

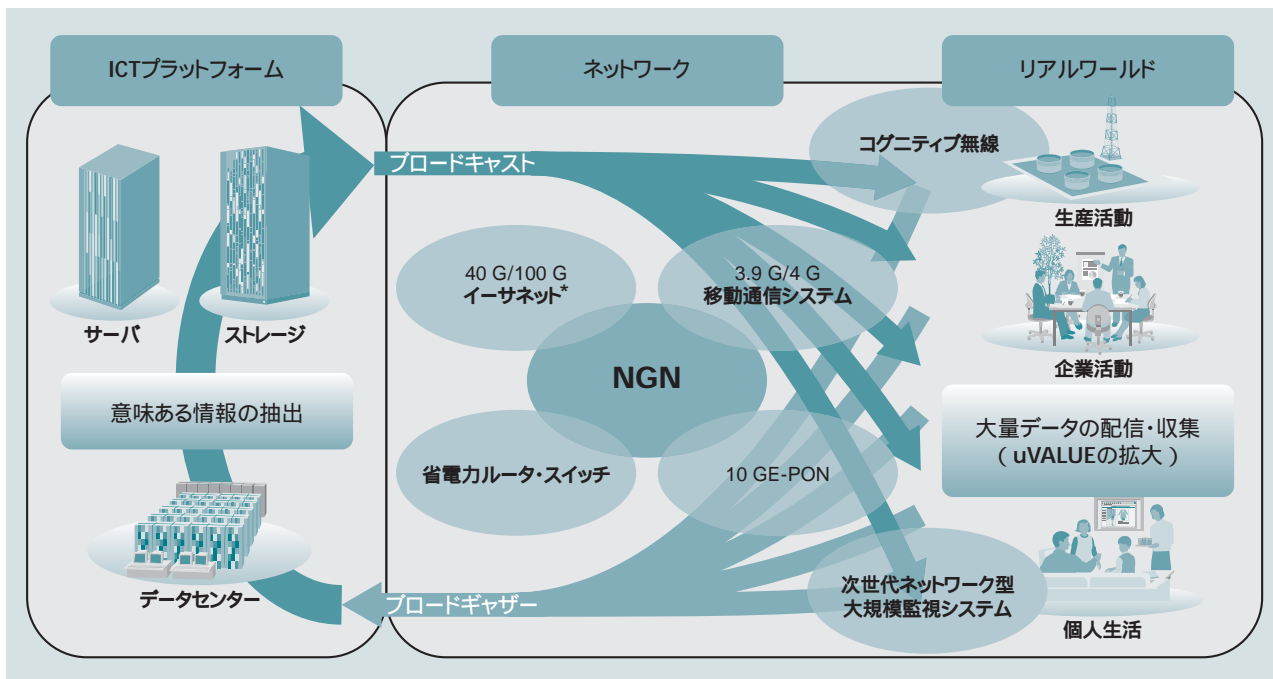
# NGN時代を支えるネットワーク研究開発

Research and Development of Network Technology for Next Generation Network

東村 邦彦 Kunihiko Tomura  
池田 博樹 Hiroki Ikeda

豊田 英弘 Hidehiro Toyoda  
恒原 克彦 Katsuhiko Tsunehara

矢崎 武己 Takeki Yazaki  
西村 信治 Shinji Nishimura



注:略語説明ほか NGN( Next Generation Network ), GE-PON( Gigabit Ethernet - Passive Optical Network ), 3.9 G/4 G ( 3.9th Generation/4th Generation ), ICT( Information and Communication Technology )  
\* イーサネットは,富士ゼロックス株式会社の登録商標である。

図1 情報爆発時代の情報通信像  
アクセスネットワークの高速化が進んだNGNにあらゆる人・モノ・サービスがつながることで,さらに最適かつ革新的な価値uVALUEを生み出すことができる。

広帯域・高品質な通信サービスが提供されるNGN(次世代ネットワーク)サービスが開始された。アクセスネットワークの高速化により,放送と通信の融合・連携が進んだサービスが提供されるNGNでは,高精細動画など大容量のデータが行き交うだけでなく,高速ネットワークにあらゆる人・モノ・サービスがつながる。この情報爆発とも言われる時代の通信インフラには,まず,有線・無線を問わず大容量・高品質化に向けた技術革新を進めていく必要がある。一方,安心・安全・快適とともに環境に配慮したネットワークを実現する技術開発も不可欠である。高速ネットワークにより,あらゆる人・モノ・サービスがつながると,それらの情報をICTセンター側に蓄積・解析し(ブロードキャスター),そこで生み出した情報を,実社会の人・モノ・サービスに再配信して,さらなる価値を生み出す(ブロードキャスト)循環型の情報価値再生産が可能になる。

日立グループは,NGN時代に向け,より高速で環境に配慮したネットワークで,顧客の情報価値を高めるための技術開発に取り組んでいる。

## 1.はじめに

品質保証されたネットワークにより,あらゆる人・モノ・サービスが安心・安全につながるNGN(Next Generation Network:次世代ネットワーク)が普及進展すると,社会インフラとしてのネットワークの重要性は,ますます大きくなる。NGNにおいては,高精細動画などの大容量データから,無線チップに格納されたRFID(Radio-frequency Identification)情報などの多量のデバイスから発生する微細かつ膨大なデータまで,多種多様な情報が行き交い,インターネットのトレンドを引き継ぎつつ,さらに広がりのある発展を見せると考えられている。

ここでは,NGN時代を支えるネットワーク技術の研究開発状況について述べる(図1参照)。

## 2.NGNに求められる技術

### 2.1 大容量・高品質化

高精細動画の配信,映像監視サービスが普及することにより,NGN上を行き交うデータの大容量・高品質化に対する

需要はさらに大きくなると予測する。

この大容量・高品質化の需要を支えるための技術として、有線イーサネット標準化を行っているIEEE( Institute of Electrical and Electronics Engineers )802.3委員会では、40 G/100 Gイーサネットや10GE-PON( Gigabit Ethernet - Passive Optical Network )などの規格制定を開始している<sup>1)</sup>。また、無線規格を議論する3GPP( 3rd Generation Partnership Project )、3GPP2( 3rd Generation Partnership Project 2 )においては最大100 Mビット/s以上のスループットを有するLTE( Long Term Evolution )やUMB( Ultra Mobile Broadband )が議論されている<sup>2)</sup>。有線、無線のいずれの規格においても、大容量性と高品質性( QoS:Quality of Service )の両立が必須の課題である。

## 2.2 環境への配慮

高速ネットワークで、社会のあらゆる人・モノ・サービスをNGNがつなぐことを考えると、そのエネルギー消費量は膨大になると予測される。そのため、地球環境問題やエネルギー資源の価格高騰は、NGNを考えるうえでも大きな課題となる。文部科学省科学技術政策研究所が2006年6月に発表したレポート<sup>3)</sup>によると、エネルギー消費の低減策を何ら講じないままに、必要とされるトラフィックを収容し続けると、2015年にはルータの占める消費電力は日本全体の消費電力の9%を占めると試算されている。情報通信インフラにかかわるエネルギー問題の課題に対応するために、安心・安全・快適とともに環境に配慮したネットワーク技術が必須となる。

## 2.3 ブロードキャスト、ブロードギャザー

高速ネットワークにより、あらゆる人・モノ・サービスがつながると、それらの情報をICT( Information and Communication Technology )センター側に蓄積・解析することで、今まで獲得できなかった情報を得ることが可能になる。そして、そのICTセンター側で生み出した情報を、人・モノ・サービスが動く実社会に戻すことで、循環型の情報価値再生産が可能になり、顧客へさらに大きな価値uVALUEを提供できると日立グループは考えている。このICTセンター側に情報を集めるネットワークの活動をブロードギャザー、実社会に広く情報配信する活動をブロードキャストと呼んでいる。ブロードキャスト、ブロードギャザーは、Web2.0とも言われるインターネットによる情報革命の動きを、ネットワークの動きとしてとらえたものとも言える。ブロードキャスト、ブロードギャザーは、高速でセキュアなネットワーク環境を提供するNGNでこそ真価を発揮すると考える。

## 3. 大容量化への取り組み

### 3.1 10GE-PON

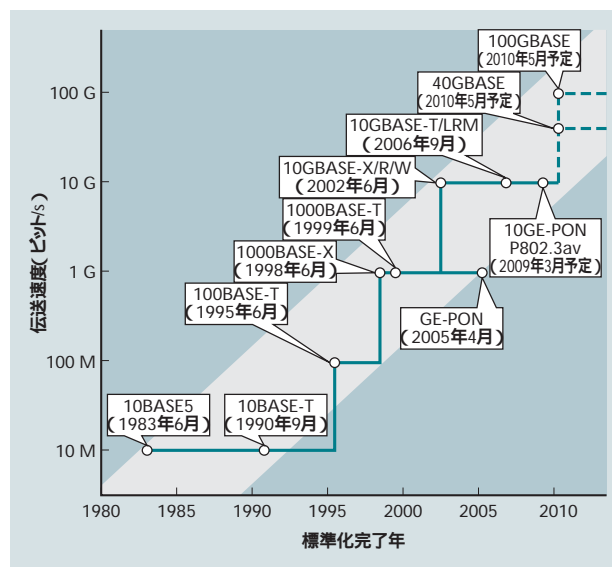
NGNコア、エッジネットワークが整備された後、NGNアクセ

スに拡張されていく予定であり、高い通信品質を実現できる高速光アクセスネットワークが要求されている。IEEE802.3avでは、10GE-PONの標準化作業を2009年9月の完了を目標に進めている。

日立グループも10GE-PONの技術開発と標準化活動に取り組んでいる。10GE-PONは双方向10 Gビット/sの伝送速度で通信可能であり、32ユーザーの加入者が同時に光ファイバを共有できる。また、既存の光ファイバ網を再利用できるようにGE-PONとの共存アーキテクチャが検討されている。このため、10 Gビット/sの光デバイスやユーザーごとにばらつく信号強度を処理するバースト受信回路への要求は厳しく、PON光伝送技術やバースト受信技術の研究開発に取り組んでいる。さらに、光アクセスに初めて受信信号の誤りを訂正するFEC( Forward Error Correction )技術が導入されるため、バースト受信に対応した符号化方式やフレーム方式が必須となる。

### 3.2 40 G/100 Gイーサネット

NGNの大容量化を支える技術の一つとして、コアネットワークに用いられるインタフェースの高速化技術がある。次世代イーサネットとして、IEEE802.3委員会で、40 G/100 Gイーサネットの標準化が2006年7月から進められている( 図2参照 )。日立グループでは2004年以来、研究開発を行い、マルチレーン伝送技術を用いた物理層構造を提案し、符号化や誤り訂正技術も含めて要素開発を進めている。この中では、波長間隔が広くデバイスの開発が容易なCWDM( Coarse Wavelength Division Multiplexing )伝送による100 Gイーサネット用光モジュールの開発を進め、標準化への提案も活発に行っている。CWDMは他社が提案するDWDM( Dense WDM )に比べ、より低価格で提供できるメリットがある。



注:略語説明 PON( Passive Optical Network )

図2 IEEE802.3委員会の標準化動向  
高速化するイーサネットの標準化の動向を示す。

### 3.3 3.9 G/4 G 移動通信システム

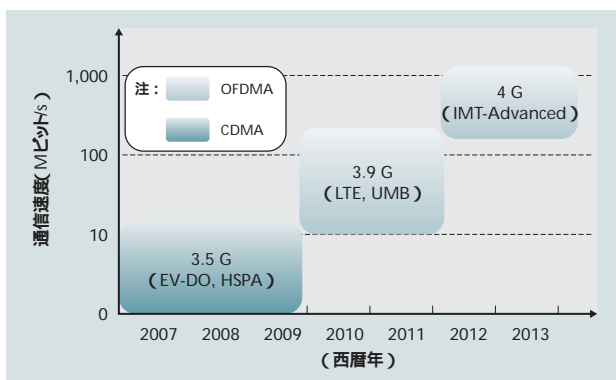
NGNの特長である大容量・品質保証データ伝送を実現するためには、NGNのアクセスを支える移動通信システムにおいても高速化と同様に高い通信品質が要求される。

これらの要求に対応するため、3GPPや3GPP2といった国際標準化団体では、いわゆる3.9 Gとして、LTE/UMBと呼ばれる方式の標準化が終盤を迎えている(図3参照)。3.9 Gでは、広帯域化と複数のアンテナを用いて送受信を行い、高速化するMIMO(Multi Input Multi Output)信号処理技術の組み合わせによって、100 Mビット/sを超える無線データ通信が可能となる。さらに、周波数利用効率が高く、データを並列伝送するOFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access)の適用により、時間および周波数といったリソースに対して、アクセス制御を行うことが可能である。したがって、ユーザーの電波状況や要求する通信品質(例えば音声通信のような高い通信品質を要求するサービス)に応じて、リソースをユーザーごとに適切に割り当てるスケジューリング技術の開発が必須になると考え、日立グループでは技術開発と標準化活動に取り組んでいる。

移動通信システムのさらなる高速化の実現に向けて、4 G 移動通信システム「IMT-Advanced(International Mobile Telecommunications-Advanced)」の標準化が2010年ごろの完了を目標に進められている。IMT-Advancedでは低速移動環境で1 Gビット/sの高速データ伝送の実現をめざしている。このためには、広帯域化やMIMO技術の高度化と、それに対応するスケジューリング技術が必須になると考えられ、日立グループも技術開発と標準化活動に取り組んでいる。

## 4. 環境への取り組み

インターネットトラフィックの急増を背景にネットワーク機器の省電力化への要求が急速に高まっている。IEEE802.3委員会では、送受信パケット量に応じたイーサネット回線速度とする



注:略語説明 OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiplexing Access), CDMA(Code Division Multiple Access), EV-DO(Evolution Data Only), HSPA(High-speed Packet Access), IMT-Advanced(International Mobile Telecommunications-Advanced), LTE(Long Term Evolution), UMB(Ultra Mobile Broadband)

図3 移動通信方式標準化動向

ワイヤレスブロードバンドサービスの実現に向けて、標準化が進行中である。

ことで省電力化を実現する「Energy Efficient Ethernet」の標準化が進んでいる。

日立グループは、このような最新の省電力標準をいち早く取り入れる研究開発に加え、ルータ・スイッチのアーキテクチャからデバイスに至る広範な技術の開発を積極的に進めている。電力効率のよい集中ルータ・スイッチアーキテクチャ、未接続回線に対する電源を遮断する技術、最先端の省電力半導体を適用する技術、省電力回路技術などの開発を進め、トラフィックの急増に対応した省電力ルータ・スイッチを実現していく。

## 5. ブロードキャスト、ブロードギャザーに向けた取り組み

### 5.1 次世代ネットワーク型大規模監視システム

日立グループは、各種のセンサーと無線通信を利用して測定データを自動的に収集・利用するセンサネットワーク情報システムの研究開発を進めてきた<sup>4)</sup>。

さらに安心・安全な社会への要求の高まりに伴い、映像を用いた監視への要求が高まっている。多数のカメラからの画像情報を集約して監視するためには、限られた帯域内で最適な映像を選択して伝送する機能や、集約された画像情報の表示・検索機能の実現が未解決の課題として残されている。

日立グループは、NGNを活用した監視ソリューション実現のための技術として、コンテンツの解析結果に基づいた伝送制御技術を研究している。これは、単一パケット内の解析だけでは判別できないアプリケーション層の情報を解釈するための拠点サーバを置き、その上でアプリケーションの要請に応じた伝送制御を行うものである(図4参照)。

このシステムでは、カメラから送出される画像に付与された画像解析による付加情報と外部のセンサーからの情報を元に伝送制御を行うことで、通常利用環境下において $\frac{1}{10}$ の占有帯域で画像監視を可能としている。NGNを介することにより、IPネットワークを用いた大規模な監視システムが、より安価で高信頼に実現可能となる。

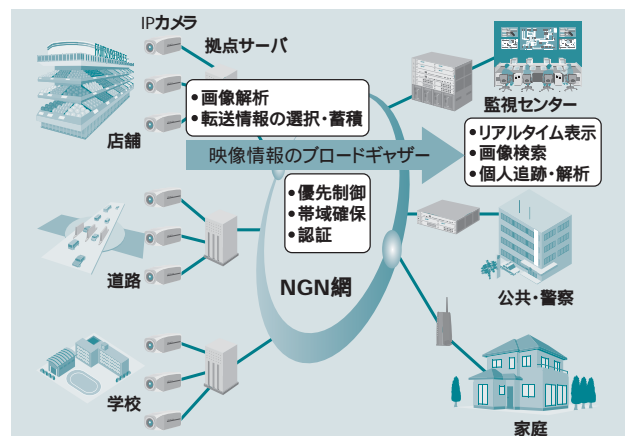
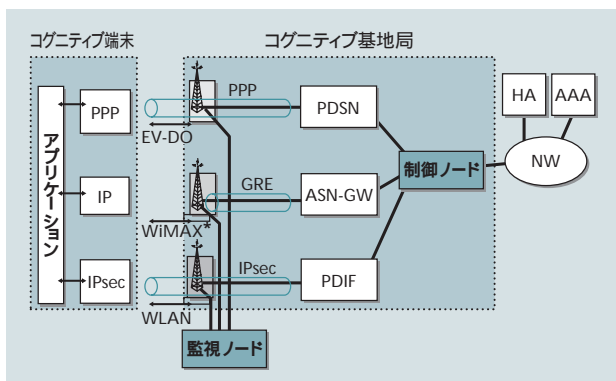


図4 次世代ネットワーク型大規模監視システム

ブロードギャザーの一つの実現方式として、多数のカメラからなる監視システムの概要を示す。



注:略語説明(括弧内) PPP( Point to Point Protocol ), IPsec( Security Architecture for Internet Protocol ), WiMAX( Worldwide Interoperability for Microwave Access ), WLAN( Wireless Local Area Network ), GRE( Generic Routing Encapsulation ), PDSN( Packet Data Serving Node ), ASN-GW( Access Service Network Gateway ), PDIF( Packet Data Interworking Function ), HA( Home Agent ), AAA( Authentication , Authorization , and Accounting ), NW( Network )

\* WiMAXは、WiMAX Forumの登録商標である。

図5 コグニティブ無線実験システム

3無線システムを対象とした実験システムを構築し、無線システムの切り替えの有効性を検証中である。本研究は総務省の委託研究「コグニティブ無線通信技術の研究開発」の成果である。

## 5.2 コグニティブ無線

日立グループは、無線通信に利用可能な周波数が逼(ひっ)迫している中で、無線の利用状況・電波環境などを認識・認知(コグニティブ)して、利用する周波数や無線システムを選択して周波数の利用率を高めるコグニティブ無線技術を開発中である(図5参照)。

また、NGNで期待されるサービスの一つとしてFMC( Fixed Mobile Convergence:固定・移動融合)サービスを挙げることができる。コグニティブ無線の利用により、周波数を有効利用しながら、ユーザーは意識することなく、より高速のデータ通信や安定したサービスに無線システムを切り替えて情報の蓄積・配

### 執筆者紹介



東村 邦彦  
2001年日立製作所入社,中央研究所 ネットワークシステム研究部 所属  
現在,ネットワークサービスの研究開発に従事  
博士(工学)  
電子情報通信学会会員



池田 博樹  
1995年日立製作所入社,中央研究所 ネットワークシステム研究部 所属  
現在,光アクセスシステムの研究開発に従事  
電子情報通信学会会員,IEEE会員



豊田 英弘  
1998年日立製作所入社,中央研究所 ネットワークシステム研究部 所属  
現在,100 Gイーサネット物理層の研究開発に従事  
電子情報通信学会会員,情報通信学会会員

信を行うことができ、FMCサービスの付加価値を高めることができる。

## 6. おわりに

ここでは、NGN時代を支えるネットワーク技術の研究開発状況について述べた。

NGNの普及により、ネットワークには、さらなる大容量化という量的変化とともに、ブロードキャスト、ブロードギャザーという使い方の変化や、環境への負荷低減などの意識変化への対応が求められる。

日立グループは、大容量性に対応する技術として、従来ネットワークの10倍以上の容量を実現する10GE-PONや40 G/100 Gイーサネット、3.9 G/4 G移動通信システムの技術、および通信状況に応じて内部回路の電源の駆動制御をし、エネルギー効率の高いルータを実現する技術開発も行っている。さらにはブロードキャスト、ブロードギャザーと呼ぶ使い方の変化に対応する技術として、高度な監視ソリューションを提供する次世代ネットワーク型大規模監視システムや、無線の利用状況などを収集・解析して、効率的に無線リソースを配分するコグニティブ無線技術の開発に取り組んでいる。

日立グループは、今後も、安心・安全かつ快適で環境に配慮したネットワークを切り開くため、さまざまな研究開発を進めていく。

### 参考文献など

- 1) 西村,外:イーサネットの最新動向,第5回先進的計算基盤システムシンポジウム SACSIS 2007(2007.5)
- 2) 3GPP, <http://www.3gpp.org/> 3GPP2, <http://www.3gpp2.org/>
- 3) 小笠原,外:情報通信のエネルギー問題,文部科学省,科学技術政策研究所,科学技術動向調査(2006.6)
- 4) 小高,外:現場情報を価値につなげるセンサネット,日立評論,89,7,546~549(2007.7)
- 5) 花岡,外:コグニティブ無線による複数システム切替方式の基本評価,電子情報通信学会技術研究報告,SR2006-66(2007.3)



恒原 克彦  
1996年日立製作所入社,中央研究所 ネットワークシステム研究部 所属  
現在,移動体ネットワークの研究に従事  
電子情報通信学会会員



矢崎 武己  
1995年日立製作所入社,中央研究所 ネットワークシステム研究部 所属  
現在,ルータ・スイッチのハードウェアの研究開発に従事  
電子情報通信学会会員,情報処理学会会員



西村 信治  
1991年日立製作所入社,中央研究所 ネットワークシステム研究部 所属  
博士(工学)  
IEEE Senior Member,電子情報通信学会会員