャを利用するものとなる。音声認識やBMI (Brain-Machine Interface) も性能向上する。キー入力の必要性が徐々に減少し、ウェアラブル機器が浸透すれば、ポケット型機器を携帯する必要性は減少するため、携帯電話をはじめとするポケット型機器がいずれ消滅すると考えるのが妥当である。



図-5 10年後，飛行型情報機器がアウトドアの広い範囲で使われるようになる。

## もっと先の変化

一般に、情報社会の進展は10年以上のスパンでは見通しにくい。他分野の技術革新と複合的に社会に影響するためである。しかし、衣食住すべての側面で情報処理がより深いレベルで使われるようになることは間違いない。人々はコンピュータチップの詰まった服を着て、コンピュータやセンサが埋め込まれた住宅に住み、コンピュータチップの混ざった食品を食べるようになる。

未来をより豊かにするためには、映画「マトリックス」で描かれているような、人間がカプセルの中に入り込んでバーチャルな世界の中で一生を送るようなことにならないよう、技術の方向性を人々が強い意志を持ってコントロールしてゆかなければならない。本稿で描いたウェアラブル・ユビキタスコンピューティングの世界は、実世界でのユーザの身体的な活動を主体とするものであり、豊かで楽しい人々の新しい生活を生み出す方向性として重要性の高いものであると筆者は考える。

(平成22年1月13日受付)

### 塚本昌彦 (正会員)

tuka@kobe-u.ac.jp

1987年京大・工・数理卒業，1989年同大院・工・応用システム科学修士了。シャープ，大阪大学を経て2004年より神戸大・工・電気電子工学科教授。京都大学博士（工学）。NPO ウェアラブルコンピュータ研究開発機構理事長。2001年よりHMDを利用したウェアラブル実践生活を継続している。