

次世代移動通信端末

上杉 充, 鬼頭 勉, 川越 義広, 小泉 正彦, 長谷川 誠, 岡本 啓

移動通信端末技術の側面から、ビジネス展開のキーポイントについて解説する。次世代移動通信で想定される大きな技術の流れとして、まず高速伝送化とそのサービス展開について、次にIP化の進展により、マルチメディア端末として、移動通信がさらに拡大することが期待されることを示す。さらに、多機能化の例として、1セグメント地上波デジタルTV放送受信機能付き携帯電話について、およびモバイルECサービスと、そこで必要となる技術について述べる。移動通信技術の多様性とその動向、移動通信端末ビジネス展開の幅の広さとダイナミックさ等について、幾分でも理解が深められたら幸いである。

キーワード：次世代移動通信、高速伝送化、マルチメディアIP端末、1セグメント地上波デジタルTV放送、モバイルECサービス

1. はじめに

携帯電話を中心とした移動通信の進化は、近年著しいものがある。単なる音声電話からモバイルインターネットサービスの提供、さらにカメラ付き携帯電話等、多機能化が進んできた。今後、次世代移動通信で想定される大きな技術の流れは、高速伝送化とIP化の進展である。高速伝送化については、次世代移動通信でのサービス、必要な周波数要件、導入シナリオ等が、国際的にITU-R等で検討されている。また一方で、経済性などの要因もあって固定系電話網においてはIPを基盤とした転換が図られてきたが、移動網でもIP化が着実に進展しつつある。

以上の状況を踏まえ、ここでは移動通信端末技術の側面から、関連技術動向を示すとともに、ビジネスのさらなる発展のキーポイントについて述べる。まず、節2では、高速伝送化に向かう次世代移動通信の動向と、それに伴うサービス展開について述べる。節3では、IP化の進展により、マルチメディア端末として、移動通信がさらに拡大して行く期待があることを示し、さらに節4では、多機能化の動向の一例として、1セグメント地上波デジタルTV放送受信機能付き携帯

うえすぎ みつる, はせがわ まこと
パナソニックモバイルコミュニケーションズ(株) R&Dセンター

〒239-0847 横須賀市光の丘5-3

きとう つとむ, かわごえ よしひろ, こいずみ まさひこ, おかもと けい

パナソニックモバイルコミュニケーションズ(株)

〒224-8539 横浜市都筑区佐江戸町600

電話について説明し、節5では、今後のモバイルビジネス拡大に重要な役割を演じることを期待される、モバイルECサービスと、そこで必要となる技術について述べることにする。

2. 次世代移動通信とサービス展開

2.1 次世代移動通信の動向

移動通信には大別して三つのカテゴリがある。kmオーダの広範囲をカバーする大規模な基地局によって「いつでもどこでも」を実現するモバイル型(セルラ)、100mオーダの限られた範囲において安価な設備で超高速伝送を行うNomadic型(ワイヤレスLAN)、そして10mオーダの至近距離をつなぐ近距離型(近距離無線)がそれである。

これら三つのカテゴリの進化の様子を図1に示す。2010年代については、モバイル型で100Mbps、Nomadic型で1Gbps程度の実現を目指した、周波数条件、技術条件等の検討が進められている。

2.2 次世代のサービス

無線の高速化とサービスの関係は、パソコンの処理能力とアプリケーションの関係と同じである。高度なサービスが無線の高速化を促し、無線の高速化がさらなる高度なサービスを生む。したがって、節2.1で示した次世代移動通信の伝送レートの高速度のトレンドはまさに次世代のサービスのトレンドでもある。ここでは、超高速のデータ伝送が可能になることを前提に次世代の端末の形態を次に示す。

(1) 新しいデータの伝送

伝送できるデータ量が増えると、今まで以上に様々

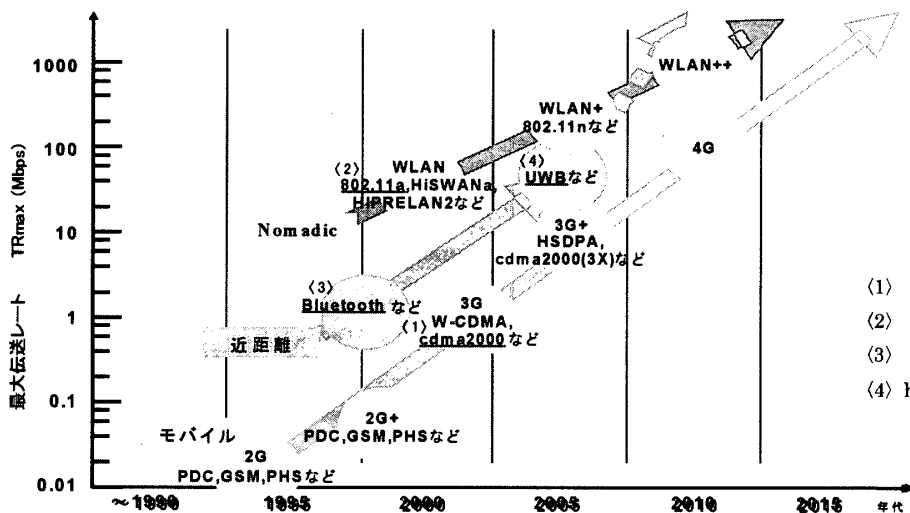


図1 移動通信の発展

な情報が伝送できる。現在ではステレオ音声や2次元画像が限界であるが、将来は3次元画像・匂い・手触り・味、という五感や雰囲気のようなものまで伝送し、人と人の距離感を縮めるようなサービスが導入されると考えられる。

(2) 使い勝手の向上

将来の端末は、ユーザの使い勝手を飛躍的に向上させるものとなるであろう。特に、常にユーザの位置を把握するとともに、ユーザの好み、リクエスト、そのときの状態などによって外部空間に溢れる情報を選択して受信したり、適時適所でデータ送信をしたりする、エージェント機能が充実すると考えられる。

(3) インタフェースの分離

現在より格段に高品質の音声や画像が伝送できるようになると、端末に全てのインタフェースを収容することが困難になることからディスプレイや各種センサなどのインタフェース部分が無線伝送を行う本体と分離され、それぞれが近距離無線によって接続されることも考えられる。眼鏡型のディスプレイなど、人体上に違和感なく装着するウェアラブル端末もその一つである。また、ユーザの身の回りのものをつなぐネットワークを構築することから、PAN (Personal Area Network) とも呼ばれる。

2.3 次世代のサービスを支える近距離無線技術

節2.2で示したような将来サービスを実現するためには、様々な技術が必要となる。

まず高品質データ・3次元画像・五感情報などを再生させるためのウェアラブル端末の実現には、近距離にて数百 Mbps 以上の伝送能力を持つ近距離無線の実現が必須であると同時に、近接する他ユーザとのセ

キュリティが非常に重要となる。

次に、ウェアラブル端末の各部分は、ユーザが装着しやすいようにファッション性も重要である。同時に、身に着ければ即動作するような Plug & Play にも対応する必要がある。さらに、電池も含めた小型化が必須であり、超小型の電池や人体との接触で発電するような発電機などの開発も必要である。

さらに、あらゆる情報を伝送するためには、今までなかったセンサおよび情報再生装置が必要となる。例えば3次元画像においては、ホログラフを用いた再生などの開発も進められている。また、匂い・手触り・味・雰囲気などの情報をいかに符号化するか、いかに再生するかが大きな課題である。

ユーザの使い勝手の観点からは、高機能なエージェントの開発が重要であると同時に、ユーザの使い方に順応するような UI (ユーザインタフェース)・MMI (Man Machine Interface) が必要である。

社会インフラの整備もまた重要である。高速な移動にも追従でき、異システム間の高速度ローミングができるネットワークはもちろん、現在のGPSを遥かに超える高精度なユーザの位置検出ができる仕組み等がそれである。近年センサ同士が通信を行って様々な制御を行うセンサネットワークの研究が盛んになりつつある¹が、どのような場所にどのようなセンサを配置するか、どのような制御を行うかなどは、ユビキタス社会における重要なポイントである。

2.4 近距離無線技術の普及

以上のような次世代のサービスが広く普及するため

¹ <http://www.bcm.co.jp/site/2003/2003Nov/techo-trend/03techo-trend11-sensa.htm>

には、メーカー毎に異なるものではなく、世界で統一された規格が望まれる。ところが、標準化においては各機関の利害が直接関係するため、単に技術力だけでは解決できないことが多い。例えば UWB においては、2種類の規格が互いに譲らず、標準化の目標時期が大幅に遅れている。一方、非常に高度な技術をいち早く LSI で実現することによってデファクト化を図る場合もある。いくつかの機関がコンソーシアムを作って方式を練り上げて標準化に提案することもある。いずれにしても、ユーザにとっては「使いやすく安価」であることが望まれる。このような技術開発および標準化においては、企業や開発機関なども、この視点を重視しながら行うべきであろう。

3. IP マルチメディア端末で拓けていく移動通信

3.1 IP マルチメディア・サービス

次世代移動通信において、IP マルチメディア端末が、サービスを楽しむ場所は、いたるところに出現する。オフィスでは、ワイヤレス LAN (WLAN) が通信の主役の座を占め、データ通信、音声通信が IP 化されている。駅、空港等の公共エリアでは、それぞれの事業主体者がインターネットに接続可能な無線環境を用意するだろう。また、家庭では ADSL、FTTH などのブロードバンドサービスの普及が既に著しい。さらに宅内では、TV、DVD の AV 機器をはじめとする情報家電群が、乗用車では、カーナビゲーションやカーオーディオがインターネットに接続しているだろう。また、身分を証明する IC カード等により、インターネットから公共サービスの利用も進んで行くと思われる。

3.2 IP マルチメディア端末機能要求条件

(1) 高速な IP によるネットワーク接続

i-mode 対応携帯電話は、i-mode サーバを経由して間接的にインターネットに接続している。IP マルチメディア端末は、オペレータによる高速データサービス、あるいは WLAN などの高速インタフェースによりインターネットに直接、IP を利用して接続することが期待される。これにより、Web サイトの閲覧、添付ファイル付き E-Mail の送受信等が可能となる。

(2) マルチメディアサービスの享受

カメラ、ビデオ機能に代表されるように携帯電話自体が入出力機能を備えたハンディなマルチメディアプレーヤである。IP によるブロードバンド接続が可能

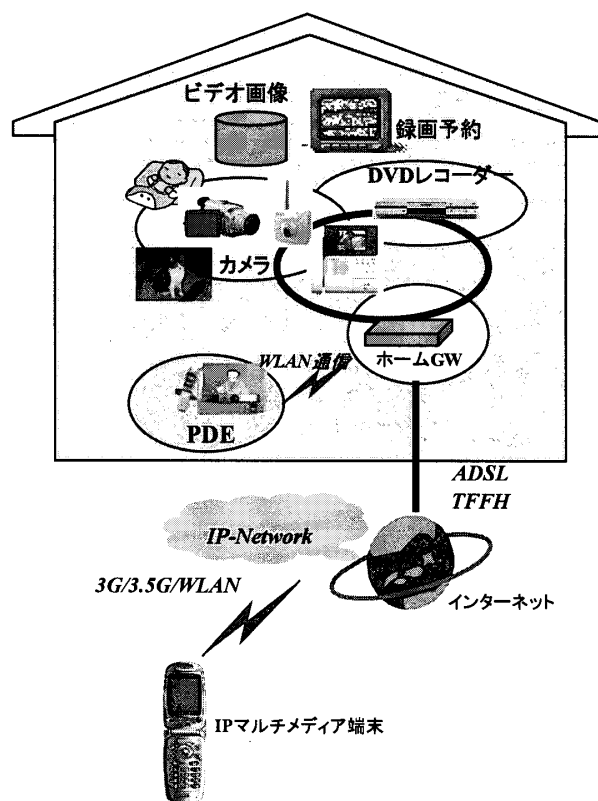


図2 利用シーン例

になれば、インタラクティブなストリームサービスをはじめ、メッセージング・プレゼンス・TV 会議・TV 電話・IP 電話等の既存のサービスも AV 入出力機能によりさらなるマルチメディアサービスとして享受できるようになる。

(3) IP による新たな機器連携

情報家電をはじめとして、身の回りの情報機器はネットワークへの IP 接続が可能となりつつある。これらの機器と携帯電話との機器連携を、図2の利用シーンのように IP 接続して実現することにより付加価値を生み出すことが考えられる。携帯電話は、このように様々な機器・システムとの連携を可能とする IP 接続機能を備えて行く必要がある。

(4) オープンなアプリケーションインタフェース (API)

ユーザやサービスプロバイダが自由に発想し、新たなサービスを構築するために、IP マルチメディア端末は、上述のような機能を利用可能にする API を提供することが期待される。

例えば、地上波デジタル TV 放送を携帯電話で受像した場合 (節4 参照) に、さらにインターネットを経由したインタラクティブな付加サービスを実現しようとした場合には、IP マルチメディア端末の各機能の組み合わせによって、ユーザ、サービスプロバイダ

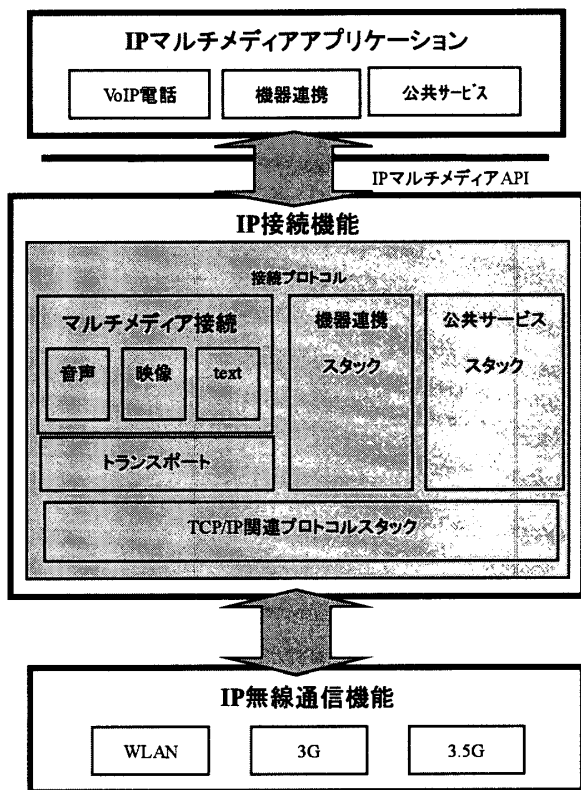


図3 構成図

双方に、より魅力的なサービスを構築することができる。

3.3 IPマルチメディア端末の技術構成モデル

IPマルチメディア端末は、図3のように、複数の無線通信機能、IPによる接続機能、IPマルチメディアアプリケーションを持つ。

(1) 無線通信機能

無線通信機能としては、オペレータのサービスに対応する3G/3.5Gおよび各種WLANなどの複数のIP対応の無線通信機能を備えている。IPマルチメディア端末は、利用のシーンに応じてこれらの無線通信機能を最適に切り替えることができる。

(2) IP接続機能

IP接続ができる機能として、基本通信プロトコルであるTCP/IP以外にWebブラウザやE-Mailを実現するインターネット接続関連の各通信プロトコルを備える。

さらに携帯電話とIPにより連携する機器と接続するための新たな通信プロトコルを備えることが必要となる。

これらIP接続機能を実現するため、APIによってIPマルチメディア端末上に自由なアプリケーションが構築可能である。

(3) IPマルチメディアアプリケーション

高速なIP接続機能を持つことにより、大量データの処理を伴うメール、Webブラウザ、IP電話、動画などのアプリケーション、UWB、Bluetooth、IrDAなどの機器連携に関わるアプリケーション、ネットワーク家電や公共サービスと連携するアプリケーション等の搭載が可能となる。節5でも述べるICタグの技術と組み合わせることにより、より利便性の高い公共サービスの享受も可能である。これらのアプリケーションの進展に伴って、携帯電話の表示機能、動画再生機能、操作性の向上などがますます求められる。

3.4 さらなる展開への課題

(1) ビジネスモデルの構築

携帯電話での前述のような多様なサービスに関しては、オペレータ、携帯電話メーカ、連携機器群のメーカ、サービスプロバイダなどが協働してビジネスモデルを成立させ、高度なサービスを適切な価格で提供することが重要である。さらにパーソナル、公共、事業者用の各サービスが融合した際の、認証、決裁、顧客情報の管理など、社会インフラ整備も必要とされる。

(2) 著作権に関するコンセンサス

IPマルチメディア端末は、マルチメディアコンテンツを機器連携することにより自由に扱えることが魅力の一つである。その前提となる機器連携によるコンテンツ流通の著作権に関する概念は、必ずしも統一されていない。コンテンツの管理についての社会的コンセンサスを形成することが求められる²。

(3) IPネットワークのいくつかの課題

ユーザの私的なネットワーク環境やいくつかのIPネットワークを経由してサービスを受ける場合には、サービス提供者の想定したサービス品質がエンドユーザ間に提供されるとは限らないなど、サービス利用の多様化に伴い通信品質を確保する機能を強化する必要がある。

また、いくつかの無線ネットワークを移動してIPマルチメディア端末を利用する場合には、IPによる

² 参考：DTLA, DLNA, OMA等の情報家電、移動通信の業界団体をはじめとし、各業界団体が議論が行われている。

DTLA Digital Transmission Licensing Administrator: www.dtcp.com

DLNA Digital Living Network Alliance: www.dlna.org

OMA Open Mobile Alliance: www.openmobilealliance.com

モビリティ機能を高める必要がある。さらに、サービスにおけるセキュリティの確保は、サービスを構成する全ての要素の技術課題である。

IP マルチメディア端末が接続する IP ネットワークが、IPv4 であるか IPv6 であるかにより上述の技術的な課題への対応が大きく異なる。IP マルチメディア端末が差異を吸収する機構を備えることは当然として、社会全体として IP ネットワークを統一的に構築しようとする動きも必要とされる。

(4) 非 IP 通信との融合機能モデル

通信相手との物理的な距離や通信するデータの種別により、必ずしも IP で通信を行うことが最適ではない場合がある。このような場合には、IP 通信と非 IP 通信の併用が必要となり新たな機能モデルを構築することが必要になる。例えば、IP 通信によりサービスを受けつつ Bluetooth で周辺機器を制御する場合や、IP 通信で番組情報を得つつも、映像ストリームは、他の伝送方式を用いるといった場合である。

4. 地上波デジタル TV 放送受信機能付き携帯電話

4.1 携帯端末向け地上波デジタル TV 放送

家庭内における固定受信機を対象とした地上デジタル TV 放送は、2003 年 12 月 1 日に関東、近畿、中京の 3 大都市圏において開始され、今後段階的にエリアの拡張が図られ、2006 年末までには、全国の都道府県庁所在地等主要都市で放送が見られるようになる。2011 年には、アナログ放送を終了し、デジタル放送への移行が完了する予定である。一方、1 セグメントと呼ばれる携帯端末向け地上デジタル TV 放送に関しては、2004 年に各種規格が定められ、2005 年後半から 2006 年にかけてのサービス開始が期待されている。

高機能化する携帯電話のさらなる機能として、デジタル TV 放送の受信機能を備えた携帯電話の出現が期待されている。

携帯端末向け放送では、受信に適した次の特徴を有する。

- ・固定向け放送と同一チャンネル内でのサービス実現
- ・移動受信に適したキャリア変調方式
- ・強力なエラー訂正
- ・狭帯域受信が可能な方式

携帯端末向け放送におけるコンテンツ帯域は、例として、映像約 200 kbps (QVGA, 15 fps 程度)、音声

約 50 kbps (24 k サンプリング, ステレオ), データ約 32 kbps (データ放送コンテンツ), PSI/SI (Program Specific Information/Service Information) 約 40 kbps (番組を組み立てるための情報) である。

4.2 携帯電話との融合の期待

地上波デジタル TV 放送受信機能を持つ携帯電話端末への期待は、アンケート結果でも大変高く、端末価格の多少の増加は許容する人が多い。そのメリットは、利用者、放送事業者、通信事業者それぞれに対して、次のように考えられる。

(1) 利用者のメリット

- ・移動中でもリアルタイムに、また空き時間・待ち時間の時間調整手段など、いつでも、どこでも、好きなときにテレビを視聴
- ・文字放送、データ放送などの多彩な情報を備えた高付加価値の番組を楽しむことができる
- ・携帯電話が持つネットワーク機能 (Web アクセス、メール機能等) を活用した通信連動サービスを楽しむ

(2) 放送事業者のメリット

- ・新しい視聴者層 (テレビ視聴時間が減少傾向にあるケータイ世代等) の取り込み
- ・新しいプライムタイム (社員が気軽に見る昼休みなど) の創出
- ・通信を活用した視聴者情報の獲得

(3) 通信事業者のメリット

- ・放送番組を窓口とした通信コンテンツへの誘導
- ・双方向サービス等での新規通信機会の創出
- ・携帯電話の高付加価値化

上記のようなメリットがある一方、放送事業者は、CM 放送によるスポンサー収入を主としたビジネスモデルであるため、番組表示中に通信経由でその番組に対する誹謗中傷などが表示されることがないように、受信機で表示される画面情報を厳しく管理する必要がある。また、通信事業者は、通信機会による収入を主としたビジネスモデルであり、テレビ視聴により通信機会が奪われることを危惧する声もあり、互いのビジネスモデルの相違による意見の相違も生じている。放送・通信両事業者に対して、互いのメリットが最大限に活かせる新たなビジネスモデル、サービスの構築が望まれている。

4.3 地上波デジタル TV 放送端末の機能・モデル、技術的課題

地上波デジタル TV 放送に対応した携帯電話の機

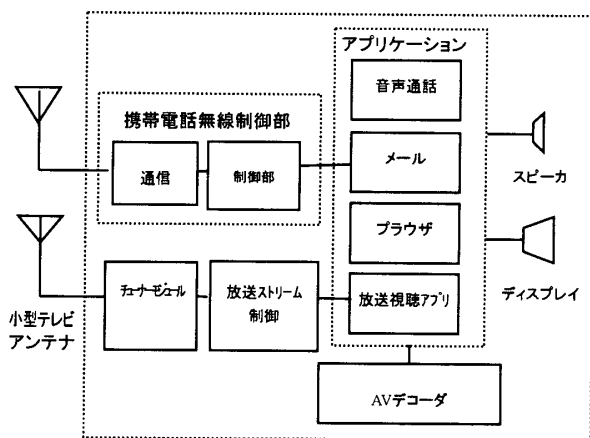


図4 デジタル放送対応携帯電話の機能モデル

能モデルを図4に示す。携帯電話が従来持つ機能に加え、次の機能ブロックが必要となる。

- ・小型テレビアンテナ
- ・チューナモジュール
- ・AVデコーダ（符号化された映像、音声を解釈し、出力）
- ・放送ストリーム制御（放送波で送られてきた映像、音声、番組情報などを分離、解析）
- ・放送視聴アプリケーション（チャンネルスキャン、選局制御）
- ・ブラウザ（データ放送の表示、通信コンテンツとの連携）

4.4 地上波デジタルTV放送端末実現に向けての技術的課題

地上波デジタルTV放送に対応した携帯電話を実現するに当たっての課題として、次の項目がある。

(1) 受信エリア、受信特性の確保

固定向け受信と比較して受信エリアが狭くなる可能性がある。受信特性の向上を図るため、アンテナ、チューナ部に工夫が求められる。さらに、受信エリアを確保するための中継局装置や地下街、地下鉄、ビル陰など難視聴エリアへの対応が必要となる。

(2) 電池持ち時間の確保

ユーザに対する利用意向調査結果によると、テレビの連続視聴時間は1時間以上かつ連続通話時間は1時間以上が求められている。この実現に向けて、機器を構成する個々のデバイスの消費電力を抑えるとともに、システムとしてきめ細かな電力制御や、バッテリー技術の飛躍的向上が求められる。

4.5 将来展望

現在導入が進められている移動端末向けの地上波デジタル放送では、固定受信用と同じ放送局が同じ番組

を放送することになっているが、近い将来、携帯端末用に専門の放送局が移動端末向けの番組を作成し放送することが十分考えられる。利用者にとっては携帯端末向けに、ニュース専門番組やスポーツ専門番組、しかも野球、バスケットボール、ゴルフのようにより専門化された番組の提供が望まれる。そのような特に専門化されたテレビ番組については、地上波デジタルTV放送の補完として、インターネット経由でIP動画配信サービスとしても提供が実施されることが考えられる。

5. モバイルECサービスと必要技術

5.1 モバイルECサービスの立ち上がり

携帯電話を使った電子商取引であるモバイルコマース（以下、モバイルECと略す）サービスが本格的に立ち上がりつつある。1999年から始まったi-modeサービスでは、モバイルバンキングサービスにより携帯電話を使って振込みや残高照会を行うことができる。その後、携帯電話画面に表示した2次元バーコードや赤外線通信機能を利用して個人認証を行うシステムが登場した。

ここでは、まずモバイルECサービスのモデルを説明し、今後ますます注目を浴びる実店舗でのモバイルEC利用を支える技術について述べてから、モバイルECの普及とともに新しく発生する課題について考察する。

5.2 モバイルECのモデル

MeT³およびモバイルインターネットフォーラムでは、モバイルECの利用シーンとして図5のような3パターンを想定⁴している。

5.3 モバイルECを変える技術

以上のようなモバイルECの利用シーンを実現するための技術としては、次のようなものが有力である。

(1) コンビ型ICカード技術

電子商取引推進協議会⁵では、モバイルECに関する脅威分析と安全対策をまとめた[1]。その中で人的

³ Mobile Electronic Transaction. 携帯電話ベンダによるモバイルEC標準化団体。ノキア、シーメンス、ソニーエリクソン、NEC、パナソニックモバイルコミュニケーションズがボードメンバーとして参加。

⁴ ① MeT Core Specification Version 1.2. MeT: <http://www.mobiletransaction.org/>, ② モバイルITフォーラムモバイルコマース部会平成13年度活動報告書。モバイルITフォーラム: <http://www.mitf.org>

⁵ <http://www.ecom.or.jp/>

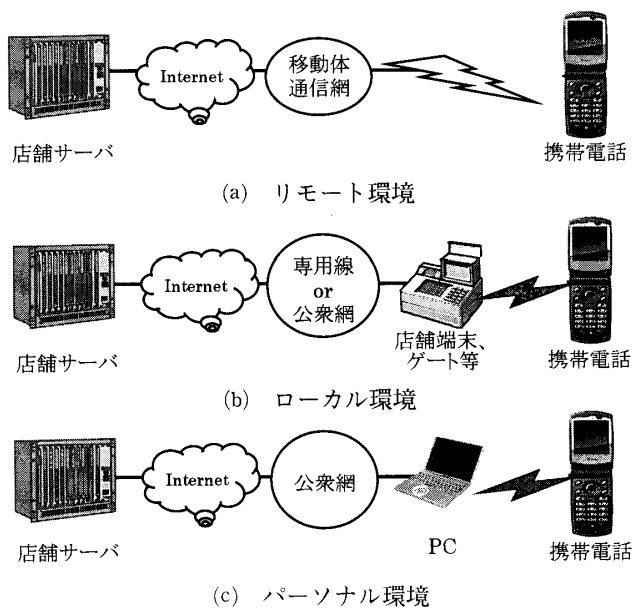


図5 モバイル EC 利用シーン

表1 IC カードの種類

種類	特長 (実例)
接触型カード	カード表面に接触端子を持ち、これを使ってリーダ/ライタと通信する (クレジットカード)
非接触型カード	接触端子を持たず、カード内のループアンテナによってリーダ/ライタから電源供給を受け、また通信する (JR 東日本 Suica カード、住民基本台帳カード)
コンビ型カード	接触型 IC カード機能と非接触型 IC カード機能が1チップに搭載されている

脅威の一例として、データ破壊、盗聴、改ざん、なりすまし、事後否認を挙げている。IC カード機能およびそれを利用した認証基盤である PKI (Public Key Infrastructure) 機能は、これらを携帯電話で防ぐ有力な武器となりえる。

IC カードの種類としては、表1に示すように接触型 IC カード、非接触型 IC カード、コンビ型 IC カードがある。携帯電話に搭載する上では、リモート環境とローカル環境の両方での利用が容易なコンビ型 IC カードが有望である。

さらに IC カードの実装方法としても、携帯電話内に実装する方法、第三代携帯電話での加入者情報などを記録した UIM カードの機能を拡張する方法、普及しているメモリカードの機能を拡張する方法などがあり、ビジネスモデルと合わせて得失を検討する必要がある。

(2) 携帯電話 Java 技術

モバイル EC サービスを提供する事業者にとって、

サービスは他社差別化が可能なるものであること、サービスの更新が容易にできるものであることが望ましい。これを満たすためには、アプリケーションはダウンロードして携帯電話に取り込むことが可能であることが必要になる。現時点では JavaTM が携帯電話に最も普及しており、適切であるといえる。

Java の標準化団体である JCP⁷ では、モバイル EC を想定した標準化作業が開始されている。JSR 177 では Java から IC カードをアクセスする基本的な API と暗号利用 API を決めようとしており、2004 年 5 月現在は Proposed Final Draft を作成中である。また JSR 229 では支払い処理 (Payment) 向けの Java API の策定が開始された。

5.4 今後の課題

今後、モバイル EC サービスが本格的に普及すると、次のような課題への本格的な対応が必要になる。

(1) 本人確認

携帯電話 (携帯電話内の IC カードも含む) には個人情報だけでなく電子的な価値情報が入るようになり、その価値がますます高まる。一方、携帯電話をオフィスの机の上で充電するような状況も続くであろう。このような環境で、他人による携帯電話の不正利用の防止が重要になってくる。

そのために、携帯電話や IC カードにバイオ認証機能を取り込む[2]ことが一層進むであろう。その場合には、モバイル EC サービスの邪魔をしない、すなわちサービスの自然な手順の中でバイオ認証による本人認証が行われるような仕組み作りが必要になる。

(2) 個人情報保護

今後、モバイル EC サービスの利用履歴 (レシート) も電子化されていけよう。それとともに電子化された利用履歴を読み込んで、分析処理するアプリケーションが登場し、ユーザが簡単に家計簿を作り、家計の分析をすることが可能になる。さらに将来には、法的整備が前提にはなるが、確定申告の基礎データとして利用できる可能性もある。

このようなサービスは、電子化された利用履歴をサーバ側に保存しておくことによって実現可能である。しかし、最近のサーバ側での情報漏洩問題が頻発し、個人データの保護は個人で責任を持つという機運が今後は起こってくると思われる。

このような状況に対して、メモリカードに機能を追

⁶ Java は米国 Sun Microsystems, Inc. の商標である。

⁷ <http://www.jcp.org/>

加することによって、セキュアなメモリを実現し、利用履歴などの大容量データを保護することが考えられる[3].

6. おわりに

次世代移動通信のサービスは、高速伝送化とIP化の進展により、さらに進化して行くと思われる。移動通信端末に限っても、技術開発が必要な項目は数多く存在するが、どのような技術開発においても共通に、ユーザにとって重要な「使いやすく安価」という観点をベースにしたグローバルな標準化、共通化が行われて行くように進めて行く必要がある。

本稿によって、移動通信技術の多様性とその動向、移動通信端末ビジネス展開の幅の広さとダイナミック

さなどについて、幾分でも理解が深められたら幸いである。

参考文献

- [1] 電子商取引推進協議会：平成14年度情報セキュリティ基盤整備，モバイルECに関する脅威分析と安全対策.
- [2] 瀬戸洋一：『ユビキタス時代のバイオメトリクスセキュリティ』，日本工業出版，東京，2003.
- [3] Y. Nakanishi: A memory card secured by smart card technologies, ITU TELECOM WORLD 2003 Forum Proceedings on CD-ROM, Geneva Switzerland, 12-18 October 2003, <http://www.itu.int/publications/bookshop/TEL-WORLD03.html>