

巻頭論文

# スマートで安心な社会を支える 通信及び映像の技術動向



小山健一\*



岡村 敦\*\*

Communication and Audio-visual Technologies for Smart and Secure Societies

Kenichi Koyama, Atsushi Okamura

要 旨

安全で安心な社会の実現は、古くからの社会的ニーズだが、これにここ数年で加わったのがスマートな社会の実現であろう。ここで言うスマートは、英語としての本来のsmartの意味に加え、“通信機能を持って他とつながる”という概念が含まれている。すなわち、スマート社会の実現に通信技術は不可欠な技術となっている。

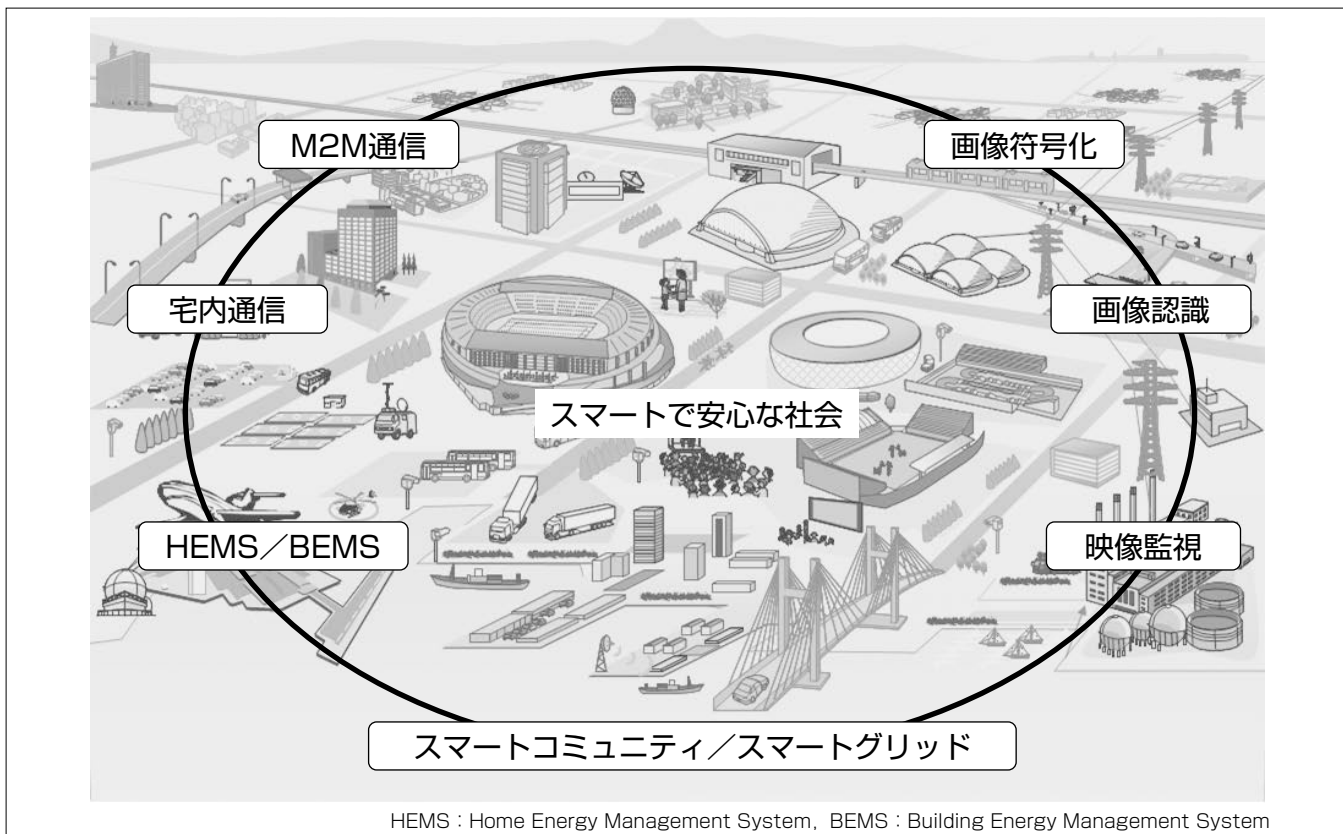
スマートな社会を実現する上でビッグデータを収集・分析するM2M(Machine to Machine)が着目されており、ITU-T<sup>(注1)</sup>、IEEE<sup>(注2)</sup>、IETF<sup>(注3)</sup>、W3C<sup>(注4)</sup>、oneM2Mで標準化が進められている。特にM2Mエリアネットワークについては、国内でのスマートグリッドやスマートハウスの実現に向けてTTC(Telecommunication Technology Committee)で標準化が進められている。

もう一つの社会的ニーズである安心な社会の実現に向け

ては、特に監視カメラで画質改善、画像認識、画像符号化、画像蓄積クラウド、蓄積画像応用を中心に技術開発が活発に進められており、三菱電機は世界的に普及が進みつつある高解像度デジタル監視カメラで必要とされる、画質改善技術(ノイズ低減、高感度化、ダイナミックレンジ拡大)、画像認識技術(人物検出・追跡)、画像符号化技術、画像蓄積技術に取り組んでいる。

持続的に発展可能な社会の実現、また、安心に暮らせる社会の実現は万人の願いであり、当社は今後もスマートで安心な社会の実現を目指した研究開発を進めていく。

- (注1) International Telecommunications Union-Telecommunication standardization Sector
- (注2) Institute of Electrical and Electronics Engineers
- (注3) Internet Engineering Task Force
- (注4) World Wide Web Consortium



スマートで安心な社会を実現する要素技術群

スマートで安心な社会の実現とは、言い換えればエネルギーの賢い利用による持続可能な社会の実現と、人々が安心に暮らせる社会の実現と言える。これらの実現には、近年注目度が高まっているM2M通信技術をベースとしたエネルギー供給システムと需要家間の通信、及びデジタル化と高解像度化が進む映像監視技術が重要な役割を担う。

## 1. ま え が き

スマートグリッド、スマートコミュニティ、スマートハウス、スマートメータ等、世の中はスマートブームと言えるほど様々なモノや仕組みが“スマート”になろうとしている。これらの“スマート”が何を意味するかは種々考えられるが、多くの場合“通信機能を持つ”という意味を含んでいる。スマート社会では、この通信機能を介して多種多様な機器やシステムがつながることになる。そのため、本稿ではまずスマート社会の実現に不可欠な通信技術の標準化動向について述べる。次に、スマート社会の実現と並ぶ社会的ニーズとして、“安心な社会の実現”をとりあげる。“安心”には、防犯、防災など、様々な面が考えられるが、本稿では、安心な社会の実現に向けた映像監視に関する技術開発の動向と当社の取組み状況について述べる。

## 2. スマート社会を実現する通信技術の動向

### 2.1 概 論

ビッグデータと呼ばれる大量の情報は、スマート社会の実現に不可欠な要素の一つである。このような大量の情報の発生源は、主に各種のセンサや機器(以下“デバイス”という。)である。スマート社会の実現には、これらのデバイスから情報を収集し、収集したデータを分析して人に分かりやすい形で見える化したり、分析結果に基づいて機器を制御するM2MやIoT(Internet of Things)と呼ばれるシステムが必要となる。図1に、M2Mシステムの構成を示す。

ここで、M2Mエリアネットワークは、広域網に直接つ

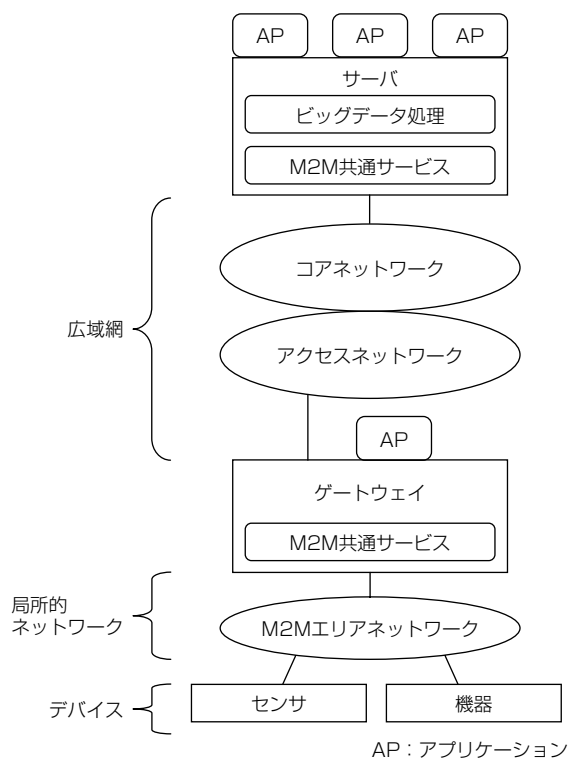


図1. M2Mシステムの構成

なげられないデバイスをゲートウェイに接続する局所的なネットワークのことである。M2Mエリアネットワークでは、データリンク層以下の通信プロトコルはITU-TやIEEEで、ネットワーク層以上の通信プロトコルはIETFやW3Cで各々標準化が行われている。

ゲートウェイは、デバイスとサーバをつなげるための通信プロトコル変換や機器管理の機能を提供し、M2Mサービスを実現するアプリケーションも実行可能である。M2M共通サービスは、アクセス制御などM2Mシステムに必要な共通機能を提供するプラットフォームであり、インタフェースプロトコルの標準化がoneM2Mなどの標準化団体で行われている。

アクセスネットワークについては、多数のデバイスを効率的に収容するための通信方式の標準化が3GPP(3rd Generation Partnership Project)やIEEEで行われている。さらにコアネットワークについては、多数のデバイスから生じる大容量トラフィックを低遅延で転送可能な光伝送方式の開発が進められている。

今後、スマート社会を実現するサービスのトライアル実施や実サービス運用を行う中で得られた知見に基づき、運用性向上などM2Mシステムの普及に必要な技術開発や、標準化・社会制度整備が進むことが期待される。

### 2.2 M2Mエリアネットワーク例としての宅内通信技術

近年、情報技術を活用した再生可能エネルギーの導入推進や、省エネルギー推進を含む地域サービスと地域社会の活性化等、“スマートコミュニティ”や“スマートシステム”などの概念に基づく新しい街づくりを志向する取組みが増えている。このような中、日本国内では経済産業省が、スマートグリッドやスマートハウスの実現時に活用されることを想定してHEMSと住宅内機器を接続する標準通信インタフェースとしてECHONET Lite<sup>(注5)</sup>を推奨した(2012年2月)。また、TTC(一般社団法人情報通信技術委員会)の次世代ホームネットワークシステム専門委員会では、ECHONET Lite規格の下位層通信インタフェース実装ガイドラインとして、TTC技術レポート(TR-1043)を制定し、920MHz特定小電力無線や無線LAN、PLC(Power Line Communication)等をHEMSにおける公知な通信手段として示した。

このように、HEMSと住宅内機器を相互に接続する無線通信技術や通信プロトコルは実用化されつつあり、各ベンダーから電力見える化を実現するための実証実験や製品が多数発表されている。なお、現状では、ベンダー指定の装置をそろえることによって宅内のネットワークを実現する方法が主流である。しかし今後は、相互接続検証などによって様々な物と物の接続が可能になり、多様なサービスが創出されることが期待されている。

(注5) ECHONET Liteは、エコーネットコンソーシアムの登録商標である。

### 2.3 ゲートウェイ技術

M2Mシステム構成デバイスには、広域通信機能を持つスマートフォンや、シリアルインタフェースしか持たないセンサなど、様々なものが存在する。多様なデバイスをサーバに接続する方法には、次の2種類が存在する。

- (1) 携帯電話通信モジュールなどを利用し、デバイスを直接広域網に接続
- (2) デバイスはM2Mエリアネットワーク経由でゲートウェイに接続し、ゲートウェイが広域網に接続

ここでは後者が必要となるゲートウェイについて述べる。ゲートウェイは、サーバとデバイス間のセキュアな通信を確保するとともに、デバイスの種類や能力に応じて無線などの通信手段を使い分け、デバイスからのデータ収集を効率よく行うとともに、収集データの一時的な蓄積と通信プロトコルやデータ変換を行う。また、接続する多数のデバイス及びゲートウェイ自身のメンテナンスや機能追加のため、ソフトウェア更新や拠点内ネットワークの保守機能を提供する。ゲートウェイに必要な技術として、デバイス管理技術、安全なソフトウェア実行環境、センサデータ一次処理技術、高信頼化技術、省電力技術、給電技術(エネルギーハーベスティング、ワイヤレス給電)が挙げられる。デバイス管理に関する標準として、BBF(Broadband Forum)が固定系通信機器を中心とする機器の管理のために策定したTR-069や、OMA(Open Mobile Alliance)がモバイル系端末を中心とする機器の管理のために策定したOMA-DM(Device Management)が存在する。ソフトウェアの更新や安全なソフトウェア実行環境に関する標準として、OSGi(Open Service Gateway initiative) Allianceが策定したOSGiフレームワークが存在する。

## 3. 安心な社会を実現する映像監視技術の動向

### 3.1 概 論

映像監視が利用される分野は、防犯、防災、事故防止、マーケティング、品質管理、工場などでの生産性向上等、多岐にわたる。中でも防犯を目的とした監視カメラは、先進国だけでなく新興国でも普及が進み市場の拡大も著しい。このような市場動向を受けて、特に高解像度化が進むデジタル監視カメラについて、画質改善、画像認識、画像符号化、画像蓄積クラウド、蓄積画像応用等を中心とした技術開発が活発に進められている。そこでこの章では、デジタル監視カメラに関する当社の取組みについて述べる。

### 3.2 画質改善技術

画質改善を実現する技術として3つの技術を開発した。

#### 3.2.1 ノイズ低減技術

カメラ映像のノイズを除去できれば、低照度でも映像のざらつきを解消しクリアで視認性の高い映像を実現できる。当社では、解像度を落とさずにノイズを低減できる画像の

ノイズ低減技術を開発した。

今回開発した方式では、輝度変化が大きいノイズについては強く振幅を低減し、輝度変化が小さいノイズについては弱く低減する制御を行っている。これによってノイズを低減する一方、毛髪のような細かい被写体の解像度特性を保持した画質が得られる。この技術によって、画像のノイズを従来比で20%以上低減し、暗い場所でも明るい屋外と同様に鮮明な画像を撮影可能なカメラが実現できる。特に薄暗い通路や非常階段など、低照度の撮影環境で効果を発揮する。図2にノイズ低減技術の効果を示す。

#### 3.2.2 高感度化技術

夜間や、消灯後のフロアのような低照度環境では、真っ暗で被写体が視認できなかつたり、被写体がノイズに埋もれていたり、また長時間露光モードに入ることによって動きのある被写体がぼやけたり、残像が生じたりする。このような低照度環境向けに、当社では感度性能を8倍まで向上できる高感度化技術を開発した。

一般に感度向上は信号レベルを上げるため増幅処理を行う。しかし有意な信号と同時にノイズも増幅するため感度上昇に伴い画質が低下する。今回開発した方式は、近傍画



(a) ノイズ低減処理非適用



(b) ノイズ低減処理適用

図2. ノイズ低減技術の効果

素間の相関特性を用いて有意な信号とノイズを分離し、有意な信号だけ増幅することでノイズの少ない高感度画像を実現している。

これによって、従来方式で発生していた動きに対する残像やぶれを発生させず、動きに強いクリアな映像が得られるようになった。また、従来の1/8の明るさまで撮影が可能な高感度カメラの実現や、電子シャッター時間を1/8まで短く抑えることでぶれの少ない撮影も可能となる。図3に高感度化技術の効果を示す。

### 3.2.3 ダイナミックレンジ拡大技術

店舗など建物の出入口を監視するような場合、日差しの強い屋外と、暗い屋内を同じ画面内に含んで撮像することから屋外の被写体が白飛びしたり、屋内の被写体が黒潰れしたりする。当社では、このような広い撮像照度範囲向けのダイナミックレンジ拡大技術の開発を進めている。

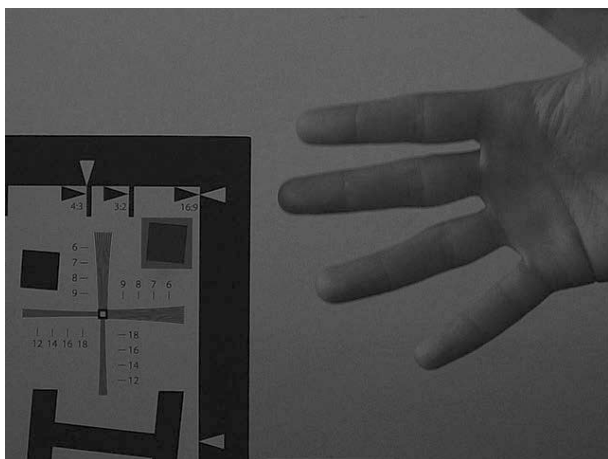
今回開発した方式は、それぞれ照度の異なる被写体や背景、周囲の画像データを分析することで、最適画質を自動設定する。これによって明暗差の大きな逆光映像をより自然でくっきりとした映像に補正する。図4にダイナミックレンジ拡大技術の効果を示す。

### 3.3 画像認識技術

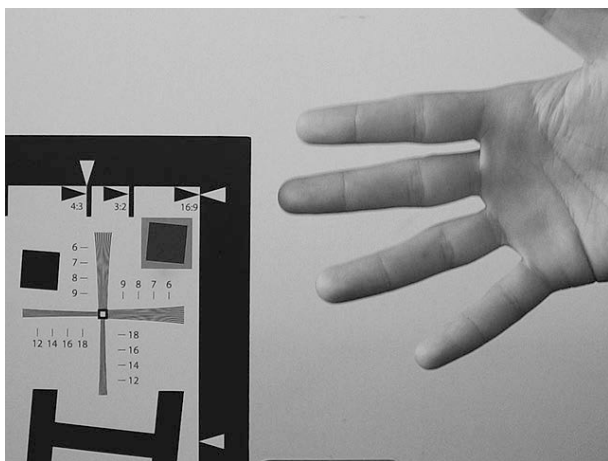
監視映像のニーズが“見る・録る”から“活用する”へ変化中、映像中の人物検出・追跡技術が注目を集めている。人物にモザイクをかけて個人情報に配慮しつつ、人物動線を追跡・分析することで、流通店舗におけるマーケティングデータや、工場における生産性向上・安全管理、公共空間における特定行動検知といった様々な活用が可能になると考えられる。これらの映像活用に不可欠な基本技術が、映像の中から人や物などの対象物を検出する技術とその対象物を追跡する技術であり、近年の計算機能力向上とともに様々な手法が提案、実用化されている。

当社では、視野を共有する複数カメラを用いて、三次元空間における人物を実時間追跡する技術を開発した。カメラを用いた人物追跡では、人物の見え方の変化や照明変動などの問題に対応する必要があるが、これらの問題に頑健かつ高精度な追跡を実現している。

また、検出された複数人物の動線データ群から行動パターンを自動的に分類したり、逸脱行動人物を自動検出する技術を開発した。この技術は、逸脱行動人物を検出する際に逸脱行動に関する特徴量及び環境情報の事前定義が不要



(a) 高感度化処理非適用



(b) 高感度化処理適用

図3. 高感度化技術の効果



(a) ダイナミックレンジ拡大処理非適用



(b) ダイナミックレンジ拡大処理適用

図4. ダイナミックレンジ拡大技術の効果

であるため、オペレータの技量・経験に依存しないという特長を持つ<sup>(1)</sup>。

### 3.4 画像符号化技術

映像監視システムのデジタル化進展に伴い、監視映像の高画質化と長時間記録の観点で画像符号化技術に対する期待が高まっている。放送・DVDなどに用いられるMPEG-2 (Moving Picture Experts Group phase 2)の2倍の圧縮性能を持つ国際規格MPEG-4 AVC(Advanced Video Coding)/H.264は、監視映像のフルHD(High Definition)化を支えている。当社は、放送素材伝送用コーデック・LSI開発<sup>(2)</sup>で培った高画質符号化技術を活用し、映像監視システムの高画質化を進めている。また2013年1月に標準化が完了したHEVC(High Efficiency Video Coding)/H.265は、4Kなどの超高精細映像の伝送・記録を可能にする技術で、次世代の映像サービス・システムへの適用を見据えて、業界に先駆けた実用化開発を進めている<sup>(3)</sup>。HEVC/H.265は、既存システムでも方式変換によって伝送・記録効率を高めるニーズがあるほか、狭帯域での遠隔配信、映像のクラウド化の流れを想定する上でも、将来の映像監視システムで重要な技術となる。引き続き映像監視システム高度化に向けた開発を進める。

### 3.5 画像蓄積技術

現在の一般的な映像監視システムは、監視先にカメラ、モニタ、レコーダを設置するローカル監視が主流である。しかし、ネットワークの高速化と常時接続コストの低廉化に伴い、今後はカメラの近くに設置されたレコーダで映像を蓄積するのではなく、映像記録機能をネットワーク上のサービスとして提供する遠隔蓄積の形態が増加すると予想される。しかし一方で、ネットワーク帯域などのリソース不足が発生すると遠隔映像蓄積では映像ストリームの取りこぼしが起こる可能性がある。そのため、遠隔蓄積であっても高信頼な映像記録機能を実現するために、カメラ台数に合わせたネットワークの帯域調整など、各種のリソース競合を低減するスループット制限方式や監視規模に合わせた最適なりソース割当て方式の検討、及び開発を進めている<sup>(4)</sup>。

### 3.6 映像活用の広がり

セキュリティ意識の高まりという社会的背景の下、映像監視技術は主として安心な社会を実現するための技術として発展してきた。しかし現在では、防犯・防災のために開発された技術や製品を他の分野でも活用しようとする動き

が広がっている。

例えば先に述べた人物追跡技術を用いて、流通店舗におけるマーケティングに活用したり、監視カメラと映像レコーダを工場の生産自動化ラインに導入し、生産ラインで発生するトラブルの原因解析や、ヒューマンエラーの分析に活用するシステムの開発も進めている<sup>(5)</sup>。

一方、安心な社会を実現するための映像監視という視点でも、今後、これまでになかった新たな動きが発生すると予想している。例えば、スマートフォンに内蔵されているカメラやアクションカメラに代表されるウェアラブル機器としてのカメラなど、個人がエンターテインメントのために持っているカメラの映像情報をクラウドなどに集約し、その映像を防犯・防災目的にも活用するという流れなどが考えられる。このような映像活用は、2013年に発生したボストンマラソン爆破事件の犯人捜査でも行われており、今後、より一層広がるものと予想される。

## 4. む す び

スマートで安心な社会の実現に向けた通信関連技術の標準化動向、及び映像監視技術の開発動向について、当社における取組みを交えつつ述べた。具体的な取組みの詳細については、この特集号の各論文を参照願いたい。

持続的に発展可能な社会の実現、また安心に暮らせる社会の実現は万人の願いであり、当社は今後もスマートで安心な社会の実現を目指した研究開発を進めていく。

## 参 考 文 献

- (1) 鈴木直彦, ほか: 人物動線データ群における逸脱行動人物検出及び行動パターン分類, 電子情報通信学会論文誌.D, **J91-D**, No.6, 1550~1560 (2008)
- (2) 本山信明, ほか: H.264/AVC High422P@L4.1対応1チップHDTVエンコーダLSIの開発, 映像情報メディア学会誌, **63**, No.12, 1860~1867 (2009)
- (3) 井對貴之, ほか: HEVC方式によるSHVリアルタイムエンコーダの開発, 映像情報メディア学会年次大会講演予稿集, 18-2 (2013)
- (4) 砂金 豊, ほか: 仮想映像監視レコーダの検討, 電子情報通信学会総合大会講演論文集\_情報システム (2), 79 (2011)
- (5) 奥村誠司, ほか: 生産現場見える化ソリューション, 三菱電機技報, **87**, No.6, 365~368 (2013)