

基盤情報通信研究連絡委員会
モバイル・グローバル通信専門委員会報告

移動通信の国際化に向けた研究開発の在り方

平成17年6月23日

日本学術会議
基盤情報通信研究連絡委員会
モバイル・グローバル通信専門委員会

この報告は、第 19 期日本学術会議基盤情報通信研究連絡委員会モバイル・グローバル通信専門委員会の審議結果を取りまとめ、発表するものである。

第 19 期 基盤情報通信研究連絡委員会 モバイル・グローバル通信専門委員会 構成員

委員長 服部 武 (上智大学理工学部教授)
幹事 正村 達郎 (日本無線株式会社研究開発部 前NTT ドコモワイヤレス研究所長)
委員 赤岩 芳彦 (九州大学システム情報科学研究院教授)
大森 慎吾 (独立行政法人情報通信研究機構理事)
森川 博之 (東京大学大学院新領域創成科学研究科助教授)

会議開催記録

第 19 期 基盤情報通信研究連絡委員会 モバイル・グローバル通信専門委員会

第 1 回委員会： 平成 15 年 10 月 20 日
第 2 回委員会： 平成 15 年 12 月 10 日
第 3 回委員会： 平成 16 年 1 月 20 日
第 4 回委員会： 平成 16 年 3 月 12 日
第 5 回委員会： 平成 16 年 4 月 13 日
第 6 回委員会： 平成 16 年 5 月 25 日
第 7 回委員会： 平成 16 年 7 月 8 日
第 8 回委員会： 平成 16 年 9 月 10 日
第 9 回委員会： 平成 16 年 11 月 26 日
第 10 回委員会： 平成 17 年 1 月 18 日
第 11 回委員会： 平成 17 年 3 月 8 日

(参考) モバイル・グローバル通信専門委員会オブザーバ

梅比良正弘 (幹事) NTT 未来ねっと研究所ワイヤレスシステムイノベーション研究部長
久保田周治 (幹事補佐) NTT アクセスサービスシステム研究所プロジェクトマネージャ
久保田啓一 NHK 放送技術研究所次長
篠永英之 KDDI 研究所モバイルワイヤレス分野担当執行役員
末松安晴 国立情報学研究所顧問
中川正雄 慶應義塾大学理工学部教授
中嶋信生 電気通信大学電気通信学部人間コミュニケーション学科教授
羽鳥光俊 中央大学教授
半田祐一 YRP 研究開発推進協会国際部長
堀内和夫 早稲田大学名誉教授
吉田 進 京都大学大学院情報学研究科教授

要 旨

1. 報告の名称：移動通信の国際化に向けた研究開発の在り方

2. 報告の内容

(1) 作成の背景

携帯電話をはじめとする我が国の移動通信の利用数は急激な増加を経て今日に至り、第三代移動通信サービスの本格的な普及により、その進展は量的な増加から質的な高機能化、多様化へと移りつつある。加えて、固定通信と移動通信の融合、通信と放送の融合など、情報通信をめぐる環境は著しく変化している。

我が国としてこれらの新たな動向に的確に対処するため、本専門委員会において、移動通信の国際化に向けた研究開発の戦略、研究情報の流通、研究環境の整備、研究者の育成等に関する研究開発の在り方について、多数の専門家オブザーバ、講演者を交え検討を行ってきた。

(2) 現状及び問題点

我が国の移動通信のサービス及び市場規模は現在では世界のトップレベルであり、これらを支える研究開発においても高いレベルを有し世界を牽引する役割を担っている。一方、サービスや市場は世界規模のグローバル化に向けて急展開し、欧州や米国主導のシステムが市場を席卷してきた。世界の携帯端末やインフラのシェアにおいても、日本は必ずしも世界をリードするには至らなかった。しかしながら、第三代の移動通信では、このような反省から世界との共通性を重視して研究開発が進められ、2001年10月には世界で最初にサービスを開始した。第三代移動通信の展開においては、我が国は世界の先陣を走っているといえる。

さらに我が国では、次世代のユビキタス・サービスの実現に向けて、一層のブロードバンド化及びシームレス化を実現する第三代移動通信の高度化(3.5G) 第四世代移動通信方式(4G)の研究開発が世界に先駆けて進められている。これらの次世代移動通信技術に加え、ICタグ等の近距離無線、アドホック・ネットワーク・システムといった全く新しい技術の研究開発が立ち上がりつつある。また、通信と放送の融合、セキュリティ、コンテンツ・端末OSも含めた標準化、技術開発も重要な課題となっている。

我が国は、移動通信に関してサービス・技術開発ともに先進的であるが、その国際化を推進するという視点に立つと、長期的な観点からのコンセプトの提言、コアシステム技術の先導性など、なお多くの課題が残されている。世界と協調し、かつ競争する枠組みの中で、グローバルな視野に立った研究開発の推進が重要である。

(3) 改善策、提言等の内容

本報告では、これからの移動通信をはじめとする情報通信の国際戦略として、(3-1)次世代移動通信システムの取組への提言、(3-2)社会的セキュリティに対する取組への提言、(3-3)大学における研究開発の活性化と人材の育成への提言として取りまとめた。

(3-1) 次世代移動通信システムの取組への提言

固定通信と移動通信の統合(第四世代、ユビキタス・サービス)に向けた取組

第四世代移動通信技術の開発と標準化に向けては、100Mbps オーダの伝送速度の高速化のみならず、固定網と移動網の融合の議論を踏まえ、所要機能・性能とサービスからの要求条件の相互の関係について議論が重要である。日本発の技術の世界に展開するためには、アジア地域における連携の新たなスキーム作りと人材の育成、相互交流を積極的に進める必要がある。

通信・放送の融合

通信と放送の融合に関連して、モバイル環境におけるストリーム型映像配信型サービスについては、技術的課題に加え、ビジネスモデルと市場性、サービスコンセプト、コンテンツにか

らむ著作権等に関する十分な議論が必要である。また、通信・放送といった枠組みを越えて、複数のシステム・サービスをシームレスにインテグレートする能力を持ち国際的な視野に立ちながら研究開発を推進できる人材を育成することが重要である。

新たなネットワークの研究開発

センサ・ネットワークやアドホック・ネットワークを用いたユビキタス・サービスについては、今後、開発技術を絞込むことが必要となる。モバイル・インターネットに続くモバイル・ユビキタス・コンバージェンスの時代に向けて、携帯電話端末をはじめとする様々な端末や新たなコンセプトに基づくデバイスをネットワークとモノをつなぐゲートウェイとして進化させ活用していく必要がある。また、個人情報を扱うシステムではプライバシーやセキュリティの確保が最も重要な課題となる。加えて、アプリケーション、現行システムからの移行シナリオ、デファクト標準も含んだ迅速な標準化プロセスを踏まえ、インターネットやそれに替わる新たなネットワーク・アーキテクチャを中心としたオープン環境での発展が期待される。

(3-2) 社会的セキュリティに対する取組への提言

今後、災害、テロ等に対応する社会的・環境的なセキュリティに向けて安心・安全な社会構築が必要である。移動通信は位置を特定すること、いつでも、どこでも通信を可能とすることがセキュリティに非常に大きな役割を果たすと考えられる。一方、位置情報の取得が簡易になることにより生じるプライバシーの問題と整合性を取ることも必要である。また、災害に強いネットワークとして、分散構造によるアーキテクチャーの検討を更に進めることが望まれる。これらは、移動通信を社会インフラとしてグローバルに活用していく上で極めて重要であり、研究開発拠点の活用等により関連機関、企業が連携して研究開発を行う取組を更に進めていくべきである。

利用面においては、今後のモバイルインターネットサービスの更なる普及拡大によって生み出されるウィルス、フィッシングのリスク等の負の側面に対応するため、小中学校等の初等中等教育段階から十分なセキュリティ・プライバシー保護の教育を実施することが必要である。

(3-3) 大学における研究開発の活性化と人材育成への提言

移動通信の国際化を進めるに当たり、研究開発の中心を担う人材育成が急務である。現在、大学院の博士前期課程（修士課程）の学生数は拡充しつつあるが、博士後期課程の学生数は、大幅に不足している。特に、博士後期課程における人材の拡充は、大学の研究活動の上で必須であり、抜本的な改革が必要である。この改革は、大学、企業、国が相互に連携して進めることが必要である。

企業や国との連携による共同研究、受託研究、科学研究が仮想的なテーマではなく、実用化を視野にいれたプロジェクトのレベルまで高めること、それに携わる優秀な博士学生への十分な支援が必要である。また、大学における従来の論文博士の制度を段階的に解消し、社会人博士の制度を真に活用し、大学を研究の拠点として一層高めることが必要である。加えて、大学においても教育の国際化、研究レベルの先鋭化にこれまで以上の努力が不可欠である。これにより、大学と企業が博士課程の人材育成と研究活性化のシナジー循環を発揮させることが期待できる。

目次

1 . 現状認識と課題取組に向けた基本的考え方	1
1 - 1 移動通信方式の現状	1
1 - 2 第三世代移動通信方式の高度化と第四世代実現に向けた課題	2
1 - 3 本専門委員会の取組	2
2 . グローバル化に向けた問題認識	3
2 - 1 次世代移動通信研究開発の取組と課題	3
2 - 2 安心・安全な社会に向けたセキュリティへの寄与	5
2 - 3 大学における研究開発と人材育成の活性化	5
2 - 4 研究開発拠点の役割と活かし方	7
3 . 提言	8
3 - 1 次世代移動通信システムの取組への提言	8
3 - 2 社会的セキュリティへの寄与に向けた提言	9
3 - 3 大学における研究開発と人材育成に向けた提言	9
用語解説	11

1 現状認識と課題取組に向けた基本的考え方

1-1 移動通信方式の現状

我が国の情報通信産業の市場規模は、2000年において114兆円、全産業の市場規模総額に占める割合は11.6%であり、1995年以降一貫して増加を続けており、本分野の堅調な成長が伺われる。社会生活の高度化と多様化により、「いつでも」、「どこでも」、「だれとでも」、近年加えて「何とでも」の通信のニーズが急速に高まり、携帯電話をはじめとする移動通信は急速な展開を示している。我が国の携帯電話の加入数は、2000年3月には永らく我が国の電気通信の基盤であった一般加入電話の加入数5,552万加入を上回り、2005年1月には8,577万加入を超え、PHSと合わせた加入数は9,028万加入に達した。世界の携帯電話加入数も同様に急速な伸びを示しており、2002年末には11億加入を超え、2005年には15億加入を超えると予測されている。提供サービスはアナログ電話からデジタル電話とデータ通信に移行し、移動環境においても電子メールやインターネットの利用が急進展している。これにより、従来 of 電話中心のサービスからパケット・モードを活用したインターネット・アクセス、電子メールや写真等の静止画転送が爆発的に普及してきた。さらに、第三代移動通信システム普及の加速により、双方向映像通信をはじめとするマルチメディア・サービスも本格化に拍車がかかりつつある。

これまで携帯電話サービスの主流だった全デジタルの第二代移動通信システムに向けた開発は1980年頃に開始した。我が国では日本統一方式の標準化をねらいとして研究開発が進められた。このデジタルシステムPDC(Personal Digital Cellular)の導入に併せ、新たに事業者と周波数が追加されるとともに、端末の開放と売切り制度が認可され、以降飛躍的な発展を示すこととなった。また、加入数の増加に伴い、米国で提案されたCDMA(Code Division Multiple Access: 符号分割多元接続)デジタル方式の導入も行われた。国際的には、欧州システムであるGSMが市場を急拡大させたのに対し、我が国のシステムは方式的には優れたものとの評価を得ていたが、国際ローミングサービス機能を有していなかったこと、国際展開の遅れなどの理由により諸外国での採用には至らなかった。しかし、国内的にはデジタル化率も100%を達成し、世界的に見てもトップレベルにある。さらに、携帯電話からインターネットへアクセスが可能となり、「i-mode」や「EZweb」(旧「EZaccess」)、「iアプリ」、「写メール」などの日本発の新しいサービスが急展開を遂げている。携帯電話の加入者に占める携帯インターネット加入者の割合は、2005年1月で86%に達し、他の主要国・地域よりかなり高い水準にある。

従来の携帯電話サービスは、米国、日本及び欧州において一国内あるいは一つの地域におけるサービスが中心であったが、今後は、一つの端末が国をまたいで使用できる国際ローミング機能を有することが必要となってきた。また、固定網と同等な高品質性、動画を含めたマルチメディア・サービスの提供が期待されている。これらの背景を踏まえ、1995年ごろから国際的な仕様の統一化を前提としつつ競争と協調の関係で第三代の移動通信の研究開発が進められた。第三代の移動通信方式はIMT-2000(2000MHz帯すなわち2GHz帯を用いて2000年代に導入を目指すInternational Mobile Telecommunications)と呼ばれ、関係研究開発機関の多大な努力により、サービスと方式のコンセンサスが確立され、2001年10月には世界に先駆け日本においてサービスが開始された。近年、第三代移動通信サービスの本格展開が

進み、従来の音声、インターネット・アクセス、静止画のアプリケーションに加え、動画による双方向 TV 電話サービス等、新たなサービスが普及し始めている。

1 - 2 第三世代移動通信方式の高度化と第四世代実現に向けた課題

現在我が国では、一層のブロードバンド化及びシームレス化を実現する第三世代移動通信方式の高度化（3.5G：HSDPA, 1xEV-DO 方式等）と、第四世代移動通信方式に向けた研究開発が進められており、世界を先導する役割を担っている。また、将来のユビキタス・サービスの実現に向けては、これらの次世代移動通信技術に加え、IC タグ等に代表される近距離無線、インフラ指向ではないアドホック・ネットワーク・システムといった全く新しい技術の研究開発も必要となる。さらに、通信と放送の融合、セキュリティ、コンテンツ・端末 OS も含めた標準化、技術開発も重要な課題となっている。このように、サービス間の融合やシステム融合、グローバル化の進展に加え、事業者の合従連衡、端末製造業者間のコンソーシアムが進み、従来の研究開発から大きく枠組みを変えて国際的な観点に立ったサービス開発・システム技術開発のイニシアティブをとることがますます重要となりつつある。

1 - 3 本専門委員会の取組

本専門委員会ではこれらの基本認識を踏まえつつ移動通信とそれを包含する情報通信サービスの現状と課題を把握するため、第 17 期、第 18 期では移動通信産業界のキーパーソンへのヒアリング、内外の端末製造業者と電気通信事業者（キャリア）を招いた移動通信研究開発をテーマにしたシンポジウムの開催、国内外有力企業・大学等へのアンケートの実施、システム開発動向関連情報の収集及び体系化、移動通信、情報通信関連学会・産業界の専門家による招待講演を行い、移動通信・情報通信研究開発の在り方についての議論を行った。第 19 期では、これらの活動をベースとしつつ、モバイル・グローバル通信に関する研究開発の戦略、研究情報の流通、研究施設の整備、研究者の育成などの研究開発について、多数の専門家オブザーバ、講演者を交え現状と改善策の検討を行った。

2 グローバル化に向けた問題認識

2-1 次世代移動通信研究開発の取組と課題

(1) 第三世代移動通信の高度化、第四世代移動通信に向けた研究開発

国際的な競争環境においてグローバル化を踏まえた移動通信の新システム、新サービスの開発のためには、その「あるべき姿」を議論したコンセプトの提言を醸成する環境作りが重要である。

第二世代移動通信までは、我が国においては、移動通信の研究開発について世界的な連携を視野に入れた長期的かつ共通のコンセプトの議論は必ずしも充分に行われていなかった。そのため、技術的には優れていても国際的には受け入れられないいくつかの状況に直面した。その反省を踏まえ、第三世代移動通信 IMT-2000 の開発では、欧米各国と当初から協調し長期的かつ共通のコンセプトを中心に据え標準化を実現するに至り、今後の研究開発・標準化の進め方の方向付けを行った。今後も将来の新システムの研究開発・標準化においては、各企業、機関が競争原理の中で長期的コンセプトを共有し、情報を持ち寄り互いに「Give and Take」の関係の中で国際的競争力のあるシステム・サービス開発を進めることが重要である。

第三世代移動通信の高度化(3.5G)並びに第四世代移動通信技術の開発と標準化に向けては、100Mbps オーダの伝送速度の高速化のみでなく、固定網と移動網の融合・統合(FMC: Fixed Mobile Convergence)の議論を踏まえ、伝送速度の意味とサービスからの要求条件の相互の関係の議論が必要となる。また、欧州、北米、東アジア(日・中・韓)その他の開発途上地域など、各地域の4G標準化に対するスタンスの違いを考慮した進め方が必要となる。特に国際標準をリードするためにはアジア地域における新たなスキーム作りと人材の育成、相互交流が重要となる。

これまでは無線方式の性能向上が主なテーマであり、比較的世の中に受け入れられやすいコンセプト作りが可能であった。しかし、これからは速度性能の向上だけでは不足であり、アプリケーションやサービス全体を含めた新たなシステムコンセプト作りが求められている。そのため、単なる技術者集団による従来技術の延長線上にある開発ではなく、さまざまな角度から将来のニーズを予測し、あるいは創造することのできる仕組みを考える必要がある。

(2) 通信と放送の融合

近年、重要な課題として議論されている通信と放送の融合サービスに関連して、モバイルにおける配信型映像サービスは、技術的な課題、ビジネスモデルと市場性、サービスコンセプトの面で多くの検討すべき課題がある。ストリーム型サービスの携帯端末への利用が注目されており、IPR・ロイヤリティ問題の決着は新たな枠組みの幕開けとして期待される。また、メタデータをトリガにしたインターネット情報の取得が有効なサービスの一つとして考えられる。RF タグの情報がメタデータに結びつくような可能性や番組制作の仕組みにも波及する。

上記のような通信・放送融合の分野においては、今後は、単に一つのシステムやサービスを開発できるだけでなく、通信・放送といった枠組みを越えて、複数のシステムやサービスをシームレスにインテグレーションする能力を有する人材が求められる。国際的な視野に立った関係機関によるディスカッションや連携の推進、人材の流動化等でさまざまな開発を体験した人間を育成することが重要である。

(3) 新たなネットワーク(非インフラ型ネットワーク)

携帯電話サービスのようなインフラ型の方式以外に、無線タグやUWB(Ultra Wide Band)といったパーソナルエリア・ネットワーク、センサ・ネットワークを実現する近傍無線の検討が活発化している。

UWBは、ショートレンジのワイヤレス通信として、AV機器接続のUSBの置き換えへの期待が大きい。電波利用面での課題や他システムとの共存等の点で未解明の点が大きく、慎重な対応と議論が必要である。例えば、Gbps以上を狙う無線LANの高度化方式と位置づけて、高い周波数の専有バンドを作る方向の検討など、「どのようなサービスだからどのバンドを用いる」という論理に基づいた研究開発が基本と考えられる。我が国としては、世界的なコンセンサスの形成の中で方向性を考える必要がある。

センサ・ネットワークやアドホック・ネットワークを用いたユビキタス・サービスについては、キラーアプリケーションの創出に向けて検討が進められ、ある程度ターゲットがクリアになってきたところであり、今後、開発技術を絞込むことが必要となる。ソリューションを求めるか、プラットフォーム構築を目指すかの研究開発の方向性の検討が重要で、各種アプリケーションを実現するためにIPネットワークだけで十分なのか、更なる技術的ブレークスルーが必要なのかの議論が求められる。例えば、ICタグ等を活用したユビキタス・サービスでは、バーコードの延長としての単純なIDとして標準化を進めるEPCグローバル(旧AUTO-IDセンタ)と、より高度な組み込みOSやアクティビティ・タグも範疇とするユビキタスIDなどがあるが、アプリケーションの多様性を考えると、使用周波数とネットワーク・インタフェースは標準化マターとなるものの、全てを標準化して統一するというのは現実的とはいえない。ICタグやICカードなど、個人情報扱う製品ではプライバシーやセキュリティの確保も最も重要な課題となる。また、無線LANを用いたアドホック・ネットワークでは上位レイヤにおけるルーティングと下位の無線レイヤの機能・性能のインタラクションが重要となる。これらは、レイヤ毎の標準化団体(例えば、IETFとIEEE)の垣根を越えた議論を必要とする。加えて、アプリケーション、現行システムからの移行シナリオ、デファクト標準も含んだ迅速な標準化プロセスを踏まえ、インターネットやそれに替わる新たなネットワーク・アーキテクチャを中心としたオープン環境での発展が期待される。

モバイル・インターネットに続くモバイル・ユビキタス・コンバージェンスの時代には、携帯電話をはじめとする様々な端末や新たなコンセプトに基づくデバイスがネットワークとモノをつなぐゲートウェイになる可能性がある。このゲートウェイ機能を担う端末、OS、アプリケーションについては、通信・物流・生活家電といった枠組みの中で「何がネットワークとどのように繋がっていくか」、それが情報家電なのかセンサなのか、接続手段は携帯電話システムなのか異なるインフラなのか、あるいは、アドホック的なネットワークかといった議論が必要である。OSについても一つのプラットフォームに統一されるべきなのか否か、全体の技術進歩の観点から議論が必要である。また、大量のモノに対するネーミング管理・アドレス管理の問題が最大の課題であるが、IPv6にしる、別のユビキタス対応技術にしる、我が国の意見を世界に発信していくにあたっては、日・中・韓をはじめとするアジア地域での連携は有効であろう。

2-2 安心・安全な社会に向けたセキュリティへの寄与

災害、テロに対応する社会的・環境的なセキュリティに向けて安心・安全な社会構築が必須となっている。移動通信の特徴である位置を特定すること、いつでも、どこでも通信を可能とすることがセキュリティに非常に大きな役割を果たすと考えられる。そのため、位置検出精度の一層の向上技術が望まれる。しかし、一方ではプライバシーとの問題の整合性をとることが必要である。また、災害に強いネットワークとして、分散構造によるアーキテクチャーを更に進めることが望まれる。これらは、移動通信を社会インフラとしてグローバルに活用していく上で極めて重要である。

一方、利用面においては、今後のモバイルインターネットサービスの更なる普及拡大に応じた非常に重要なのがセキュリティやプライバシーの問題である。これは、システム開発によるフェールセーフ機能の充実に加えて、ユーザに対する小中学校等における初等中等教育段階からの十分な対応が必要となる。現状は、ごく少数の専門家が個別に対応している状態であり、授業カリキュラムの中で、組織的・体系的に十分な知識を持った教師による指導が望まれる。特にコンピュータ・ウィルス問題、フィッシング等の社会的ともいえる問題に対して、そのようなリスクがあるのか、何が致命的な問題を引き起こすかを分かりやすく教育していく必要がある。

2-3 大学における研究開発と人材育成の活性化

新たな移動通信システムの開発とその国際化の推進のためには、従来の企業に基盤を置く組織的な枠組みを維持しながらも、新しい自由な発想によるサービス開発や技術開発力を高めることが必須である。その意味で個人の能力を発揮する環境をより整備することが重要である。

我が国においてはその環境の整備や個人の意識は必ずしも十分でない。人材が流動化することは組織の活性化や情報の流通性にも結び付き、競争や開発テンポを加速する上では極めて重要である。米国のベンチャー企業の成功は人材の流動性が高いことが一つの要因となっているといわれている。我が国においても「i-mode」の提案は流動性人材の貢献によるところが大と評価されている。多様化するサービスとより高度な技術開発においては、人材の流動性をもたらず環境の整備と個人や組織の意識を高めることは極めて重要である。国立大学の法人化の機会に、産学の人材交流を促進することも、我が国全体の技術力を高めるために検討する必要がある。

また、最近の標準化は、フォーラムをベースとしたアドホックな委員会を項目ごとに設立して運営し、そこで実質的な提案を行い詳細な仕様を決定することが一般的である。それらを受けて国際電気通信連合（ITU）において勧告が行われる。このような状況では参加者は技術力のみならず、グローバルな意味での折衝力、表現力が大きく問われる。特に、我が国ではそのための人材とそれをバックアップする体制を強化することが必要である。

移動通信の国際化を進めるに当たり極めて重要な研究開発を担う人材育成については、企業の役割と大学の役割とを考える必要がある。研究開発のテンポが加速されている状況を踏まえると、より早い段階での人材の育成が望まれる。その意味で移動通信に関しては、大学での研究開発と

人材育成の一層の強化が必要である。人材教育の体制は徐々に整いつつあるが、一般的には、我が国の大学の社会への貢献度が必ずしも高くないことが指摘されている。

具体的な大学での役割としては、社会人の受け入れが挙げられる。大学の社会人の受入れに関しては、現在の情報通信関係の技術者は修士の学位の持ち主が多いが、更に専門を深めるためには社会人課程博士が有効である。また、大学から見ると社会人の参加は他の社会を経験しない学生の刺激になり、企業での経験は大学にとって大きな助けであり、彼等は企業と社会を結ぶ貴重な人材である。

大学から見て欧米に比べて大きなハンディとなるのが、日本人博士課程進学希望者が少ないことである。上述の社会人学生により何とかある程度の数を確保しているのが我が国の電気・電子・情報・通信関連の大学院の現状であろう。博士課程進学者が少ない理由として、博士学位を取得したことに対する社会からの評価が他の国に比べて圧倒的に低いことと博士課程在学中の資金援助体制の弱さが挙げられる。優秀な学生が修士課程を修了した時点で、大学に残って研究開発に取り組もうというインセンティブが不足している。これに対して北米では、受入れ教官が研究費用から博士課程学生の授業料や生活費にいたる費用まで補助している場合が多く、その対価として、学生はその教官の研究をサポートして、研究を進めている。いずれにしても、博士取得者は研究機関において研究テーマ選択の自由度が大きい、博士課程期間に資金援助が得られる、生涯賃金の減少分を取り戻せる仕組みなど、博士取得の利点を明確に示す必要がある。「優秀な学生が博士課程に残り大学における研究をリードする。これを企業がサポートすると同時にその成果を活用する。その学生が博士取得後に企業で活躍したり、大学で次の人材を育てる」というシナジー循環の構築が必要である。

我が国の博士学位制度と欧米のその大きな違いが旧制の大学の制度を残した乙種博士学位（論文博士）である。これは、企業での研究結果で学位が取れるメリットがある反面、大学と企業の健全な関係を損ねる一因となり大学の弱体化を招いた。大学の国際競争の激化は大学のみならず、人材流動化の今日、我が国においても大問題であり、この制度は我が国の大学にとっての大きな足かせになる。大学に人材が還流し、研究開発の拠点となることが国際競争の面でも極めて重要である。

大学における研究の活性化のため、共同研究等、受託研究等、企業との連携は非常に重要である。課題は、実用化に直結する取組が未だに少ないことである。特にこれらの大学における研究が基本検討に留まらないようにするためには、実用化に向けてプロジェクトを推進する人材が必要となる。また、大学から強い特許、周辺特許を含めた実用的な特許を出すためにも、企業からの具体的な要望に基づく産学連携が重要となる。そのためには大学内でプロジェクトを提案し、企業や行政からの予算を獲得することが必要である。科学研究費補助金や共同・受託研究については、申請・契約業務の煩雑さの緩和・支援に加え、研究費の単年度予算制や用途の自由度（例えば、ポスドク採用への使用等）の面での緩和が望ましい。カリフォルニア州立大学における取組のように研究協力費やライセンス料の大学教官への還元等、共同研究へのインセンティブ向上も重要である。また、米国では大学の教官や研究者が大学以外から予算を獲得してくることがカルチャーとして定着している。企業の研究機関との交流の一つとして、期間限定の特別研究員として大学から企業への出向やポスドク制の積極的な活用も有効である。

2 - 4 研究開発拠点の役割と活かし方

IT 関連の技術革新は、シリコンバレーのような関連企業が集積した開発拠点から生まれるケースが多く、移動通信においても、サンディエゴのワイヤレスバレー、我が国の横須賀リサーチパーク（YRP: Yokosuka Research Park）等が例として挙げられる。特に YRP は、移動通信関係の電気通信事業者、通信機器製造業者が 40 社集まり、大規模な研究開発拠点を作っており、IMT-2000 のシステム開発をはじめ、MMAC (Multimedia Mobile Access Communications Systems) や ITS (Intelligent Transport System) の研究が精力的に進められている。この研究開発拠点のこれまでの成功は、IMT-2000 の研究開発にフェーズを合わせて設立されたことが大きな要因として挙げられる。つまり、IMT-2000 の開発というはっきりした目的があったためである。製造業者はその目標を実現するためにこれらの研究開発拠点を活用した。

IMT-2000 の主要な目標が達成された今後、更に研究開発のシナジー効果を生み出すことが望まれ、大学との連携や人材流動の促進及びベンチャーの育成等の施策が必要である。また、今後は新たなシステムコンセプトを打ち立てるための体制や活動を考える必要がある。一例として、YRP におけるアドホック・ネットワークの大規模実験などは、関連企業が連携して研究開発に取り組む場の提供という意味で意義深い。国内の大手企業のみならず、海外企業やベンチャー企業と大学の交流等へのリサーチパークの果たすべき役割がますます重要となる。最近では、大学関係者が、リサーチパークにおいて企業開発部門や研究機関の技術者を対象に講義を行う取組を行っており、好評を博している。これらのアクティビティの更なる推進が期待される。

また、企業や研究機関がそのロケに拠点を置くという意味の「フィジカルなリサーチパーク」と種々の活動・情報共有・研究開発の連携がなされるという意味の「ロジカルなリサーチパーク」があり、場所の制約を超えて様々な機関が連携できる場を提供することが重要となろう。

さらに、これらの研究拠点における連携に加え、規制緩和による無線特区といった産官学連携、共同研究開発の場を更に広げていくことが必要である。

3 提言

本報告では、これからの移動通信をはじめとする情報通信の国際戦略として、(3-1)次世代移動通信システムの取組、(3-2)社会的セキュリティへの寄与、(3-3)大学における研究開発と人材育成への提言として取りまとめた。

3-1 次世代移動通信システムの取組への提言

固定通信と移動通信の統合（第四世代、ユビキタス・サービスに向けた取組）

第四世代移動通信技術の開発と標準化に向けては、固定網と移動網の融合・統合の議論(FMC: Fixed Mobile Convergence)を踏まえ、100Mbps オーダの伝送速度の意味とサービスからの要求条件の相互の関係について議論が重要である。欧州、北米、東アジア、その他の開発途上地域など、各地域の4G標準化スタンスの違いを考慮し、特に日本発の技術を世界に展開するためには、アジア地域(日・中・韓)における連携の新たなスキーム作りと人材の育成、相互交流を積極的に進める必要がある。

通信・放送の融合

通信と放送の融合に関連して、モバイル環境におけるストリーム型映像配信型サービスの携帯端末による受信について技術的課題に加え、ビジネスモデルと市場性、サービスコンセプト等で十分な議論が必要である。

今後は、通信・放送といった枠組みを越えて、複数のシステム・サービスをシームレスにインテグレーションする能力を持ち国際的な視野に立ちながら研究開発を推進できる人材を育成することが重要である。

また、インターネットと放送のビジネスモデルに関する制度について、メタデータをトリガにしたインターネット情報取得など積極的な研究開発が必要である。

新たなネットワークの研究開発

センサ・ネットワークやアドホック・ネットワークを用いたユビキタス・サービスについては、今後、開発技術を絞込むことが必要となる。各種アプリケーションを実現するためにIPネットワークだけで十分なのか、その他の技術的ブレークスルーが必要なのかの議論が重要である。

モバイル・インターネットに続くモバイル・ユビキタス・コンバージェンスの時代に向けて、携帯電話端末をはじめとする様々な端末や新たなコンセプトに基づくデバイスをネットワークとモノをつなぐゲートウェイとして進化させ活用していく必要がある。

携帯電話サービスのようなインフラ型システムとは異なる無線ICタグやUWB(Ultra Wide Band)といったパーソナルエリア・ネットワーク、センサ・ネットワークを実現する近傍無線、アドホック・ネットワーク等については、「どのようなサービスだからどの周波数バンドを用いる」という明確な論理に基づいた周波数割当てと研究開発、標準化を基本とするべきである。米国、日本のみならずアジアや欧州のスタンスも含め世界的なコンセンサスの形成の中で方向性を考える必要がある。また、無線ICタグやICカードなど、個人情報扱う製品ではプライバシーやセキュリティの確保が最も重要な課題となる。

無線 LAN を用いたアドホック・ネットワーク等では上位レイヤにおけるルーティングと下位の無線レイヤの機能・性能のインタラクションが重要であり、レイヤ毎の標準化団体（例えば、IETF と IEEE）の垣根を越えた議論を必要とする。加えて、アプリケーション、現行システムからの移行シナリオ、デファクト標準も含んだ迅速な標準化プロセスを踏まえ、インターネットやそれに替わる新たなネットワーク・アーキテクチャを中心としたオープン環境での発展が期待される。

3-2 社会的セキュリティへの寄与に向けた提言

安心・安全社会

災害、テロに対応する社会的・環境的なセキュリティに向けて安心・安全な社会構築が必須となっている。移動通信の特徴である位置を特定すること、いつでも、どこでも通信を可能とすることがセキュリティに非常に大きな役割を果たすと考えられる。そのため、位置検出精度の一層の向上技術が望まれる。一方、位置情報の取得が簡易になることにより生じるプライバシーの問題との整合をとることも必要である。また、災害に強いネットワークとして、分散構造によるアーキテクチャを更に進めることが望まれる。これらは、移動通信を社会インフラとしてグローバルに活用していく上で極めて重要であり、産官学連携に向けた研究開発拠点の一例である YRP におけるアドホック・ネットワークの大規模実験など、関連機関や企業が連携してこれらの研究開発を行う取組を更に進めていくべきである。

携帯電話と個人情報保護

今後のインターネットやモバイル・サービス、ユビキタス・サービスの更なる普及拡大によって生み出される負の側面に対応するため、小中学校等の初等中等教育段階から十分なセキュリティ・プライバシー保護の教育を実施することが必要である。自分が被害者になるということだけでなく、無意識のうちに加害者になってしまうということへの認識等、意識付けが重要となる。授業カリキュラムの中で、ウィルス、フィッシング等のリスクを含む IT セキュリティ問題について、組織的・体系的に十分な知識を持った教師による指導が望まれる。

3-3 大学における研究開発と人材育成に向けた提言

社会人博士、課程博士への経済的な支援

移動通信の国際化を進めるに当たり研究開発を担う若手人材育成については、博士後期課程の学生数の充実が肝要である。博士前期課程（修士課程）の学生が博士後期課程に進学するには、将来の不安を取り除くことが必要である。博士取得者に対して研究機関において研究テーマ選択の自由度を大きくする、博士課程期間の資金援助、生涯賃金の減少分を取り戻せる仕組みなど、博士取得の利点を明確に示す必要がある。加えて、大学においても教育の国際化、研究レベルの先鋭化にこれまで以上の努力が不可欠である。これにより、企業と大学が博士課程人材をキイとしてシナジー循環を発揮する仕組みが必要である。

共同研究・委託研究・科学研究費補助金・日本学術振興会等による情報通信関係分野の強化
大学における研究の活性化のため、共同研究等、受託研究等、企業との連携をこれまで以上に推進する必要がある。特に大学における研究が基本検討に留まらないようにするため、実用化に向けてプロジェクトを推進する人材の育成、確保が必要となる。大学から強い特許を出すことを目標とし、企業からの具体的な要望に基づく産学連携を推進すべきである。

科学研究費補助金や共同・受託研究については、申請・契約業務の煩雑さの緩和・これらの手続きへサポート手段の提供が必要である。研究費の単年度予算制や予算の用途の自由度（例えば、ポスドク採用への使用等）の面での緩和が望ましい。

論文博士の段階的な廃止

大学と企業における研究者の連携の活性化、シナジーのため、従来の論文博士の制度を段階的に社会人博士の制度へ移行していくことが望まれる。

【用語解説】

PDC (Personal Digital Cellular) : 日本国内の携帯電話サービスに使われている第二世代デジタル移動通信方式。

CDMA (Code Division Multiple Access) : 符号分割多元接続。時間や周波数ではなく割り当てられた高速な拡散符号によってチャンネルの多重化を実現する多元接続方式。W-CDMA は Wideband-CDMA のことで、第三世代移動通信方式の標準のひとつ。

GSM (Global System for Mobile Communications) : 第二世代デジタル移動通信に使われている移動通信方式の一つ。ヨーロッパやアジアを中心に広く利用されており、デジタル携帯電話の世界的マーケットを有する。

IMT-2000 (International Mobile Telecommunications) : 2000 MHz 帯すなわち 2GHz 帯を用いて 2000 年代に導入を目指した第三世代移動通信方式。高品質の音声通話や最大 2Mbps の高速データ通信、高速データ通信を用いたテレビ電話などの各種の通信アプリケーションを実現する。

HSDPA : 第 3 世代携帯電話方式 W-CDMA のデータ通信を高速化した規格。3G 方式の改良版であることから「3.5G」とも呼ばれ、伝送速度を約 14Mbps まで向上させることが可能である。

1xEV-DO : CDMA 技術を応用した第三世代移動通信方式「cdma2000」規格に含まれるデータ通信専用の技術仕様で、データ通信に特化して通信速度を高め、最高 2.4Mbps のデータ通信が可能な仕様。

ユビキタス・サービス : 生活や社会の至る所にコンピュータや通信機能を持ったデバイスが存在し、それらが自律的に連携して動作することにより、人間生活をバックアップする情報通信サービス。

アドホック・ネットワーク : 無線 LAN 等においてアクセスポイント(基地局)を必要とせず、端末のみを持ち寄ることで構成されるネットワーク。「無線アドホック・ネットワーク」、「自律分散型無線ネットワーク」ともいう。

FMC (Fixed Mobile Convergence) : 固定通信と移動通信の融合によるシームレスな情報通信サービスのコンセプト。ワン・ビル(一括料金) ワン・デバイス(共用端末) ワン・ナンバー(一番号、アドレス)により、いつでもどこでもユーザニーズにあったサービスを提供することを目的とする。

UWB (Ultra Wide Band) : データを極めて広い周波数帯に拡散して送受信を行なう無線通信方式のひとつ。それぞれの周波数帯に送信されるデータをノイズ程度の強さとするにより同じ周波数帯を使う無線機器と混信を避ける方式だが近距離の用途に制限される。

EPC グローバル(旧 AUTO-ID センタ) : 現在のバーコードに代わる、IC タグによる次世代の物体識別・管理システムの研究と技術の標準化を目的とする国際的な研究機関。

IETF (Internet Engineering Task Force) : TCP/IP などのインターネットで利用される技術を標準化する組織。

IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers) : 電気・電子分野における世界最大の学会。情報通信、エレクトロニクスに関する学会の開催、論文誌の発行、専門委員会による技術標

準の策定を行っている。LAN の規格を定めた 802 シリーズの標準が有名。

フィッシング: 金融機関等からのメールや Web サイトを装い、暗証番号やクレジットカード番号などを搾取する詐欺。「釣り」を意味する「fishing」が語源だが、偽装の手法が洗練されている(sophisticated)ことから「phishing」と綴るようになったといわれる。

MMAC (Multimedia Mobile Access Communications Systems): マルチメディア移動アクセス推進協議会の略称。移動体通信のマルチメディアへの応用に関する調査・研究・啓蒙活動などを行なっている。また、同団体が近い将来の実用化を目指して研究・開発している次世代移動通信技術の総称でもある。高速無線アクセス、超高速無線 LAN、移動アクセス、無線ホームリンクなど複数の次世代移動通信技術を扱っている。

ITS (Intelligent Transport System): 情報通信技術を用いて人、車両、道路等を結び、事故や渋滞などの道路交通問題の解決を図る高度交通システム。日本では 1995 年から政府を中心に推進されており、渋滞情報と連動したナビゲーションシステム(VICS)や、自動料金収受システム(ETC)などの技術がある。