

巻頭論文

通信技術を活用した映像監視システム



山中秀昭*



浅井光太郎**

Video Surveillance Systems with Network Solutions

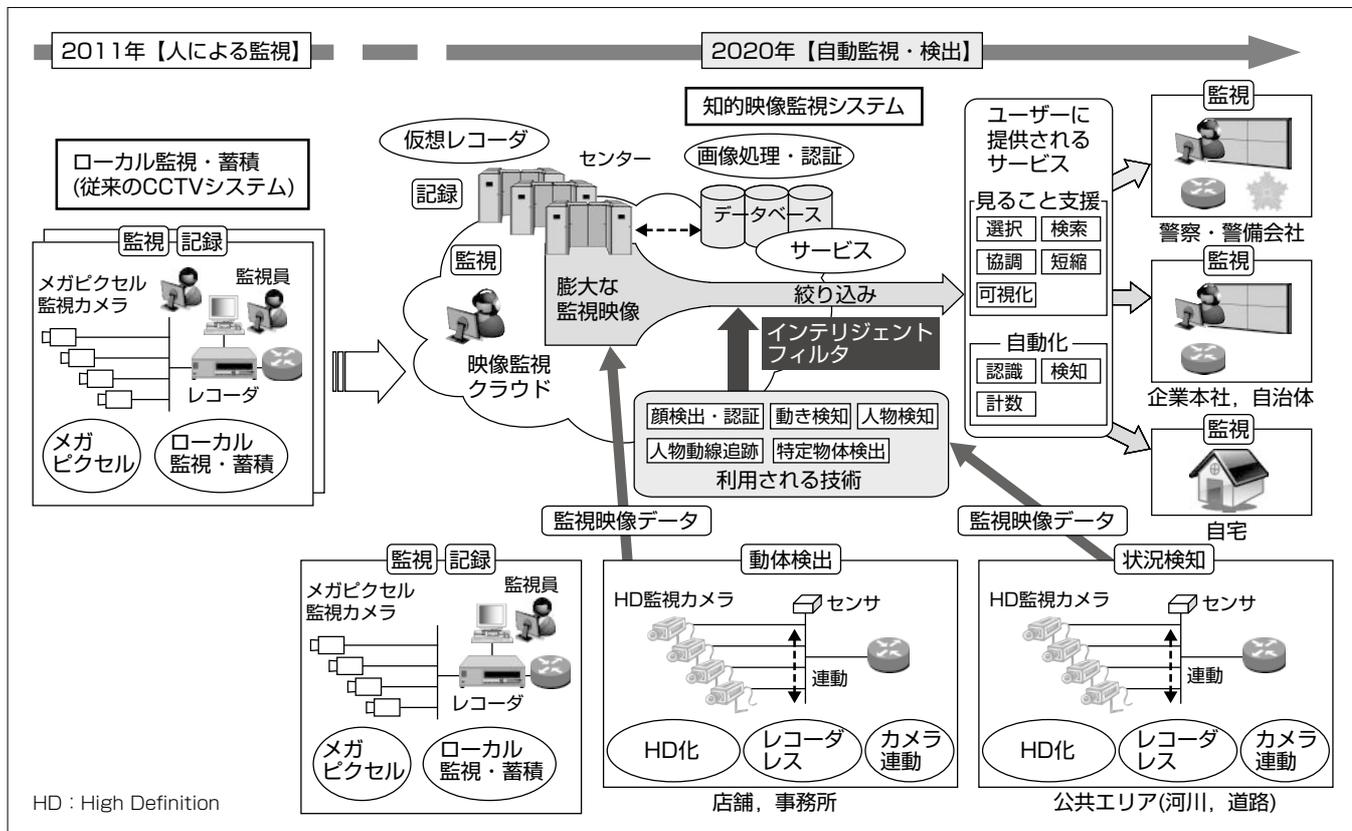
Hideaki Yamanaka, Kotaro Asai

要 旨

スマートフォンの普及で、無線アクセス分野では、LTE (Long Term Evolution)の展開によって下り方向最大100Mbpsクラスのワイヤレスブロードバンドの発展が見られた。今後LTE-Advancedでは最大1 Gbpsのスループットが実現する見込みである。国内ではFTTH(Fiber To The Home)の普及で、1 Gbpsクラスのアクセスサービスが広く浸透しており、10Gbpsのアクセスシステムも実用段階に入っている。これらの伝送技術の発達やアクセスサービスの普及によって、以前は送信が困難であった映像データも遠く離れた場所に、いつでも安価に届けられるようになり、映像監視(CCTV(Closed Circuit Television))システムにも大きな変化(アナログからデジタル)を促した。コンビニなどの店舗では、犯罪抑止だけでなく顧客の来店状況や商品陳列棚の状況、バックヤードや倉庫などの状況

をモニタリング、録画することによって、顧客とのトラブル発生時の早期解決を始め、従業員教育によるサービス改善などに加え、マーケティング面でも活用されるようになってきた。大規模ビルでは、パソコンや専用装置でカメラ映像の画像処理を行い入館・退館の人数をカウントするシステムや、フロアの混雑監視システム、不審物検知システム等、目視による監視用途以外にも使用され始めている。

今後、ネットワークの進化とCCTVシステムのデジタル化によって、VSaaS(Video Surveillance as a Service)が普及し、蓄積・配信の機能がネットワークサービスとして提供されるようになる。更には、映像分析技術の進歩によって、画像から得られるコンサルティング情報の提供も重要なメニューとなる。



今後の映像監視システム

今後の映像監視 (CCTV) システムは、ネットワーク化によって多地点分散型システムとなり、ストレージやシステム制御のクラウド化が進む。演算能力の高いサーバから得られる映像分析データがそれぞれのユーザーに適した形式で提供されることで、ソリューション提供サービスが普及する。

1. ま え が き

安全・安心に対する意識が高まる社会環境の中、行政レベルでの安全で安心な街づくりや公共・民間施設での防犯・安全対策などが進められて、映像監視システムの利用が広がりを見せている。

三菱電機は、1954年に国産第1号の監視カメラ(炉内監視に利用)を製品化して以来、先進技術を取り込み、製品化やシステム化を推進し、約60年にわたって映像監視システムの製造と販売実績を重ね、多くの顧客に利用されてきた。製品シリーズもアナログカメラである“MELOOK”，“MELOOK Gシリーズ”を市場投入後、より暗いところを監視したいという市場要求に対応するため、高性能シリーズとして、“MELVISIONシリーズ”を投入した(図1)⁽¹⁾。

監視カメラの動向では、撮像デバイスが、白黒撮像管の時代からカラーCCD(Charge Coupled Device)，CMOSセンサへと移り変わり、多画素化が進んだ。それに合わせて、解像度は高精細になり、NTSCの解像度からSXVGA(Super eXtended Video Graphics Array)，HD(High Definition)へと変化している。信号もアナログからデジタルになり、デジタル映像信号を伝送するために高能率符号化技術を利用するようになった。

デジタル化の利点は、高解像度化が可能になったことだけでなく、映像符号化での圧縮の性能向上とハードディスク低価格化に伴い、長時間で高画質での映像記録が可能になったことである。世界市場の需要規模では、アナログ監視カメラが横ばいであるのに対して、デジタル監視カメラは年率約25%で伸長している(図2)。

当社は、高能率符号化技術の発達で市場がデジタルに移行していくことに対して、ネットワークカメラのシリーズ

である“Digital MELOOKシリーズ”を開発し、更に高画素化の市場要求を取り込んだ“MELOOK μシリーズ⁽²⁾”とその後継の“MELOOK μ IIシリーズ(小規模監視)⁽³⁾”，“MELOOK DGシリーズ(大規模監視)⁽⁴⁾”を販売した。また、既存のアナログCCTVシステムが使用していた同軸ケーブルをそのまま利用して高画質なデジタルCCTVシステムの構築を可能とする“MELOOK μ+シリーズ⁽⁵⁾”を開発した。これによって、新たにデジタルCCTVシステム用のLANケーブルを敷設する必要がなく、既設の同軸ケーブルの利用によって低コストで高性能・高画質のデジタルCCTVシステムを構築することが可能となった。

今回、MELOOKシリーズの最新機種であり、最大32台のカメラを1台のレコーダに接続し、FULL-HD(1920×1080)サイズの高精細映像(H.264, 30fps)の表示及び記録・再生を可能とする“MELOOK 3シリーズ”を市場に投入する⁽⁶⁾。

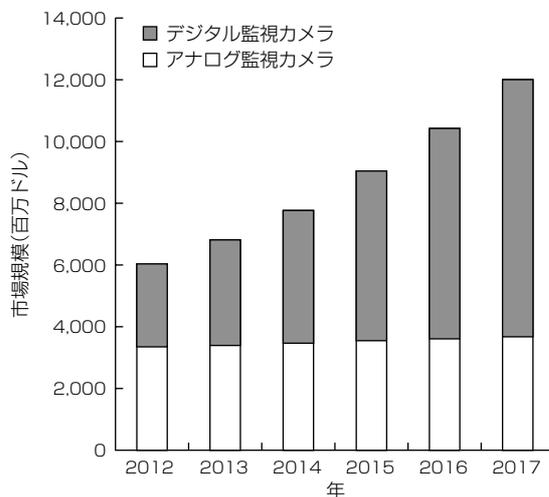
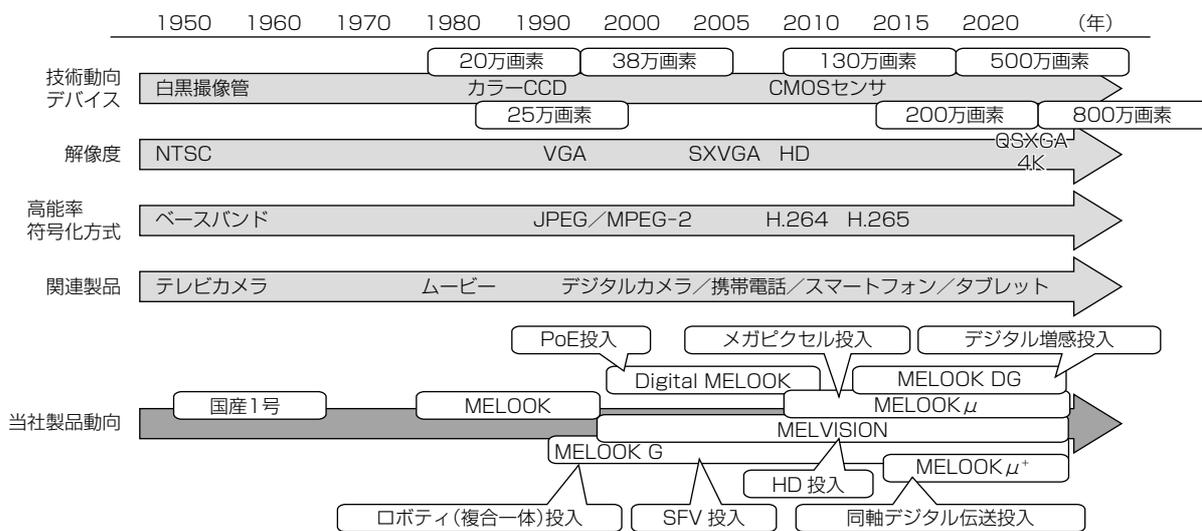


図2. 世界市場のアナログとデジタル監視カメラの推移



CMOS : Complementary Metal Oxide Semiconductor, JPEG : Joint Photographic Experts Group, MPEG-2 : Moving Picture Experts Group phase 2, NTSC : National Television System Committee, PoE : Power over Ethernet, QSXGA : Quad Super eXtended Graphics Array, SFV : Super Fine View

図1. CCTVの技術と製品動向

2. ネットワークの進展

インターネットユーザーの伸びは世界的で、特に近年では中所得国での伸びが大きく、全ユーザーの約半数が中所得国の居住者で占められるに至っている(図3)⁷⁾。

モバイルインターネットの基盤となるスマートフォンについても普及が進んでおり、2013年における世界出荷台数は前年比38.4%増の10億420万台で、年間出荷台数が初めて10億台を超えるとともに、同年の携帯電話全体に占めるスマートフォンの割合が通年で初めて5割を超えた。

スマートフォンの普及によって、SNS(Social Networking Service)や動画視聴、Eコマースなどのサービス利用が進んでいる。それを支える無線アクセス分野では、3.9GすなわちLTEの展開によって下り方向最大100Mbpsクラスのワイヤレスブロードバンドの発展が見られた。今後、LTE-Advancedでは最大1 Gbpsのスループットが実現される見込みである。

一方、国内ではFTTHの普及で、既に1 Gbpsクラスのアクセスサービスが広く浸透している。更には10Gbpsのアクセスシステムも実用段階に入っている。

このように、伝送技術の発達やアクセスサービスの普及によって、以前は送信することが困難であった映像データも遠く離れた場所に、いつでも安価に届けることができるようになった⁸⁾。映像監視システムは、古くは監視カメラ+モニタという閉じたシステムで構成されたことから、放送用テレビ網のオープンサーキット(広範囲)に対してCCTV(Closed Circuit Television)システムと呼ばれたが、もはや“Closed”ではなくなった。現在では、監視カメラの映像や音声も遠く離れた場所まで伝送する伝送システム、伝送された映像や音声を記録するレコーダ、遠隔から監視カメラを操作する制御卓を含む大規模なシステムにまで拡張されている。

3. 映像監視システム形態と映像技術の進化

3.1 システム形態の進化

ここ数年での映像監視(CCTV)システムにおける最大の変化は、アナログからデジタルへの移行である。CCTVシステムのデジタル化によって、(1)高解像度化、(2)長時間記録、(3)大規模化の3つの恩恵をもたらした。

(1) 高解像度化

NTSC/PAL(Phase Alternating Line)等のアナログ映像伝送方式の制限から解放され、CCD/CMOS等の撮像素子は高解像度化が進んでいる。アナログ相当の0.3Mピクセルに始まり、メガピクセル(1M、1.3Mピクセル)の時代を経て、現在、CCTVカメラの解像度はフルハイビジョン(2Mピクセル)がメインストリームに据えられるようになった。解像度の拡大は継続しており5~8Mピクセルのセンサを搭載するカメラも市場投入されつつある。

高解像度化は画像解析(Video Content Analysis: VCA)の性能向上にも寄与する。顔認証やオブジェクト認識、行動解析等にはより精細な映像が必要であったが、CCTVカメラの高解像度化はこれを後押しする。

一方で、高解像度のセンサや、解像度に見合う光学系(レンズ)はまだ高価であり、高解像度のデジタル映像信号を処理するプロセッサに要求される性能とも相まって、高解像度カメラは高価格となる。民生用途では次世代デジタル放送として4K/8K規格が推進されており、対応する解像度は8M/32M相当である。民生用テレビとして4K/8Kが普及することは、表示や撮像デバイスが安価に入手可能になることを意味し、CCTV市場での活用も進み、安価で高解像度なCCTVシステム普及にもつながる。

(2) 長時間記録

デジタル化された映像信号は、1990年代から急速な進歩

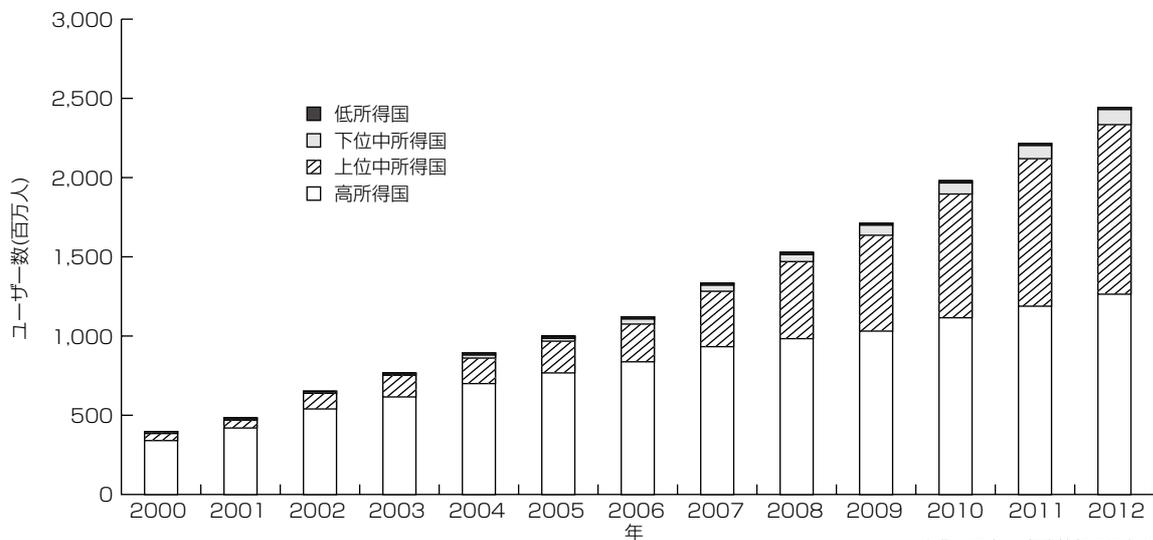


図3. 世界のインターネットユーザー数の推移

出典：平成26年度情報通信白書

を果たしたデジタル映像圧縮技術を利用することで大幅なデータ圧縮が可能となった。記録媒体が一定容量であれば、データ圧縮は映像の長時間記録に直結する。

デジタルカメラ等で多用されているJPEGに始まり、時間軸相関を活用する方式としてはMPEG-2(1994)、MPEG-4(1999)、H.264(2003)と約10年でほぼ2倍の圧縮率を達成してきた。更に2013年に策定を終えたH.265ではH.264の2倍の圧縮性能を達成している。

現在、デジタルCCTVシステムでは、H.264の利用が主流であるが、最新の圧縮方式であるH.265適用によって更なる長時間記録への期待がある。H.265は次世代デジタル放送(4K/8K)での適用が想定されており、ここでも民生機器の普及からCCTV市場への活用が期待できる。

データ記録媒体はアナログ時代に利用された磁気テープから、データアクセス性が高く、ビット単価が急激に低下したHDD(Hard Disk Drive)にほぼ完全に移行している。大容量化したHDDとデータ圧縮技術によって年単位での映像記録も現実のものとなってきている。

(3) 大規模化

CCTVシステムのデジタル化は、伝送方式をアナログ伝送からIP(Internet Protocol)ネットワークに移行した。IPネットワークが利用可能になることで、柔軟なシステム構成と大規模化が可能になった。

アナログシステムでは、カメラ数に比例した配線が必要であり、多カメラシステムや遠方監視が困難であった。IPネットワークへの移行によって、既に普及しているネットワーク機器を活用することで、多カメラシステムや長距離映像伝送も容易に実現可能となった。

IPネットワーク移行は、CCTVシステム規模拡大のみならず、新たな映像関連サービスの創出も果たしている。代表的な例として、映像クラウド(VSaaS)がある。

VSaaSは、従来の映像監視システムの一部をネットワークサービスに預けるものである。具体的には映像レコーダが担っていた蓄積・配信の機能をネットワークサービスとして実施する。サービス利用者側の利点は、カメラをネットワークに接続するだけで映像監視が実現できることである(図4)。

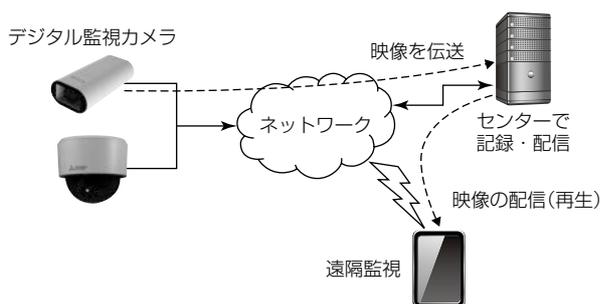


図4. VSaaSの構成

4. 映像情報活用による進化

映像情報活用の進化として、顔認証や河川の状態検知など映像分析・認識技術の適用拡大が知られている(図5)。

スーパーやコンビニなどの店舗では、万引きなどの犯罪抑止を目的に映像記録が行われてきた。最近では犯罪抑止だけでなく顧客の来店状況や商品陳列棚の状況、バックヤードや倉庫などの状況をモニタリングして録画することによって、顧客とのトラブル発生時の早期解決を始め、従業員教育によるサービス改善などに加え、マーケティング面でも活用されるようになってきた。また、近年のネットワーク型監視システムでは、複数店舗を経営するオーナーが自宅から各店舗の状況を把握できるようになり、経営の一助となっている。

マンションではエントランスやエレベーターカゴ内、建物周辺や駐車場・駐輪場にカメラが設置され、犯罪抑止に使用されることが一般的である。ストーカー、空き巣、駐車場・駐輪場での車・自転車へのいたづらや盗難防止、迷惑行為防止などの犯罪抑止である。最近では、エレベーターカゴ内での事件事故発生時の状況確認、ゴミ出しなどの住民のマナーの向上、他所からのゴミの持込み抑止、法令や条例違反となる不法投棄の抑止などに役立っている。

オフィス・商用などの大規模ビルでは、フロア数が多く監視エリアが広いことやエントランス、ホール、地下街、ビル外周等の監視対象が多いことから設置運用するカメラの台数が多い。これらのカメラ映像は、ビル設備を管理する防災センターでの24時間一括監視が求められる一方、ビルの駐車場管理室での映像監視等、複数拠点での監視業務に使用されている。最近では、火災報知設備との連動機能、入退室システムとの連動機能⁽⁹⁾等、監視カメラシステムとビル設備との連動による監視業務の効率化と高機能が求められ、防災センターでの一括監視業務に役立っている。加えてパソコンや専用装置で監視カメラの映像画像処理を行って入館・退館の人数をカウントするシステムや、フロアの混雑具合を監視するシステム、不審物の滞留を自動で



図5. 河川の水位を画像から検知する事例



図6. 店舗向けの顧客の動線分析ツール

検出する不審物検知システム等があり、目視による監視用途以外にも使用され始めている。

マーケティングへの適用では、店舗を訪れる人々の属性、動線、商品を見たり手に取ったりする行為の分析から、商品の仕入れや配置、欠品補充、案内表示の改善につなげて売上げを向上させることへの期待がある(図6)。

一方、工場などの生産管理への適用では、ラインを流れる機器や作業者の動きから、製造効率の要因分析、又は不具合発生原因の追跡を行って効率を向上させることへの期待がある。

これらの活用例では、販売管理や生産管理のシステムにおけるIT化が進行し、監視カメラが他のセンサとともに組み込まれることが想定される。監視カメラには拡張性や柔軟なインターフェースが求められ、防犯・防災以外の用途へカメラを進化させるための検討が必要となっている。

ここまで述べてきたように映像分析・認識技術は、監視システムの新たな機能になりつつあるが、更に大規模なシステム連携や分析を行うためには、情報をサーバに集めて分析する手法が有効な手段となる。演算能力の高いサーバに映像分析や認識技術を導入することによって、監視システムは、より強固なものとなる。例えば、映像内の変化点(速度・形・色・大きさ)を抽出して、対象物や重要性を判断し発報処理を行うことや、近隣で発生した事件の犯人の顔写真を即座に各拠点に転送することが可能となる。

また、防犯目的のみならず、映像から顧客の嗜好(しこう)や行動を観察してビジネスやマーケティングに活用するビデオ監視サービスも欧米を中心に取組みが加速されている。1拠点だけでは分かりにくい傾向をセンターで集中して分析することで精度が向上するだけでなく、コストも抑えられる。

サービスプロバイダが映像の記録・閲覧サービスをエンドユーザーに提供するVSaaSでは、今後、映像分析結果や得られるコンサルティング情報の提供も重要なメニューとなる。これは、ソリューション化が要求される監視システムビジネスの1つの方向と考える。

5. むすび

当社における映像監視システム開発と製品の動向を説明し、今後の展望を述べた。今後の映像監視システムは、ネットワーク化によって多地点分散型システムとなり、ストレージやシステム制御のクラウド化が進む。演算能力の高いサーバから得られる映像分析データがそれぞれのユーザーに適した形式で提供されることで、ソリューション提供サービスが普及する。今後とも、安心・安全かつ高効率な社会に貢献する映像監視機器及びシステムの開発を行う所存である。

参考文献

- (1) 山中秀昭：CCTV監視システム技術の変遷と今後の展望，三菱電機技報，**88**，No.9，572～575（2014）
- (2) 上田智弘，ほか：三菱デジタルCCTVシステム“MELOOK μ”，三菱電機技報，**82**，No.9，557～560（2008）
- (3) 上田智弘，ほか：メルック μ II システム，三菱電機技報，**86**，No.6，331～334（2012）
- (4) 岡部正治，ほか：デジタルCCTVシステム，三菱電機技報，**85**，No.6，357～360（2011）
- (5) 寺内弘典，ほか：メルック μ+システム，三菱電機技報，**87**，No.5，285～288（2013）
- (6) 三菱電機ニュースリリース2015年2月25日：三菱デジタルCCTVシステム「MELOOK3」発売のお知らせ（2015）
<http://www.mitsubishielectric.co.jp/news/2015/0225.html>
- (7) 総務省：平成26年度版情報通信白書（2014）
<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h26/pdf/index.html>
- (8) 川村秀男，ほか：メルック μ II スマートフォン連携，三菱電機技報，**88**，No.6，375～378（2014）
- (9) 野口光一，ほか：“MELOOK μ”レコーダと“MEL SAFETY-P”の連携，三菱電機技報，**83**，No.9，531～534（2009）