

# モバイル研究の歴史

## IBM東京基礎研究所での取り組み

### 1. MobileFirstを目指すモバイル・ラボ

近年のスマートフォンの普及に伴い、対応するアプリやサービスが急速に増加してビジネス環境にも大きな変化が起きると言われています。IBMが2013年のGlobal Technology Outlook (GTO) で提言した「MobileFirst」の概念が実現しつつあります。IBMが2014年7月15日に発表したAppleとの提携[1]も、MobileFirstの概念を具体化するものと言えます。

世界に12カ所あるIBM基礎研究所の一つである東京基礎研究所でも、2014年9月に研究所内に「モバイル・ラボ」を開設し、MobileFirstを推進する体制を整えました。IoT(Internet of Things)、Apple提携に代表されるエンタープライズ・モバイル分野でのビジネス貢献、将来的にはウェアラブルを含む次世代モバイル・システムの研究を目指しています。

しかし、このような取り組みは今に始まったことではありません。東京基礎研究所では1990年代後半に省電

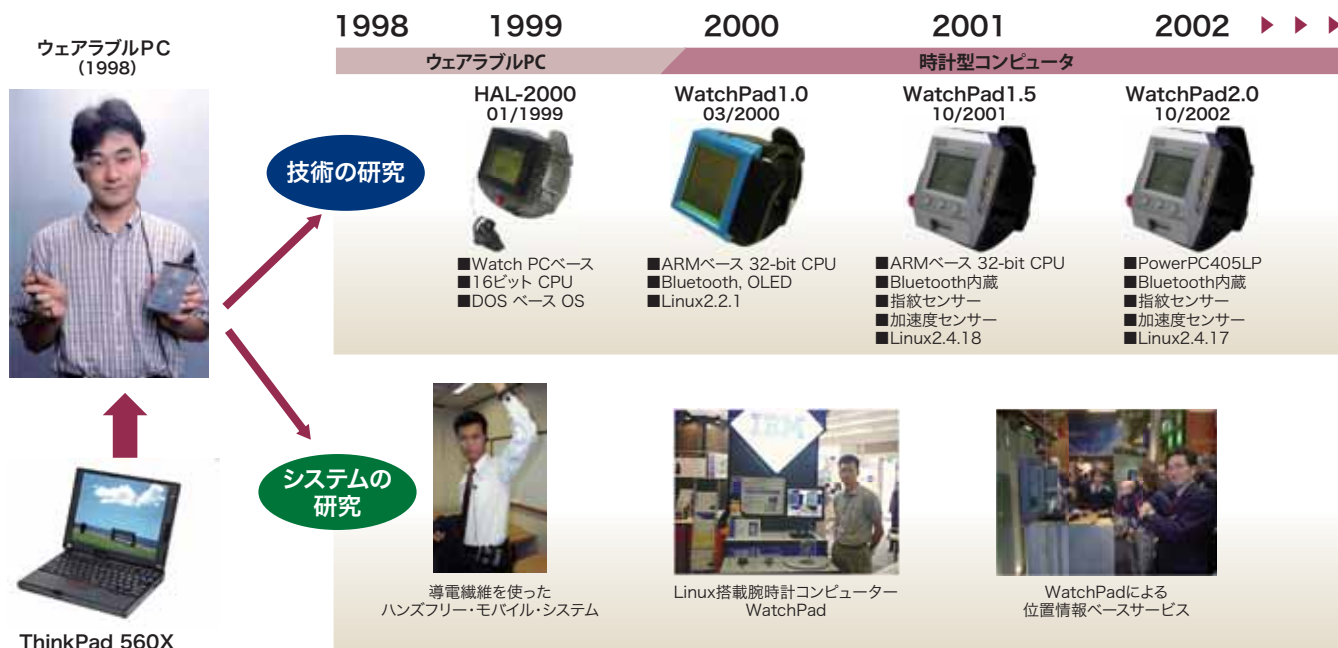
力技術の研究でThinkPadを業界一に導く大きな成果をもたらした後、次世代モバイル・システムの研究にその方向性をシフトしました。今話題のGoogle GlassやApple Watchの原型となるヘッドマウント・ディスプレイを持つウェアラブルPCや、Linuxを搭載した時計型デバイスの製作やその利用法の研究を行ってきました。

IBMのビジネスの方向性がサーバーやミドルウェアからサービスへと向かい、ThinkPadのLenovoへの売却もあいまって、東京基礎研究所でも2000年代半ばからは携帯電話を利用したサービスやビジネスにその研究の方向性をシフトしています。ここでは、東京基礎研究所でのモバイル研究の歴史について、時代を追って紹介していきます。

### 2. ThinkPadからウェアラブルPCへ

1990年代後半、東京基礎研究所ではThinkPadの省電力機能を世界一にするための差別化技術の研究開発を行っていましたが、MicrosoftがWindows 98で採用した

#### ■次世代モバイル・システム研究の歴史



OSによる省電力技術ACPI(Advanced Configuration and Power Interface)[2]により、独自技術による差別化が難しい状況になりました。これにより市場で売られている部品を組み合わせるだけで、誰でもが高度な省電力機能を持つ製品を簡単に作る事が可能となり、ノートPCのコモディティー化が一気に進んだのです。

そこで東京基礎研究所では、研究の方向性をノートPCに代わる次世代モバイル・システムへシフトすることにしました。当初は新しい利用形態を模索しているいろいろな試作を行っていました。当時IBMではSLC(Surface Laminar Circuit)基板を開発したことにより高密度実装が可能となり、コンパクトフラッシュ・サイズの1インチHDDのマイクロドライブを開発していましたが、これとThinkPad 560Xの基板を高密度実装して組み合わせることでウェアラブルPC[3]を試作しました(図1)。

ヘッドマウント・ディスプレイは320×240ドットのモノクロ 256階調、2m先に26インチ相当のディスプレイが見えるシースルー型で、米国ワトソン研究所が試作したものです。Google Glassと似た形状をしていましたが、片目で見えるためにユーザー・インターフェースは決して良いものではありませんでした。

神戸大学の塚本昌彦教授は2001年4月からこのようなヘッドマウント・ディスプレイを装着してウェアラブル・コンピューターの生活を今でもされています[4]。当時、ウェアラブル・コンピューターを装着した状態で電車に乗って東京基礎研究所に来られて、ウェアラブル・コン

ピューターの利用形態や将来の話をしました。十数年たった今、最近巷で言われているウェアラブルの利用形態を見ても、当時とほとんど変わっていません。

その頃、研究で使われていたウェアラブル・コンピューターは体の周辺に市販の機器を装着して接続したものであったため、体中をケーブルが這い回るものでした(図2)。IBMが試作した当時のウェアラブルPCはこれらを考慮してはいたものの、まだ何本かの太いケーブルが必要で、見た目からも一般消費者に日々の生活で利用してもらうには難しく、いわゆるパーチャカル・アプリケーションと言われる、両手を自由に使いたい飛行機や機器の製造現場やメンテナンスなどに使われる、専用に設計されたアプリケーションが狙い目でした。

東京基礎研究所では、ヘッドマウント・ディスプレイではなく、もっと一般的な利用が可能な表示形態と体を這い回るケーブルをなくすことを模索し、いろいろな試作をして検討を行った結果、時計型のデバイスと導電性繊維で縫製したネットワーク対応シャツに注目することにしました(図3)。

この頃から携帯電話の普及が急速に進み、欧米ではGSM携帯電話の強力な電波が脳に与える影響が取りざたされていました。日本でも一時携帯電話のアンテナやストラップに付けたLEDが着信とともに光るおもちゃが流行っていましたが、そのくらいのエネルギーが携帯電話から出ていたわけです。

これを解決する方法として、強力な電波を出す携帯

2005	2006	2010
<p>▶▶▶ 2005</p> <p>携帯電話を利用したサービス</p> <p>不可視バーコード 07/2006</p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>■カメラ付携帯 / PC</li> <li>■ブラックライト LED</li> <li>■UV蛍光 インク</li> </ul>	<p>▶▶▶ 2006</p> <p>モバイル・ヘルスケア 07/2006</p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>■Bluetooth携帯電話</li> <li>■Bluetooth血圧計</li> </ul>	<p>▶▶▶ 2010</p> <p>Smarter Planetへ</p> <p>モバイル・コマース 08/2010</p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>■スマートフォン/カメラ付携帯</li> <li>■電子棚札</li> </ul>
 <p>新聞社 雑誌社 レコード会社</p> <p>携帯電話キャリア (課金サービス) コード</p> <p>紙メディアとネットを融合する電子クリップ</p> <p>東電の電力線通信 電力線を使った高速ネットを... この記事は50円です</p> <p>携帯電話で健康管理 モバイル・ヘルスケア</p> <p>携帯電話を使った新たな買物体験と購買行動分析</p>		



図1. IBMが試作したウェアラブルPC



図2. オーストラリアの大学での学生の格好

電話はかばんの中に入れ、弱い電波を使った近距離無線通信のヘッドセットを利用して会話する方式が提案されました。スウェーデンのエリクソンが提唱するBluetooth無線通信を基本に、エリクソン、インテル、IBM、ノキア、東芝の5社のプロモーター企業によって標準が策定されました。2~3年後には世界中の誰もが利用するかなのような勢いであったため、東京基礎研究所でも有線からBluetoothを使った無線通信にシフトすることにしました。

最近でこそBluetoothは、スマートフォンに標準搭載されたり、AppleのiBeaconで使われたり広く普及しましたが、ここまで普及に時間がかかるとは当時は予想できませんでした。

### 3. ウェアラブルPCから時計型デバイスへ

時を同じくして、ワトソン研究所では OLED(有機発光ダイオード)技術の利用法を模索しており、これを使った次世代モバイル・システムの開発を考えていました。スイスのチューリッヒ研究所、カリフォルニアのアルマデン研究所、そして東京基礎研究所が一堂に会して、システム形態とその利用法を議論して、次世代のモバイル・システムはどうあるべきかを定めることになりました。

これを受けて、アルマデン研究所にさまざまな分野の研究者が集まり、指輪、鍵、ペン、バッジ、財布、時計、かばん、メガネ、シャツ、ポケットベル、携帯電話などを対象に、日々の生活シーンでどのように利用できるかを2日間集中的に議論した結果、時計型デバイス

にフォーカスすることになります。図4は当時検討したWatchPadのイメージです。

試作に関しては得意分野をそれぞれが担当することになり、東京基礎研究所がアーキテクチャー、ハードウェア、ユーザー・インターフェース、意匠を担当し、ワトソン研究所がOLED表示装置とメカデザイン、ソフトウェアを担当することになりました。

当時IBMはLinuxに力を入れ始めた頃で、この時計型コンピューターにもLinuxを搭載することにしました。省電力を考慮してCPUにはARMプロセッサを採用し、CPUと8MBのDRAMを10層基板にチップを直接搭載する超高密度実装(図5)にチャレンジして時計サイズを実現。OLED表示装置を搭載した標準シェルとLCD表示装置を搭載し拡張機能を持つ拡張シェルの2種類のLinux Watch[5]/WatchPad 1.0を試作しました(図6)。

これらは2000年8月にサンノゼで行われたLinux Worldで初披露され、Linuxの開発者のリーナス・トーバルズがわれわれのブースを訪れて、当時“最小のLinuxデバイス”のお墨付きを本人からもらっています(図7)。

これにより、メインフレームから時計まで、IBMはすべてのシステムでLinuxをサポートするというプロモーションに一役買った形となり、欧米、東南アジア、オセアニア、中東、日本と、世界各地でデモをすることになりました。

この時計型デバイスの筐体は、最近クリス・アンダーソンの著書の「MAKERS」で有名になった3Dプリンターを使って製作したものでした。しかし、当時の3Dプリン



図3. ネットワーク対応シャツと時計型デバイス



図4. WatchPadのイメージ

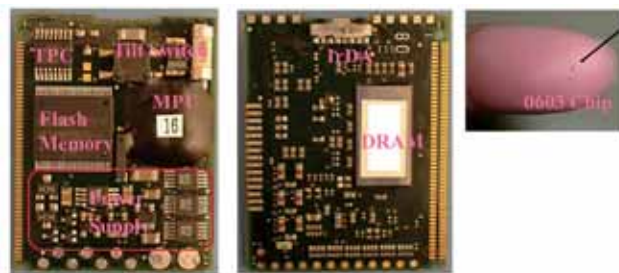


図5. 超高密度実装の基板 27.5mm x 35.3mm

ターは利用できる素材も限られて壊れやすく制作費も高価だったため、試作は数台に留まりました。

Linux Watch/WatchPad 1.0の世界中でのデモは大きな反響があり、IBMでの研究用プラットフォームとしてだけでなくウェアラブルの研究を進める大学などにも配布すべく、時計メーカーのシチズンと協力してWatchPad 1.5を試作し2001年10月に共同研究を行うことを発表しています。プログラムをするためのクレードルも用意しました(図8)。

いろいろな研究に対応できるようにFlashメモリーの容量を2倍の16MBに拡張するとともに、防水仕様の筐体に、Bluetooth、IrDA(赤外線通信)、RS232C(シリアル通信)、スピーカー、マイク、バイブレーター、タッチパネル、加速度センサー、指紋センサーと、現在のスマートフォンとほとんど同じ機能を搭載し、時計の竜頭を改良し右手の親指で操作ができる新しいユーザー・インタフェース・デバイスを持つものでした(図9)。

数十台のWatchPad 1.5を製作し、世界中でウェアラブルのキーワードである「Location Based(位置情報の利用)」や「Context Awareness(環境の状況を捉える)」を実現する利用形態のデモを行い、大学からも多くの問い合わせを受けました。しかし、IBMのLinuxを配布しないポリシーにより、結局社外に配布することはできませんでした。

その後、IBMの省電力PowerPC405LPのチップを搭載したWatchPad 2.0も試作をして、このCPUを使った超小型組み込みプロセッサ・プラットフォームを開

発しましたが、もしこの時WatchPad 1.5をウェアラブルを研究する世界の有力大学に配布できていれば、現在のAndroidに代わる携帯デバイスのオープン・プラットフォームになっていたかも知れません。

#### 4.携帯電話を使ったサービス

IBMのビジネスの方向性が、バックエンドのサーバーやミドルウェアからサービスへと向かうのに伴い、東京基礎研究所でのモバイルの研究は冬の時代を迎えます。2005年にThinkPadのLenovoへの売却もあり、もはやフロントエンドのモバイルの研究成果を製品化につなげる道がなくなってしまったからです。

それでも、わずかに残ったメンバーが、急速に普及を始めた携帯電話を使った新しいサービスビジネスの模索を続けました。また、従来の自分たちが研究している技術をどこかに適応させようとするシーズ・ベースのアプローチに限界を感じ、お客様の困っていることを今ある技術を組み合わせるニーズ・ベースのアプローチへの転換も試みていました。

ある大手新聞会社が、新聞の購読数の減少を食い止めるために、読者を新聞紙面からWebへ誘導して新たなサービス提供をしようと考えており、砂粒よりも小さなRFIDチップを紙にすき込むことを真剣に考えているという話を聞いて、ブラックライトに反応するインクで新聞記事に重畳して印刷したQRコードとブラックライトLEDを搭載した携帯電話でこれを読み取る方法を提案しました。



図6. 標準シェル(左)と拡張シェル(右)



図8. シチズンと試作したWatchPad1.5とクレードル



図7. Linuxのブート画面



図9. WatchPad1.5の機能

通常では何も見えませんが、ブラックライトを点灯した瞬間、QRコードが浮き出て見えます。これを携帯電話のカメラで撮り画像処理技術でQRコードを抽出してこの記事に対応するWebページに飛ぶもので、不可視バーコードと呼ばれました。紙面の見栄えに影響を与えることなく、従来の印刷機を使って基本的にはどこでも不可視バーコードを印刷でき、ブラックライトLEDを1個カメラ付携帯電話に搭載(交換)するだけで利用できるため、出版業界のビジネスモデルを大きく変える可能性を持つものでした(図10)。

当時は、2014年にノーベル賞を受賞した中村修二教授が発明した青色LED技術の応用で、青よりも波長が短くより紫外線に近いブラックライトLEDが開発されたばかりでした。従来ブラックライトは、バーやボーリング場、アミューズメントパークで利用されてはいましたが、形は電球や蛍光灯で消費電力も大きく、とても携帯電話に入るようなものではありません。このブラックライトLEDは大きさも通常のLEDと変わらず、消費電力や駆動回路も携帯電話に搭載されている白色LEDと同じであることから、いち早く注目したわけです。

この技術は、2006年10月に日本経済新聞社130周年記念企画で未来の新聞として横浜新聞博物館で展示されました。また、海外ではラスベガスで行われたCES(Consumer Electronics Show)2007を皮切りに、アーモックで行われたIBMの取締役会会議や米国ワトソン研究所で行われた投資家会議でもデモ展示されました。

投資家会議でデモを見たニューヨークのスタートアップ

との協業も行いましたが、携帯電話にブラックライトLEDを1個搭載することが予想以上に敷居が高く、ビジネスとして日の目を見るにはまだ少し早かったようです(図11)。

今は広く普及しているBluetoothやWi-Fiもそうですが、新しいデバイスや技術を考案しても、それが一般に広く使われるようになるには10~15年近くの月日がかかります。実際に、米国でもスマートフォンの普及でQRコードが一般化し、QRコードを利用したビジネスを行うスタートアップが立ち上がったことで、今になって不可視バーコードの問い合わせがあったりします。そこで、これ以降はその時にある技術を組み合わせるだけで新しいサービスやビジネスを創出する、よりビジネスモデルを考慮したプロジェクトにシフトすることになります。

2008年4月から実施された特定健康診査(いわゆるメタボ検診)、および特定保健指導[5]による企業や健康保険組合へのインパクトを考え、東京基礎研究所はスイスのチューリッヒ研究所が開発したモバイル・ヘルスケアのソリューションを2006年から日本に導入することを検討していました。これはBluetoothを搭載した体重計や血圧計などのヘルスケア機器から携帯電話を介してサーバーにデータを吸い上げて、医師や看護師が健康アドバイスなどを行うものでした(図12)。

最近IBMでもヘルスケア事業部を作りヘルスケア・ビジネスに注目していますが、東京基礎研究所ではいち早くここに注目していたわけです。

しかし、日本は国民皆保険であるため、健康である人もそうでない人もみな同じ保険料を払います。そのため

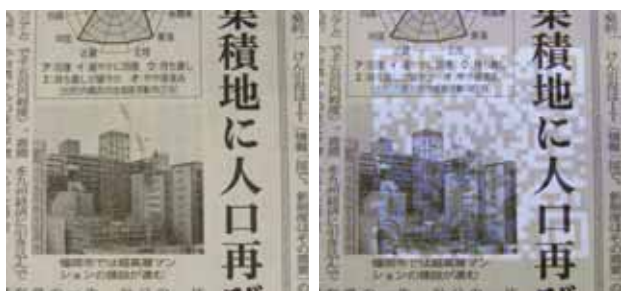


図10. 不可視バーコード(右側が発光時)



図11. CES2007での展示

モバイル・ハブを経由して患者をモニター  
(モバイル・ヘルスケア)

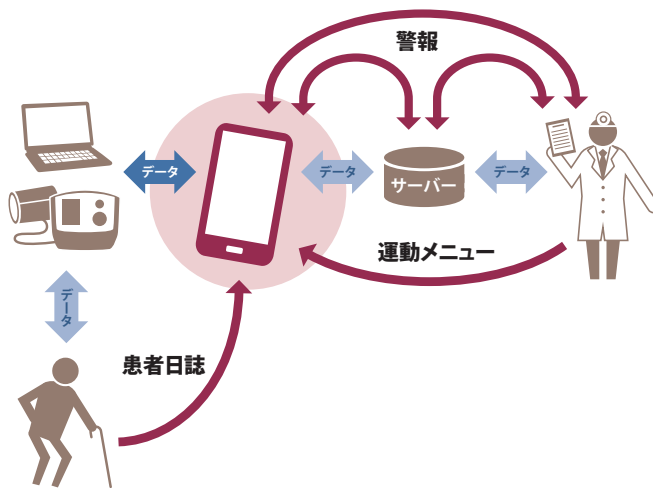


図12. モバイル・ヘルスケア

“健康オタク”以外にはお金を払ってまでこれを利用しようという人はなく、また健康保険組合もこの手のソリューションを導入する余裕がない状態でした。

また、こうした健康データはテキスト情報で、パソコンが1台あれば何十万人ものデータを集めることができるため、ハードウェアのビジネスにもソフトウェアのビジネスにもならないことも明らかになりました。このビジネスで成功するためには、集めたデータから何らかの価値を生み出す新しいビジネスモデルが必要であることを認識したのです。

2009年のGTOで東京基礎研究所が提案したDigital Economyが採用されたことにより、このExecutionとして新興国を対象とするMobile Financial Servicesを開発することになりました。

当時アフリカのケニアでは急速に普及している携帯電話のSMS(Short Message Service)を利用してメッセージとして送金するM-Pesaが普及し始めており、相手に自分の電話番号を教えるだけで、決済、送金、マイクロファイナンスができるものでした。

しかし、商店での買い物など、公共の場で相手に電話番号を伝えることは、他人にも聞こえてしまうため、スパムメールなどさまざまな問題が生じます。それを解決する方法を模索する中で、携帯電話の画面にQRコードを表示してそれを携帯電話で撮影するソリューションを考えました。

これは先進国でも利用可能です。近年先進的なスーパーマーケットなどが採用している電子棚札(POSの価格情

報を変更すると瞬時に表示が変わる表示装置を持つ棚札)に、スマホが近づいた時に商品情報のQRコードを表示すると、電子棚札を単なる値段の表示のデバイスからスマートフォンと連動した買い物ツールに変えて、消費者に新たな買い物体験を提供するとともに、取得した購買行動情報の分析から新しいマーケティングが可能となります。ここにきて欧米でもQRコードが完全に市民権を得たことで、普及する可能性を持っているソリューションになったと考えています(図13)。

\* \* \*

このように、東京基礎研究所のモバイルの研究は、紆余曲折を経ながらその方向性を常にシフトしながら続いています。2014年7月15日のAppleとの提携というこれまでとは180度方向転換をする出来事を境に、IBM内でのモバイルへの注目は一気に高まっています。新たに開設したモバイル・ラボではこれらの過去の経験を踏まえて、大きなビジネス貢献をすべく今後活動していく予定です。

[参考文献]

- [1] IBM : Apple and IBM Forge Global Partnership to Transform Enterprise Mobility (online), available from <<http://www-03.ibm.com/press/us/en/pressrelease/44370.wss>> (accessed 2015-03-03).
- [2] ACPI : Advanced Configuration & Power Interface (online), available from <<http://www.acpi.info/>> (accessed 2015-03-03).
- [3] 豊川哲根, 中井真嗣:ウェアラブルPC→PCの小型化によるウェアラブルへのアプローチ, 情報処理学会誌, Vol.40, No.9, pp. 898-903 (Sep.1999).
- [4] 塚本昌彦:4 明日の応用を目指して 4.1 ウェアラブルな生活, 映像情報メディア学会誌Vol.57, No.3, pp. 345-347 (2003).
- [5] Narayanaswami, C., Kamijo, N., Raghunath, M., Inoue, T., et al.: IBM's Linux Watch: The Challenge of Miniaturization, IEEE Computer, pp.33-41 (Jan.2002).
- [6] 厚生労働省:政策レポート, 厚生労働省(オンライン), 入手先<<http://www.mhlw.go.jp/seisaku/2009/09/02.html>>(参照2015-03-03).



図13. モバイル・コマース・ソリューション



日本アイ・ビー・エム株式会社  
東京基礎研究所  
モバイル・ラボラトリー  
部長

**上條 昇**  
Noboru Kamijo

ThinkPadの省電力化技術や次世代モバイル・システムの研究に従事した後、IBCSへの出向を経てインダストリーズ・リサーチを統括。同時に最新モバイル技術をベースに、ショッピング・パラダイム変える新しいサービスやビジネスモデルを模索。Appleとの提携を機にモバイル・ラボを開設しビジネス貢献を目指す。