

巻頭論文

スマート社会を支える映像解析技術と通信技術の動向



野並隆之*



上田智弘**

Trends of Video Content Analysis and Communication Technologies for Supporting Smart Society

Takayuki Nonami, Tomohiro Ueda

要旨

通信技術は、IoT(Internet of Things) システムのカバー範囲の拡大に伴い、多種多様なセンサデータを高速・正確・安全に提供するためのコア技術となっている。三菱電機は、社会インフラ、産業、交通、生活等の幅広い事業展開を実施しており、通信技術はこれらの事業の発展に必須な技術として位置付けられる。

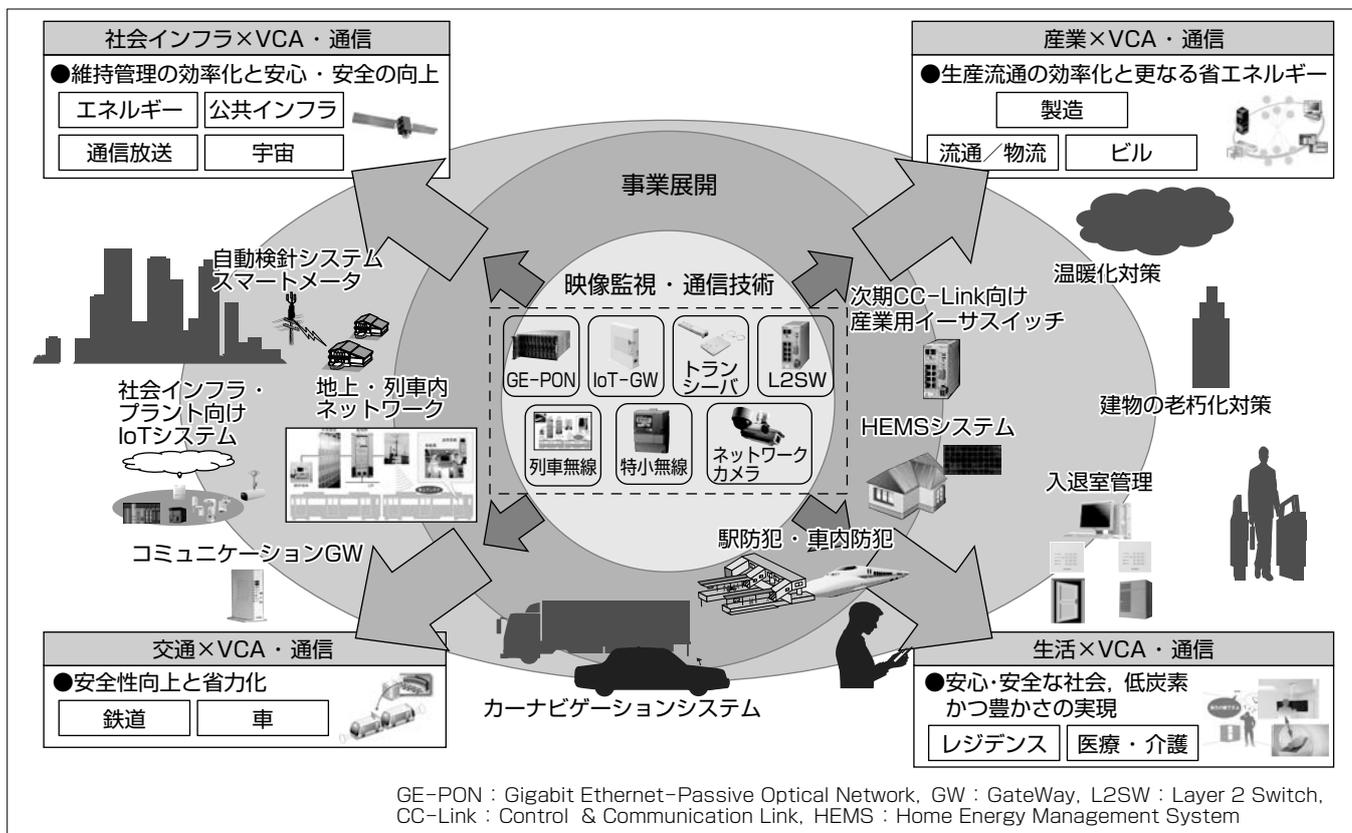
通信の大容量化によって実現したデジタル映像監視システムは、単なる映像モニタリングや蓄積・再生の機能提供から、急速に発展したAI(Artificial Intelligence)技術を活用し、安心・安全・快適な社会を支える社会インフラに変化しつつある。東京2020 オリンピック・パラリンピックに向けた安心・安全の確保(インバウンド増対応)や労働人口減少対策での業務効率化を目標として、AIを活用し

た映像監視システムの需要も増加している。

本稿では、社会インフラ監視、製造ライン監視、駅防犯、車内防犯で用いられている当社映像監視システムでの活用が期待される映像解析(Video Content Analysis : VCA)技術にAIを応用し、セキュリティ用途だけでなく、マーケティング、工場の生産性向上への展開を示す。

また、IoTシステムなどを支える当社通信技術として、IoTゲートウェイ技術、M2M(Machine to Machine)無線通信、光通信、移动通信、列車無線の動向について述べる。

当社は、今後もVCA・通信技術と、社会インフラ・交通・産業・生活(暮らし)の各事業分野の技術・知識・経験を掛け合わせることで、安心・安全・快適な社会の実現に貢献していく。



GE-PON : Gigabit Ethernet-Passive Optical Network, GW : GateWay, L2SW : Layer 2 Switch, CC-Link : Control & Communication Link, HEMS : Home Energy Management System

VCA・通信技術による当社事業展開

社会インフラ・産業・交通・生活(暮らし)の各事業分野の技術とVCA・通信技術との掛け合わせによる当社事業展開を示す。中心に当社のVCA・通信技術の製品を示し、それらの製品・技術との掛け合わせによる各事業分野での市場、及びその主たる目的を示す。

1. ま え が き

映像監視システムは、アナログカメラからネットワークカメラが主力となり、通信技術、映像解析(VCA)技術の進展と相まって、その適用範囲は防災・防犯のための監視から設備の維持管理、作業の効率化のための監視へと拡大してきている。

本稿では、社会インフラ監視、製造ライン監視、駅防犯、車内防犯で用いられている映像監視システムとAIを活用した当社VCA技術、及びIoTシステムと当社通信技術(IoTゲートウェイ、M2M無線通信、光通信、移动通信、列車無線)の動向について述べる。

2. スマート社会を支える映像監視システムとVCA技術

2.1 映像監視システムの動向

日本の総人口は2008年を境に、生産年齢人口(15~64歳)は1995年をピークに減少に転じており⁽¹⁾(**図1**)、社会活動の基本となる労働力減少は喫緊に解決すべき社会課題である。また、国策としての観光ビジョンの推進や東京2020オリンピック・パラリンピックの開催は、海外からの観光客増加によって大都市圏での慢性的な混雑が発生すると予想され、混雑解消対策としての警備員増強は労働力不足に拍車をかける。これらの課題の解決手段として映像監視システムへの期待は大きく、JEITAの調査統計⁽²⁾によれば2016年の監視カメラ国内出荷金額は289億円(前年比109%)で7年間連続のプラス成長を継続している(**図2**)。

市場での増加が著しいのはIP(Internet Protocol)ネットワークに対応するデジタル映像監視システムであり、カメラの台数ベースで従来のアナログシステムを凌駕(りょうが)しつつある。映像監視システムのアナログからデジタルへの変化は、高画質化、長時間記録、大規模化、自動化という大きな四つの効果をもたらした。

(1) 高画質化

NTSC(National Television System Committee)／PAL(Phase Alternating Line)等のアナログ信号から2K／4K

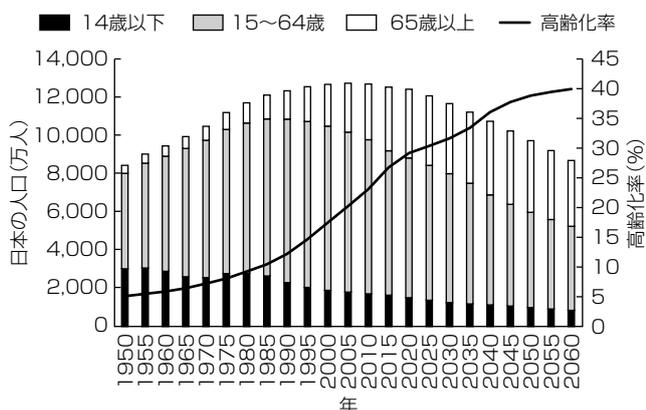


図1. 日本の人口推移

映像といった高精細かつ広画角なデジタル映像取得・表示を可能にした。

(2) 長時間記録

MPEG-2(Moving Picture Experts Group Phase 2)／H.264／HEVC(High Efficiency Video Coding)等の最先端の映像圧縮技術と大容量のHDD(Hard Disk Drive)の利用によって、オンサイト監視レコーダでも1か月単位での高精細映像の記録が可能になった。

(3) 大規模化

IPネットワークの活用によって、カメラ数百台の大規模システムもネットワークハブの活用で、簡便なシステム構築が可能になった。さらに無線ネットワークの併用によって回線敷設が困難な個所からの映像取得も容易となった。

(4) 自動化

デジタル化された映像に対する画像処理によって、監視映像をモニタリングする監視者の単純作業の自動化が可能になってきている。

2.2節では、自動化を支えるVCA技術について述べる。

2.2 VCA技術の動向

映像監視システムでは、監視対象エリアの確実な映像取得と記録とともに、記録した映像の効率的な閲覧も重要な機能の一つである。記録映像の閲覧作業の目的は、平時とは異なる事件・事故・災害などの映像シーン検索や、映像に映っていることが想定される特定の対象者等の発見であり、長時間記録された監視映像から効率的に必要な映像シーンに辿(たど)り着くことが大きな課題となる。

映像の効率的な検索を目指し、古くから映像に含まれるイベントや人物の自動的な検出を目的とした様々なVCA技術が研究開発されてきた。映像の変化を捉える動き検知や、指定した画像エリアへの侵入検出等は、比較的簡易な処理で実現可能であることから、カメラ単体機能として実装されている製品も多い。事件・事故の記録映像では特定の対象者を見つける要求が高く、顔認識⁽³⁾や歩容認証⁽⁴⁾等の高度なVCA技術の適用が進められている。

従来のVCA技術では、検出に必要な映像特徴を検出対象ごとに設定する必要があり、検出対象の拡大が困難で

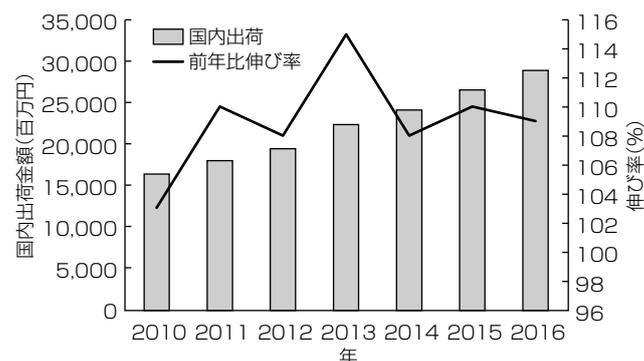


図2. 監視カメラの国内出荷金額と前年比伸び率

あった。ここ数年の機械学習技術の進歩と計算機性能の急激な進歩は、深層学習(Deep Learning)を実用化に導いた。この技術は、膨大なデータに基づき、多段ニューラルネットワークを用いて、検出に必要な特徴情報を自動的に生成するもので、映像中の検出対象の大幅な拡大と実用的な検出精度の両立を可能にしている。

一般的に深層学習の処理には、極めて膨大な計算機リソースを必要とするが、当社は独自のコンパクトAI“Maisart(マイサート)”を開発し、監視機器でのAI映像分析処理を可能にしている。これによって、車いすを押している人や迷子、白杖(はくじょう)を持つ人の検出や、置き忘れた荷物の検知、ふらついている人の検知など、これまで人間が実施してきた判断の強力な支援技術として活用可能である。

これらのVCA技術は、セキュリティ用途だけでなく、店舗に設置した映像から顧客の動線解析や人数カウント等の解析を行うことで、顧客の潜在需要や行動を分析し、マーケティング適用への期待も高い。さらに、工場の生産ラインにカメラを設置することで、作業員のムダ工程の発見を通して工場生産性向上につなげる試みも進められている。

3. スマート社会を支えるIoTシステムと通信技術

3.1 IoTシステムの動向

3.1.1 IoTゲートウェイ技術

スマート社会では、2020年には約300億個に達するとも予想される⁽¹⁾ IoTシステムに接続される機器やセンサなどのIoT機器の情報は、公衆ネットワークを介してクラウド環境に送信されビッグデータとして解析される。

情報処理の形態として、全てをクラウド上で処理する方法からIoT機器上で処理する方法まで、様々な形態が考えられる。これらの形態の中で、クラウドとIoT機器の間にデータ処理を担う機能であるIoTゲートウェイ(IoT GW)機能を配備する形態は、クラウドとIoT機器双方の処理リソースの低減やセキュリティ確保の観点で有用である。

IoTゲートウェイ機能を実現する技術として、IoT機器と公衆ネットワークの通信プロトコルを相互変換する通信プロトコル変換技術、IoT機器の必要な情報だけをクラウドネットワークに送信するデータ収集・一次解析技術などがある(図3)。また、近年急増しているサイバー攻撃からIoT機器やネットワーク機器を守るためセキュリティ技術が重要性を増している。

当社は、家電製品の制御や使用電力の見える化を実現する宅内用HEMS対応通信ゲートウェイ⁽⁵⁾や、柔軟な機能追加を可能にするOSGi(Open Services Gateway initiative)プラットフォームを実装した三菱通信ゲートウェイ“smartstar”⁽⁶⁾、FSA(Functional Security Assessment)レベル1に規定されるユーザー認証要件を満たすIoTシス

テム対応三菱通信ゲートウェイ⁽⁷⁾などの製品化を通じてこれらの技術を開発してきた。また、配下のIoT機器に対するセキュリティを強化するため、ホワイトリスト型攻撃検知機能と機械学習を用いた学習型攻撃検知機能の開発⁽⁸⁾などIoTゲートウェイ技術の開発を推進し、スマート社会の展開に貢献する。

3.1.2 M2M無線通信技術

IoTシステムを支える重要な技術の一つとして、機械同士が人間の介在なしに通信するM2M無線通信技術が挙げられる。M2M無線通信技術として、高速、多数接続、低遅延を特長とした5Gや、低速ではあるが省電力、広域性を特長としたLPWA(Low Power Wide Area)等、様々な方式が提案されている。図4に、各通信方式の位置付けを

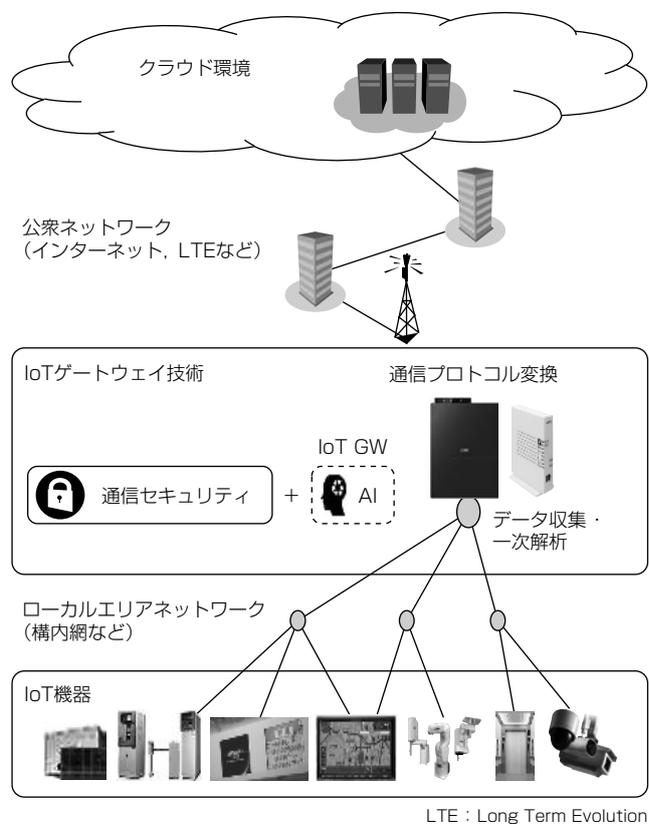
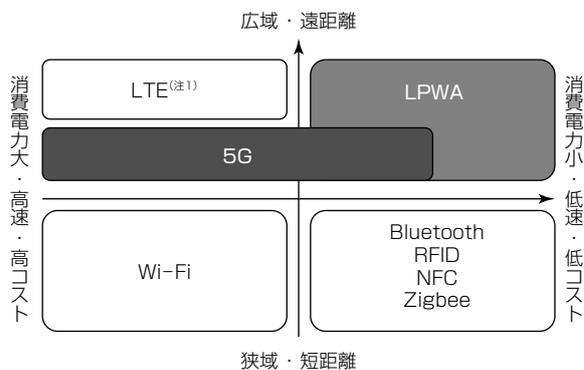


図3. IoTゲートウェイ技術



RFID: Radio Frequency Identifier, NFC: Near Field Communication
 (注1) 既存のM2M接続は2G, 3G, 4Gが主流

図4. 各通信方式の位置付け⁽⁹⁾

示す。当社は、顧客ごとに電波特性、消費電力、コスト等を考慮し、最適方式を選定した上で、システム及び機器を提供している。

システム及び機器の開発では、機器納入後も顧客要望に寄り添った運用支援を行うことも重要である。例えば、遠隔自動検針や、電力量見える化を実現するスマートメータ通信システム用機器の開発では、高いエリアカバー率、早期エリア展開という要件と、経済性を両立させたシステム構築を行う必要があった。LPWA技術の一つである特定小電力無線を用い、リレー方式でデータを中継することを特徴とした無線マルチホップ方式でも、データ中継の拠点となるスマートメータの設置数が少ない状況下での早期エリア展開が求められた。当社は、顧客とともに、通信網の信頼性、通信成功率をモニタし、将来設置予定のスマートメータを前倒しして設置するなどの対策を提案することによって、早期エリア展開を実現している⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾。

また、スマート社会の進展に伴う、M2M通信の適用拡大を見据え、専門家による無線機器の配置設計が不要になり、顧客のIoTシステム導入にかかる時間・コストの低減に貢献するツールの充実化にも注力し、無線通信の電波強度を高速・高精度に把握し、無線機器の最適配置を支援する“電波見える化技術”の開発も進めている。

今後もM2M無線通信技術を多様なセンサネットワーク、例えばコネクテッドカーやスマートファクトリに適したシステムに適用してスマート社会の実現に貢献していく。

3.2 通信技術の動向

3.2.1 光通信技術

音声からデータに、静止画から動画に、通信コンテンツの変遷に伴って通信トラフィックが増加している。また、スマートフォンやタブレット端末、機器、センサなどのIoT機器の増加に伴い情報発信源も爆発的に増えており、このような背景に呼応して、光通信システムの大容量化が進んでいる。

各家庭と通信キャリアをつなぐ光アクセス網では、光PON技術等の実用化によって、2004年から1.25GbpsのGE-PONシステムが本格導入されており、現在は10Gbpsの10G-EPONシステムの導入が始まっている(図5)。当社は、GE-PONシステムで、累計1千万台以

上の宅内向けFTTH(Fiber To the Home)機器を出荷してきた。

一方、基幹系ネットワークを成すコア・メトロ網では、波長多重技術やコヒーレント伝送技術等による大容量化が進んでおり、国際標準化団体では、一つのトランスポンダで400Gbps、1Tbpsを実現するための規格が議論されている(図6)。当社は、2002年に10Gbps×40ch波長多重伝送装置を製品化し、100Gbps光伝送装置群を開発するに至っている⁽¹²⁾⁽¹³⁾。

今後、5Gモバイル通信、IoTシステム、高精細映像サービス(4K/8K)、自動運転等の普及によって通信トラフィックは増大の一途をたどり、光アクセス網、コア・メトロ網ともに、これまで以上に低遅延化、高信頼化、大容量化が求められる。当社でも、光アクセス網では、WDM(Wavelength Division Multiplexing)-PONの研究開発を、またコア・メトロ網では、デジタル信号処理技術の開発を進めることで、これらの動きに対応している。

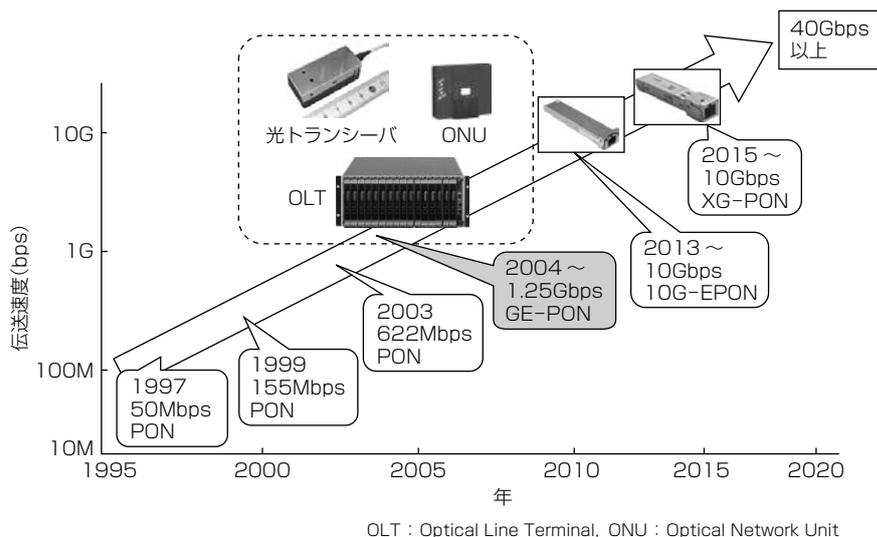


図5. 光アクセス網の進展

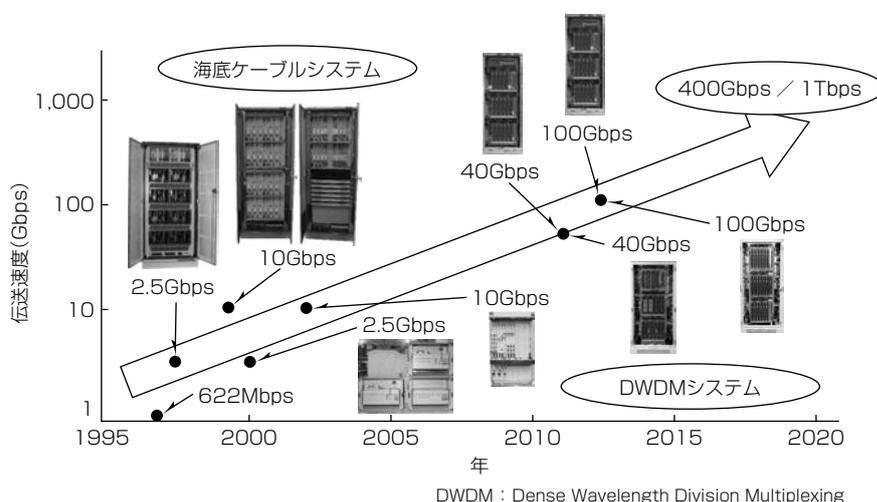


図6. コア・メトロ網の進展

3.2.2 移動通信技術

移動通信システムは、1980年頃にアナログ音声通信サービス(第1世代)が開始され、以降、およそ10年ごとに図7に示すとおり高速大容量化が進んでいる。当社は世代ごとに電気通信事業者向けにPDC(Personal Digital Cellular), W-CDMA(Wideband Code Division Multiple Access), LTE(Long Term Evolution)の基地局装置を製品化してきた⁽¹⁴⁾。

スマートフォン、タブレット端末の普及に伴い、国内の移動通信のデータトラフィックは年率約1.4倍で増加しており、2020年の実現を目指して、従来のモバイルサービスの高速大容量化(ピークデータレート：20Gbps以上)を満足する第5世代移動通信システム(5G)の開発が国内外で進められている。5G導入によって、高密度、広域に配置された高精細映像とAIを活用することで、従来捉えられなかった事象を捉えることが期待されている⁽¹⁵⁾。

当社では、高速大容量化を達成する5G基地局実現に向けて、総務省研究開発プロジェクト“第5世代移動通信システム実現に向けた研究開発”に参画し、28GHz帯向け基地局の試作を進めている。今後、本格的なIoTの普及に向けて自動車、産業機器、スマートメータ向けなど、新たなモバイルサービスの利活用に貢献していく。また、当社は5Gの国際標準化活動にも継続的に参加して、技術提案を行っている。

3.2.3 列車無線技術

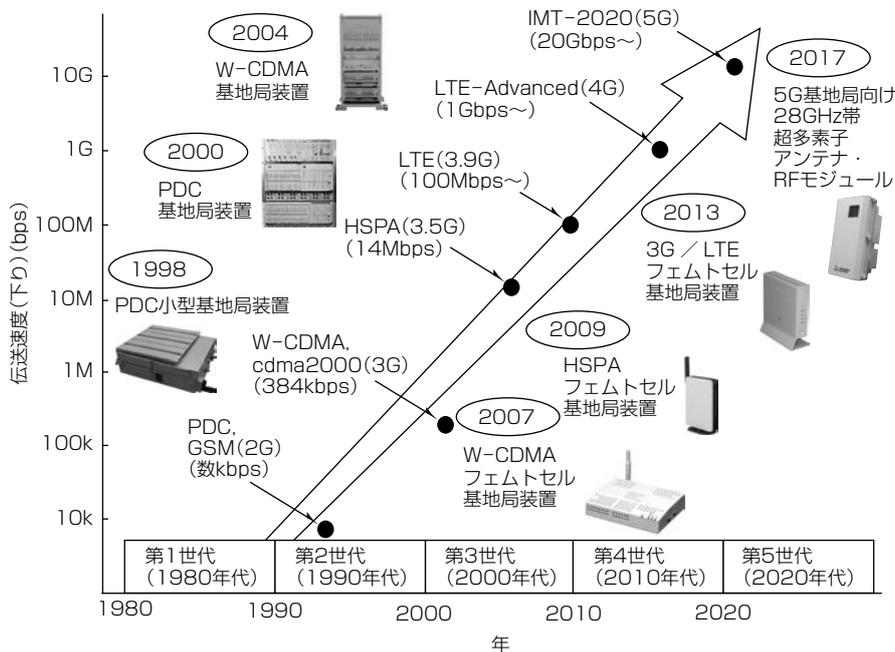
列車無線は1960年代から、走行する列車乗務員と地上指令員との間で音声通話することを目的に導入が進んだものである。当社は新幹線をはじめ、在来線、公営・民営鉄道向けに広く列車無線システムを提供してきている。

2002年から導入が進められている新幹線列車無線のデジタル化では、当社独自の送信ダイバーシチ技術の採用によって、全線にわたって安定した回線品質を実現した。デジタル化によって、データ伝送の高速化が図られ(図8)、新幹線指令伝達システムや、メンテナンス業務の高度化、乗客への情報提供サービスの充実や車内インターネットなど、列車運行

や車内サービスの向上に寄与している。

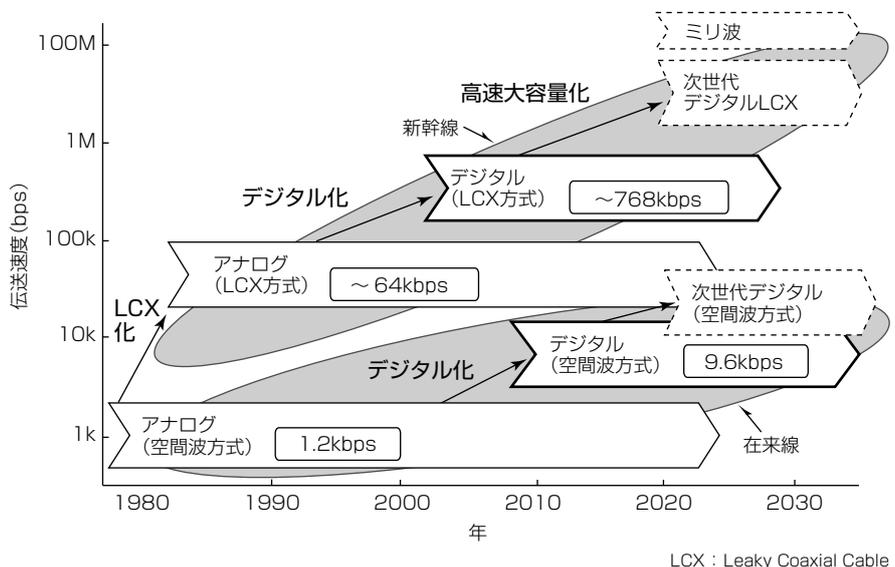
在来線でも、2007年に東日本旅客鉄道(株)の首都圏在来線向けに当社のデジタル列車無線システムが導入された。これによってデータ伝送が可能になり、列車運行情報の伝送による乗務員支援や、客室への運行情報の伝送でスマートな列車運行の実現に貢献している。また首都圏だけでなく西日本旅客鉄道(株)京阪神エリア在来線や一部の地方線区、及び一部の私鉄でもデジタル列車無線の運用が開始されており、今後データ伝送を活用した乗務員支援、旅客向けサービスへの活用が期待されている。

近年、列車無線は音声伝送からデータ伝送主体に移行し、活用を広げている。“無線による列車制御システム”が



IMT : International Mobile Telecommunication, HSPA : High Speed Packet Access, RF : Radio Frequency

図7. 移動通信システムの進展



LCX : Leaky Coaxial Cable

図8. 列車無線の動向

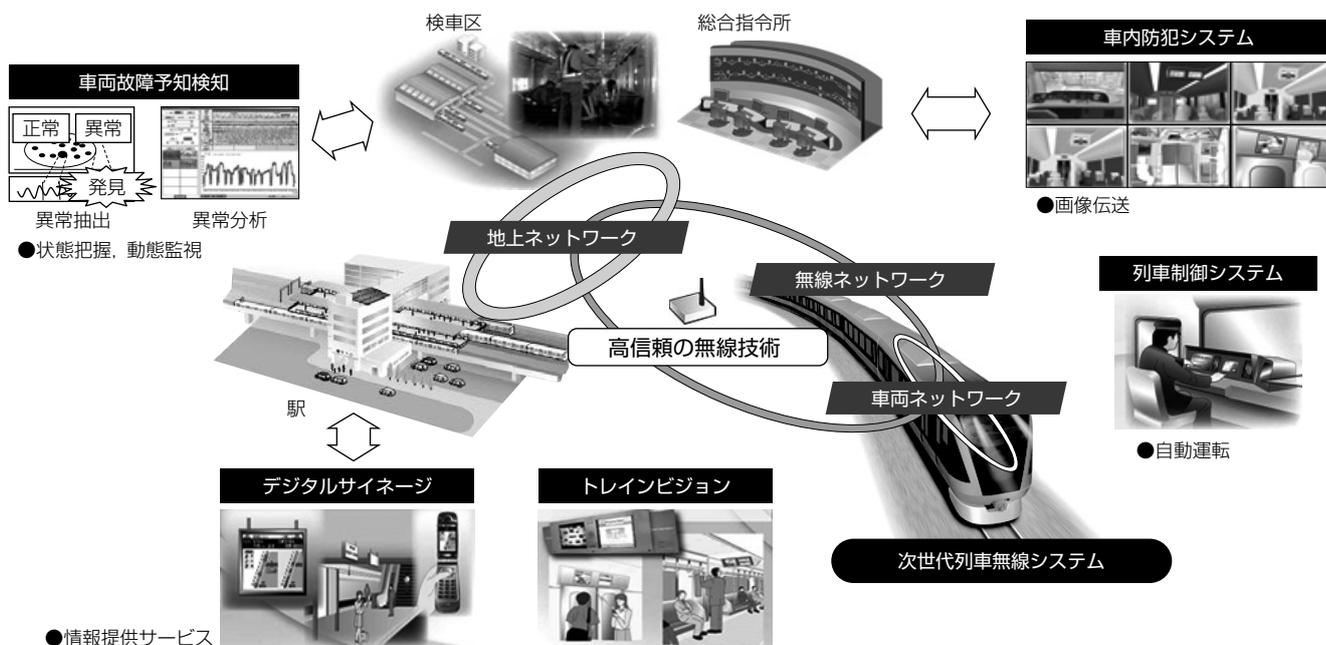


図9. 次世代列車無線システム

その一つである。当社独自の適等化技術を使用した高信頼無線の実現で、信号機の代わりに地上と列車間の無線通信を使用した列車制御を実現し、首都圏の在来線で既に運用が開始されている。

今後更なる信頼性の向上、伝送容量の増加によって、制御の高度化、完全自動運転（無人化）の実現が期待される。また、通信の高速大容量化の実現では、車内防犯システム（画像伝送）、状態基準保全（Condition Based Maintenance：CBM）などへの活用も進めている（図9）。

4. む す び

当社の映像監視システムとVCA技術、及びIoTシステムと通信技術（IoTゲートウェイ、M2M無線通信、光通信、移動通信、列車無線）の動向について述べた。

当社は、VCA・通信技術と、社会インフラ、交通、産業、生活（暮らし）の各事業分野の技術・知識・経験を掛け合わせることで、安心・安全・快適な社会の実現に貢献していく。

参 考 文 献

- (1) 総務省：H28年、H29年版情報通信白書
- (2) 一般社団法人電子情報技術産業協会：JEITA調査統計ガイドブック（2017～2018）
- (3) 今岡 仁：世界一の顔認証アルゴリズム開発の舞台裏、第5回バイオメトリクスと認識・認証シンポジウム（2015）
- (4) 八木康史：歩容鑑定～深層学習でどんな向きの人物も認証可能に～、大阪大学プレスリリース（2017）
- (5) 西尾俊介、ほか：HEMS対応三菱通信ゲートウェイ、三菱電機技報、88、No.6、337～342（2014）
- (6) 岡 稔久、ほか：三菱通信ゲートウェイ“smartstar”、三菱電機技報、89、No.6、338～342（2015）
- (7) 大野聖信、ほか：IoTシステム対応三菱通信ゲートウェイ、三菱電機技報、91、No.6、325～328（2017）
- (8) 佐藤浩司、ほか：IoTゲートウェイセキュリティ技術、三菱電機技報、92、No.6、356～360（2018）
- (9) 総務省：第4次産業革命における産業構造分析とIoT・AI等の進展に係る現状及び課題に関する調査研究（2017）
- (10) 淀 靖典、ほか：スマートメータ用無線マルチホップ通信網の形成状況について、平成29年電気学会電子・情報システム部門大会
- (11) 江崎靖典、ほか：無線マルチホップ方式の適用先拡大に向けた取り組みについて、平成29年電気学会電子・情報システム部門大会
- (12) Yoshima, S., et al.：Experimental Investigation of an Optically-superimposed AMCC in 100Gb/s Coherent WDM-PON for 5G Mobile Fronthaul, ECOC 2016, Th.1.D.1（2016）
- (13) 三菱電機の100Gソリューション
http://www.mitsubishielectric.co.jp/service/carrier_network/index.html
- (14) 伊村 真：無線通信システム技術の変遷と今後の展望、三菱電機技報、88、No.9、552～555（2014）
- (15) 総務省：新世代モバイル通信システム委員会報告（2017）