

固定移動融合を目指した極限フレキシブルネットワーク



研究室紹介

小 牧 省 三^{*}, 塚 本 勝 俊^{**}, 東 野 武 史^{***}
石 田 智 昭, 藤 井 伸 幸

Flexible Networks for the Fixed Mobile Convergence Era

Key Words : Millimeter and Microwave Photonics, Radio on Fiber, Software Radio Networks,
Wireless over IP, Radio Agents

1. まえがき

本研究室は、由来を一般電気工学講座に発している。工学部電気工学科における研究と同時に、電気系以外の学科の学生に対して電気工学についての教育と実験指導を行うことを目的として、1965年に設置された。初代教授は藤井克彦教授、1972年より鈴木胖教授、1988年からは辻毅一郎教授が担当。

1992年より小牧が担当している。その後、1996年大学院重点化時に、工学研究科通信工学専攻に組織異動、2005年行政法人化により、大専攻化が実施され電気電子情報工学専攻、情報通信工学部門、ワイヤレスネットワーク工学領域に名称変更され現在に至っている。

2. 研究の経過

当研究室は、広く工学部全体に向けた教育を行ってきた関係で、研究の分野においても、細分化された科学技術とは少し趣が異なる研究が推進されてきた。図1は、研究室の進展の経過を示したものである。開設当初の研究課題は人体の反応を電気等価回路と制御システムで捉えることから始まり、知能情報システムへ発展したヒューマンシステムがある。一方で、電力送電システム・エネルギーシステムから社会情報システムへ発展をしていく社会システムという大きな流れがある。これに見られるように、社会と人間というものを広く対象にした研究が継続されてきている。我々も、情報通信分野における研究テーマを社会と人間というもので広く捉え、1992年には、「情報通信」と社会・人間という接点に位置する研究を展開してきている。最終目標としては、社会基盤としての汎用的な情報通信基盤の構築（ユニバーサルサービス基盤）、有限リソースである周波数資源の有効利用技術（電波エコロジー）とユーザの意志に基づき、これを使いやすくするためのエージェント通信技術（ユーザセントリック技術）を据え、これを実現するための各種技術の研究を行ってきた。

上記の長期的目標を実現する近未来の具体的な目標としては、ソフトウェア無線ネットワークに置いている。また、これに必要な個々の研究項目を以



^{*}Shozo KOMAKI
1947年4月生
1972年大阪大学大学院工学研究科通信工学専攻修士課程修了
現在、大阪大学大学院 工学研究科 電気電子情報工学専攻・情報通信工学部門、博士(工学)、情報通信工学
TEL 06-6879-7714
FAX 06-6879-7715
E-mail : komaki@comm.eng.osaka-u.ac.jp



^{**}Katsutoshi TSUKAMOTO
1959年10月生
1984年大阪大学大学院工学研究科通信工学専攻修士課程修了
現在、大阪大学大学院 工学研究科 電気電子情報工学専攻、助教授、博士(工学)、通信工学
TEL 06-6879-7716
FAX 06-6879-7715
E-mail : tukamoto@comm.eng.osaka-u.ac.jp



^{***}Takeshi HIGASHINO
1978年11月生
大阪大学大学院工学研究科通信工学専攻
現在、大阪大学大学院工学研究科通信工学専攻小牧研究室、助手、博士(工学)、通信工学
TEL 06-6879-7717
FAX 06-6879-7715
E-mail : higa@comm.eng.osaka-u.ac.jp

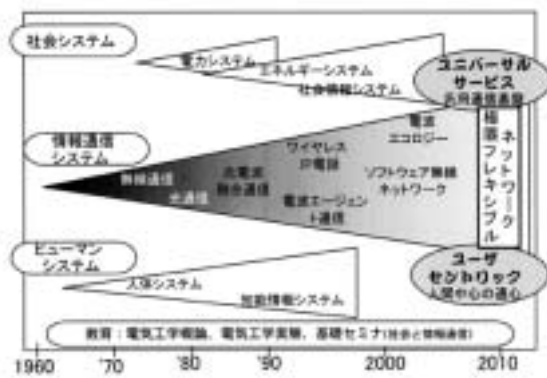


図1 研究室進展の経過

下に箇条書きにする。

- ・マイクロ波フォトリクス技術 (RoF) : 携帯電話や地上デジタル放送などの電波をそのまま光ファイバ上で伝送あるいはルーティングする技術。RoFは、Radio on Fiberを示す。
 - ・ソフトウェア無線ゲートウェイ (SDR-GW) : RoFネットワークから届けられた電波をIPネットワークに汎用的に接続できる変換装置。SDR-GWは、Software Definable Radio Gatewayを示す。
 - ・フレキシブル無線IPネットワーク (WoIP) : ワイヤレスIP電話を始めとする各種のワイヤレスサービスをIPネットワーク上で柔軟に実現できる技術。WoIPは、Wireless Service over IPを示す。
 - ・電波エージェント (RAs) : ユーザの要求に基づき無線通信ネットワークならびに電波空間を最適に制御する技術。RAsは、Radio Agentsを示す。
- 以下、ソフトウェア無線ネットワークならびにそれを構成する各種技術の主なものを説明する。

3. ソフトウェア無線ネットワークとユビキタスネット

図2にソフトウェア無線ネットワークの概要を示す。このネットワークは、電波をそのままの形で光ファイバ内に閉じこめて遠距離まで伝送したり経路変更できるため、電波形式に依存しないようなインターネットへのアクセスが可能になり、汎用的かつフレキシブルなネットワーク基盤を構築可能となる。

3.1 光電波ネットワーク (RoF)

図3に電波を光に変換して伝送するRoFリンクの例を示す。レーザダイオードの直流電流に電波を重ね

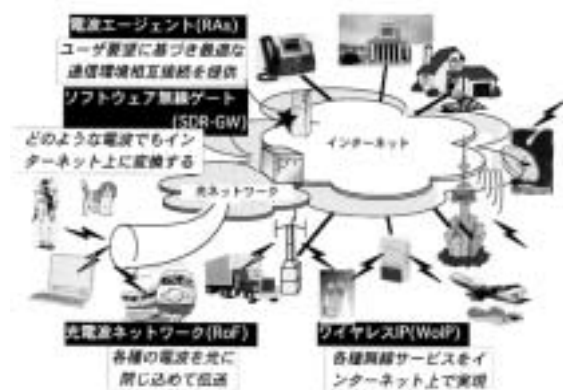
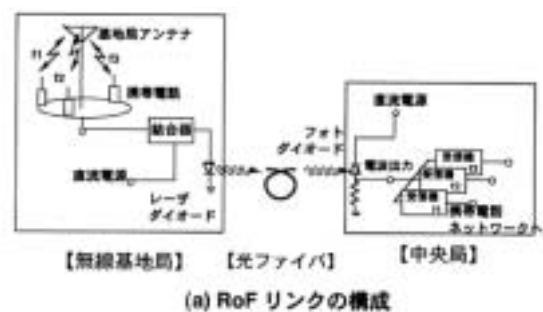


図2 ソフトウェア無線ネットワークの概念図



(a) RoF リンクの構成



(b) 電波光変換器の例

図3 光電波融合ネットワーク (RoFリンク)
(a) RoFリンクの構成 (B) 電波光変換器の例

し、光の強度に変換し受信端まで運び、光検波ダイオードで元の電波を取り出すことができる。電波のままで伝送可能なため、電波形式に依存しないネットワークが構築できる。また、光信号をスイッチすることにより光ファイバ内を自由に経路変更可能である。光符号拡散や光波長多重を光スイッチとして用いる研究を行っており、これにより高度な経路変更が実現できる。また、光信号は、ファイバ内のみならず、光空間伝送での伝送も可能であり、現在、このRadio on Free Space Opticsを研究開始した。また、同時に電波をミリ波等の電波に変換して伝送するメッシュ形ミリはネットワークの研究も実施しており、これをRadio on Free Space Radioと呼んでいる。RoFは、Fiberのみならず、これらを総称したものとして研究を実施している。

3.2 フレキシブルワイヤレスIPネットワーク(WoIP)

図4に、WoIP実験の構成を示す。この実験は1995年に開始し、現在5.3版の実験を継続している。無線LANと携帯電話のデュアル端末、PHS端末、ワイヤレスSkype端末の電話機能、メール機能、ホームページ閲覧機能が利用可能である。また、グローバルコネクションのため、国内、国外を含めた実験を行ない品質確認を行なった。WoIPを使用することにより、柔軟性が高く、国際的規模のグローバルワイヤレスネットワークが実現可能となっている。

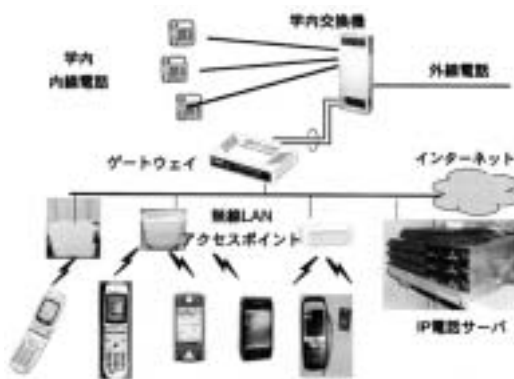


図4 阪大におけるWoIP実験 (5.3版)

3.3 エージェント通信技術 (RAs)

人と人、心と心の通信を「通心」ユーザセントリックという言葉で呼んでいる。このためには、人間の意志・満足度を尊重したコミュニケーションが必要となる。しかし、現在の無線通信は、他人へ及ぼす電波干渉を抑圧し、社会的共存性を重んじるという観点から種々の強い制約を受けている。人間が自由にお互いの意志を伝え合うためには、電波本来が有する柔軟性を自由な観点から引き出せるような利用法の研究を推進する必要がある。図5には、エージェント通信技術の概念例を示す。多数の既存ネットワークをユーザ要求に応じて最適利用することを可



図5 エージェント通信の概念

能にする技術である。これ以外にもエージェントの存在は必要となる。現在、ユーザ効用関数の測定、それらを用いたサービス事業者の運用スタイルあるいは電波法規制スタイルへの変換 (SLA: Service Level Agreement) の研究を行なっている。

4. むすび

現在、光インターネット、携帯電話、デジタル放送の発展がめざましく、急速に世の中に浸透してきている。e-Japan 戦略あるいはu-Japan政策の中では、将来のネットワーク基盤として、インターネットと高速無線通信の融合が予想されている。これを固定移動融合 (FMC: Fixed Mobile Convergence) あるいはユビキタスネットワークと呼んでいる。大都市中心にこれらのネットワーク基盤を構築することは比較的容易であるが、地域格差の無いユニバーサルサービスとして、このような基盤を整備することは容易ではない。このためには、汎用性の高い柔軟なネットワーク基盤が必要になっており、現在、種々の公的ファンドならびに極限コミュニケーションラボの下で、これに資する研究を実施している。我々の研究成果が適用できることを研究室一同願っている。

この記事をお読みにになり、著者の研究室の訪問見学をご希望の方は、当協会事務局へご連絡ください。事務局で著者と日程を調整して、おしらせいたします。

申し込み期限：本誌発行から2か月後の月末日

申し込み先：生産技術振興協会 tel 06-6944-0604 E-mail seisan@maple.ocn.ne.jp

必要事項：お名前、ご所属、希望日時(選択の幅をもたせてください)、複数人場合はそれぞれのお名前、ご所属、代表者の連絡先

著者の都合でご希望に沿えない場合もありますので、予めご了承ください。