

5Gによるネットワークカメラの新たな活用シーン

谷崎雄太*
Yuta Tanizaki
松本雅之*
Masayuki Matsumoto

New Usage Scenes of Network Cameras by 5G Networks

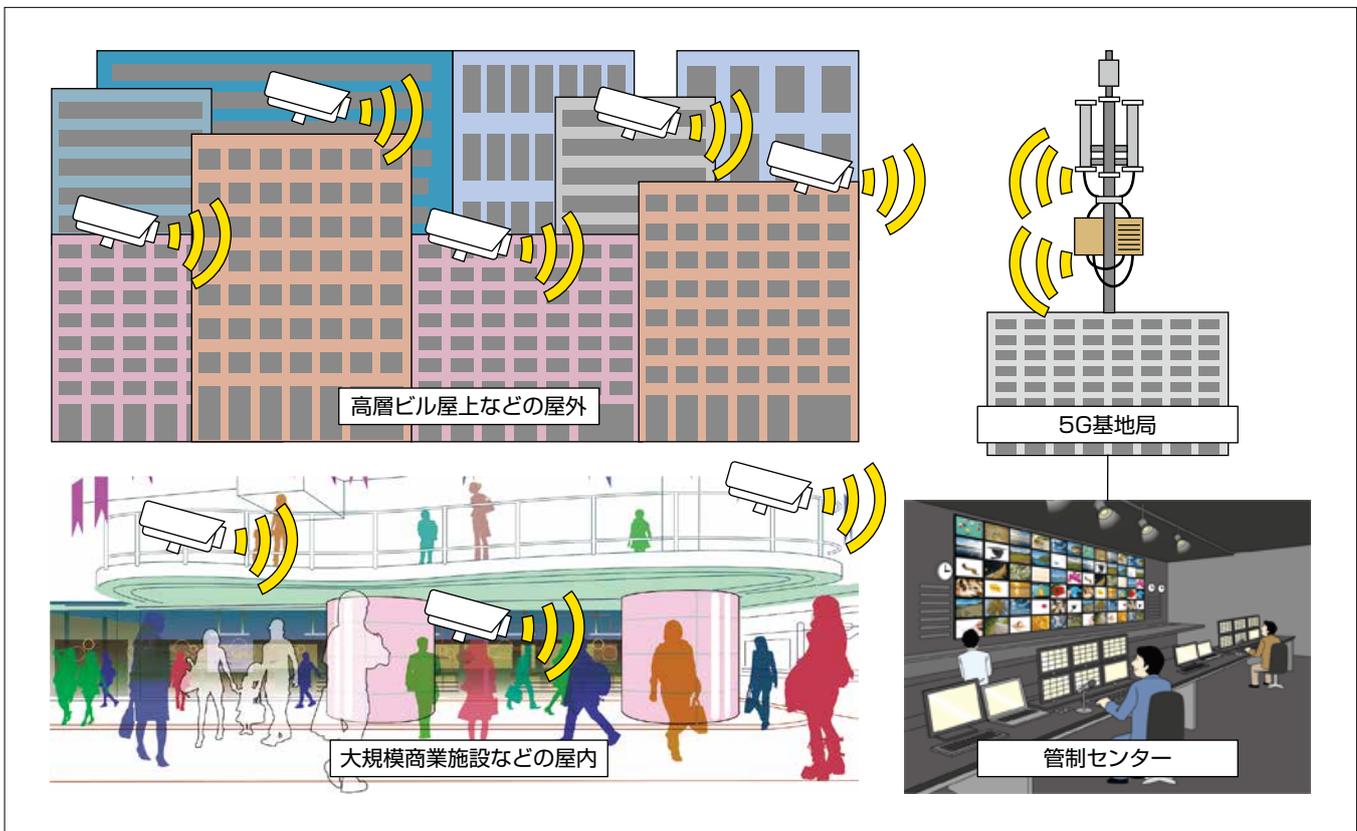
要旨

第5世代移動通信システム(5th Generation: 5G)は、来るAI(Artificial Intelligence)・IoT(Internet of Things)時代のICT(Information and Communication Technology)基盤として、大きな注目を集めている。特に、5Gの特長である超高速(最大伝送速度: 20Gbps)・低遅延(無線区間1ms以内)伝送は、4Gでは実現が困難とされていた自動運転・重機の遠隔操作等への応用が期待されている。また、5Gの超高速・低遅延伝送によって、無線でありながらも、有線に近い性能が期待できるため、様々な機器のケーブルレス化に向けた議論がなされている。

今回、三菱電機のネットワークカメラの伝送路を5Gで無線化することによる新たな活用シーンの実現に向けて(株)NTTドコモと共同で実証実験を行った。

実証実験では、ネットワークカメラの伝送路に5Gを適用した場合の、遅延やスループットによる映像表示への影響を評価するとともに、より5Gの特長を生かせると考えられる当社の俯瞰(ふかん)映像合成技術“Fairview(フェアリービュー)”を用いた検証も併せて実施した。その結果、5Gを適用した場合に、条件によるものの、8台以上のネットワークカメラの映像をアップリンクで伝送した際にも、映像損失が発生せず、従来の有線接続に限りなく近い映像品質の実現が可能であることが分かった。

今後は、5G商用環境での実証を継続して行うとともに、無線給電技術の併用による電源も含めた完全なケーブルレス化や、ネットワークカメラ以外の様々な当社製品と5Gを組み合わせた新たな可能性を検討していく。



5Gによるネットワークカメラの新たな活用シーン例

従来、ケーブル敷設の問題から設置が困難であった高層ビル等の屋外へのネットワークカメラ設置に関して、5Gによる無線化によって、画質や遅延といった映像品質を有線と同等に保ちながら、自由度の高い設置が可能になる。また、ショッピングモール等の屋内に関して、場所を選ばず自由度の高いカメラ設置が可能になることで、本来の防犯・監視用途以外にも、カメラ映像を人流解析に活用し、新たな付加価値の提供が可能になる。

1. ま え が き

第5世代移動通信システム(5G)は、来るAI・IoT時代のICT基盤として、大きな注目を集めている。特に、5Gの特長である超高速(最大伝送速度：20Gbps)・低遅延(無線区間1ms以内)伝送は、4Gでは実現が困難とされていた自動運転・重機の遠隔操作等への応用が期待されている。

また、5Gの超高速・低遅延伝送で、無線でありながらも、有線(光ファイバ等)に近い性能が期待できるため、様々な機器のケーブルレス化に向けた議論がされている。

本稿では、当社ネットワークカメラの伝送路を5Gによって無線化することで実現可能になる、新たな活用シーンを提案する。また、実現に向けた(株)NTTドコモとの共同実証の結果とともに、将来に向けた展望を述べる。

2. ネットワークカメラ技術動向

2.1 ネットワークカメラシステム

ネットワークカメラシステムとは、いわゆる監視カメラと呼ばれる防犯や安全対策を目的にしたカメラとその映像を記録する録画装置をネットワークで接続したシステムである。以前はアナログ方式が主流であったが、現在はデジタル方式が主流になっている。カメラから入力した高精細の映像を高効率の符号化方式で圧縮し、カメラと録画装置はIP(Internet Protocol)ネットワークで接続する。

当社ネットワークカメラの現在の主力製品は、2015年に発売した高画質・簡単操作が特長の“MELOOK3”である(図1)。

MELOOK3は業界初^(注1)のオールインワンタイプ“MELOOK μ ”の流れをくむ3機種目であり、ベーシックタイプ、アナログからの更新が可能な同軸タイプ、中大規模システム対応のマルチタイプの3タイプで構成している。カメラはフルHD(High Definition)(2K)・30コマ/秒の高画質・高精細の映像を、国際標準規格の高効率圧縮方式H.264で符号化し、録画装置ではカメラ映像をリアルタイ

ムで記録するとともに最大16画面×2モニタでの表示が可能である。

これまでの監視カメラは、犯罪や事故が起こった際の事後確認や、設置することによる牽制(けんせい)が目的であったが、映像の高画質化とネットワークへの接続によって、リアルタイムでの事象検出や遠隔地からの映像確認など、従来までの事後確認用途から、リアルタイムでの事象検出、さらには映像解析を用いた事前検知やビッグデータとしての活用など大きく変わろうとしている。

(注1) 2007年11月6日現在、当社調べ

2.2 新たな設置ニーズの高まり

映像の高画質化とともに、より広いエリアの撮像や死角をなくす目的で設置するカメラの需要も増加している。

大型ショッピングセンターなどでは1フロアに100台以上、店舗全体で400~500台にも上る。また、安全・防災面では、駅や道路など公共施設を中心にカメラの設置場所が増えている。複数のカメラ映像を確認する際には、

- (1) 1画面内にカメラ映像を複数表示するマルチ画面表示
- (2) 一定時間で別マルチ画面に切り替わるシーケンス表示の二つが一般的であるが、複数のカメラ映像の一つに異常が見つかったも、慣れた監視員でなければすぐにどの位置に設置されているカメラであるか判別するのは困難であり、対象が画角から外れると見逃す可能性も高い。

そのため、360度の視野角を持つ全方位カメラによる頭上からの映像を使った人物動線の混雑などの全体確認を行うケースが近年増えている。

2.3 Fairyviewの概要

全方位カメラの映像は、魚眼レンズによる撮像のため、カメラより遠方の周囲映像のひずみが大きく、また中央1点からの撮像のため、商品陳列棚など高さのある障害物による死角が生じるという欠点がある。また、より広い範囲を映すために4K/8K画質といった高解像化が進んでいるが、この映像を記録・表示する録画装置やパソコンには、より高い性能が求められるなど制約が多い。

これらの欠点や制約を踏まえて、当社は俯瞰映像合成技術Fairyviewを開発した(図2)。Fairyviewは、一般的なネットワークカメラ映像を合成することで俯瞰映像やパノラマ映像を生み出すことを目的とした技術である。映像合成には専用パソコンが必要になるが、それ以外は従来のネットワークカメラや録画装置が使用可能であり、MELOOK3マルチタイプのオプションとして2020年4月に製品化された。従来のネットワークカメラ映像を使用し、複数のカメラで撮像することから、ひずみと死角が少ない俯瞰映像を得ることが可能である。

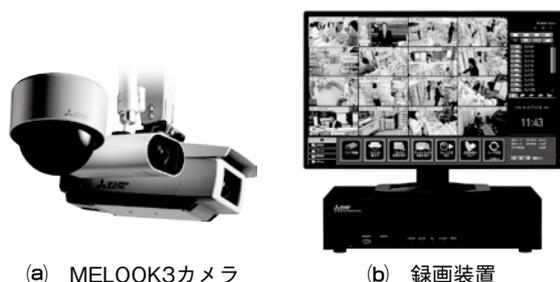


図1. MELOOK3ネットワークカメラシステムの機器

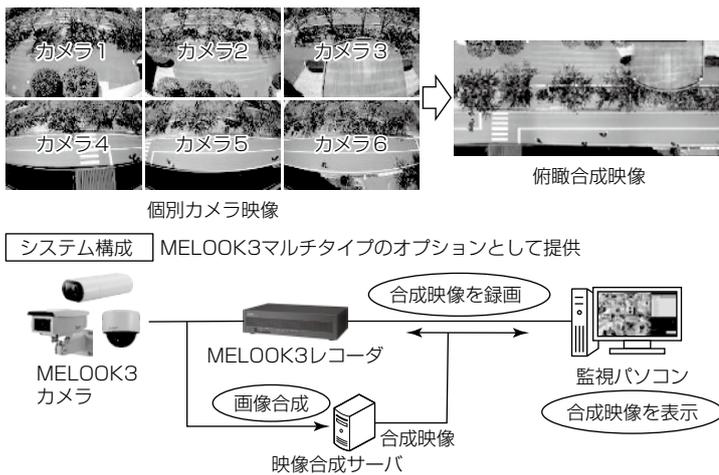


図2. Fairyviewの概要

製品版では、フルHD(2K)のカメラ映像を最大6台(12K相当)までリアルタイムで合成し、フルHD(2K)で出力することが可能である。また、機器性能の向上に伴って将来的にはより多くのカメラ映像の合成を行い、全方位カメラでは得られない、より広い画角での俯瞰映像のリアルタイム合成が実現見込みである。

2.4 ケーブルレス化による新たな活用シーン

Fairyviewの映像合成に用いるカメラの設置場所は、全方位カメラ同様に屋内・屋外どちらも高所が中心になる。高所へのカメラ設置は、ケーブルの長距離配線や高所での作業による工事期間やコストの増大が懸念され、以前から無線化のニーズが強かった。無線によるカメラ映像の配信は無線LAN(Wi-Fi^(注2))や、3G/LTE(Long Term Evolution)といった通信回線が利用されてきたが、安定的な接続性と高画質映像に必要な帯域の確保、そして利用コストに課題があり、Webカメラのような限定的な利用にとどまっている。

これらの課題をクリアできる無線ネットワークインフラがあれば、カメラの設置場所は制約を受けることが少なくなり、カメラの利用用途が飛躍的に広がることが予想される。Fairyviewでも、ビルの屋上や商業施設の壁面、道路脇の電柱の上などへの設置が容易になり、公共施設を中心に広域での活用シーンが増えることが期待され、3章で述べる5G/ローカル5Gはその最有力と考えられる。

(注2) Wi-Fiは、Wi-Fi Allianceの登録商標である。

2015年9月、国際電気通信連合の無線通信部門(ITU-R)が策定したIMT(International Mobile Telecommunications)ビジョン勧告の中で初めて5Gのコンセプトが発表され、通信速度や遅延についての主要能力を示すと同時に、①高速大容量、②高信頼・低遅延、③多数同時接続の三つの利用シナリオが5Gの技術性能要件として合意された。

また、5Gの国際標準化を進める団体である3GPP(Third Generation Partnership Project)も、IMTビジョン勧告を受けて、シナリオに則した仕様や要求条件をまとめ、VR(Virtual Reality)/AR(Augmented Reality)、遠隔医療、自動運転などの多岐にわたるユースケースを挙げるとともに、三つの利用シナリオを実現するために、5Gの性能目標を表1のように定めている⁽¹⁾。

これらの高い性能目標が実現されることによって、工場等に使用する、低遅延・高信頼が要求される通信回線の無線化に向けた議論も活発に行われている⁽²⁾。

しかし、表1は最終的な目標値であり、国内の通信事業者による5Gサービス開始時点(2020年春)での理論値は、おおよそDL(DownLoad):3Gbps, UL(UpLoad):200Mbps程度、遅延についてはLTEと大きな差がない見込みである。これは、5Gサービス開始時点ではLTEを5Gの制御用回線として利用するNSA(Non Stand Alone)構成であることが要因の一つとして挙げられる。今後、5Gだけの基地局で構成されるSA(Stand Alone)構成に移行し、8×8MIMO(Multiple Input Multiple Output)、256QAM(Quadrature Amplitude Modulation)の実装等によって、目標値へ近づいていく見込みである。

ただし、ネットワークカメラ1台当たりの伝送容量(UL回線)はフルHDで3Mbps程度、4K/8Kであっても数十Mbps程度と考えられ、設置台数等の条件にはよるものの、5Gサービス開始から間もない現時点であっても、十分に適用可能である。

3.2 ローカル5G

5Gには、通信事業者が提供する5Gネットワーク(以下“公衆5G”という。)とは別に、用途に応じて企業や自治体等が自らの建物・敷地内といった特定エリアで、個別に構

3. 5Gの技術動向

3.1 5G

5Gは、携帯電話等に用いられる第5世代移動通信システムの規格を指す。

表1. 5Gの性能目標

利用シナリオ	項目	目標値	
		DL	UL
高速大容量	伝送速度	20Gbps	10Gbps
	遅延	4.0ms	
高信頼・低遅延	遅延	0.5ms	
	信頼性	1×10 ⁻⁵	
多数同時接続	端末密度	100万台/km ²	

築・利用できるローカル5G^③と呼ばれる5Gネットワークが存在する。ローカル5Gの公衆5Gと比較した際の大きな利点として、

- (1) 5Gネットワークを自身で専有可能
 - (2) 自身の土地内であればエリアを柔軟に設定可能
- といった点が挙げられる。

まず、(1)について、公衆5Gを利用する場合はどうしても不特定多数のユーザーとネットワークを共有することになるため、トラフィック状況によるスループット等への影響を避けることができない。これは、機器の遠隔操作等、低遅延・高信頼が求められるような場合には、重要な課題になり得る。次に、(2)について、公衆5Gは、広くエリアカバーをすることが大きな目的であるため、屋内など、個々の場所によっては、圏外になり、利用不可になる場合も想定される。

ローカル5Gは、これらの問題に対して、公衆5Gでは実現が困難なケースに対しても、解決策になり得る。

ネットワークカメラへの5G適用についても、映像をリアルタイムで処理する必要がある場合や、ある敷地内だけでの運用を行う場合には、ローカル5Gが適しているケースも十分に想定される。

4. 実証実験

4.1 背景

当社と(株)NTTドコモは5Gネットワークを使ったビジネス協創に向けた検討を重ねており、その一環としてFairyviewを含むネットワークカメラの可能性に着目し、(株)NTTドコモのドコモ5Gオープンラボ^(注3) Yotsuyaで、商用環境と同等の5Gプレサービス環境(以下“5G(商用)”という。)を使ったネットワークカメラの各種動作検証を行ってきた。その成果は、ドコモオープンハウス2020^(注4)に出展するに至った。

出展に先立ち、当社と(株)NTTドコモは“俯瞰映像合成技術と5Gを活用した監視カメラサービスの実用化に向けた技術検証の連携協定締結”(2020年1月20日)と題した共同発表を行った。

(注3) ドコモ5Gオープンラボは、(株)NTTドコモの登録商標である。

4.2 実証構成と検証項目

実証実験で構築したシステムの構成を図3に示す。

今回、ネットワークカメラの伝送路として、

- (1) 有線(1000BASE-T)
- (2) LTE(商用)
- (3) 5G(商用)

の3種類を用いて比較検証を行った。LTE(商用)、5G(商用)ではアドレス解決のためVPN(Virtual Private Network)ルータを使用している。なお、この実験結果だけサービス開始後の検証値を含む。

検証項目として、表2に示す3項目に関して定量的な測定を行いつつ、映像のフリーズ・カクツキといった主観評価を行った。

映像確認の結果、5G(商用)でも、インターネット経由による遅延はあるものの、LTE(商用)と比較して改善されており、ネットワークカメラの伝送路として十分に適用可能であることを確認した。

4.3 Fairyviewの検証

4.2節での検証でも確認した、5Gの特長である大容量といった長所を活用するアプリケーションとして、Fairyviewを用いた二つの検証を実施した。

検証①(図4)では、Fairyviewの利用環境を想定し、複数のカメラのネットワーク経路の一つではなく複数設定することで、経路による遅延量の揺らぎによる、映像合成への影響がないことを確認した。

検証②(図5)では、複数のカメラ映像を伝送路に流した場合の映像への影響について、伝送路がLTE(商用)と5G(商用)のそれぞれの比較を目的に実施した。そのため、Fairyview用カメラ4台、通常カメラ3台、巡回カメラ1台

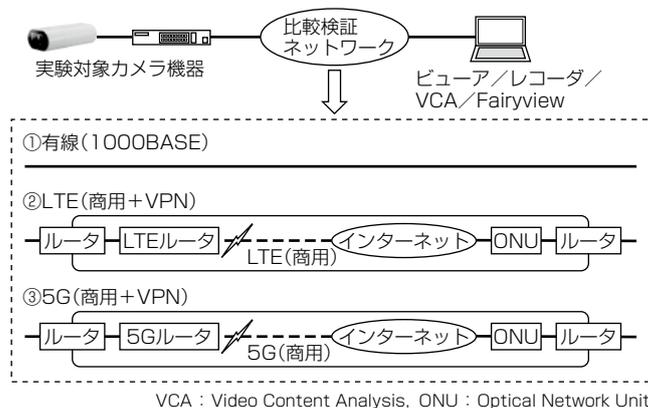


図3. 実証システムの構成

表2. 検証項目と測定結果

検証項目	有線	LTE(商用)	5G(商用)
平均ULスループット	96Mbps	3Mbps ^(注4)	28Mbps
遅延量(ping平均)	1~2ms	100ms	40ms ^(注5)
映像確認(カクツキ, フリーズ)	正常	カクツキ・フリーズ多発	正常 ^(注6)

(注4) 検証日時や機材によって差異が発生しており20Mbpsで映像伝送をすることもあったが常時使用できるスループットを記載した。

(注5) プレサービス時はLTE(商用)と同じ100msであったが、サービス開始時には平均40msまで改善された。

(注6) プレサービス時は揺らぎに起因すると思われるカクツキの発生が確認された。

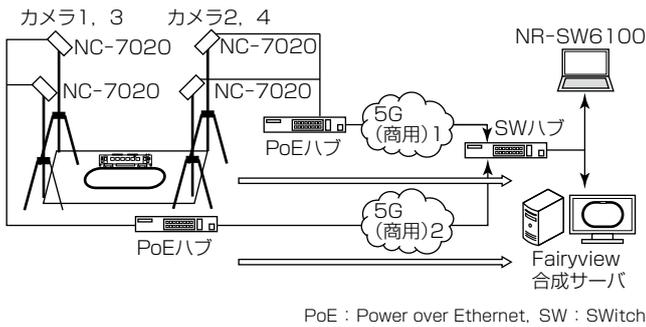


図4. Fairyviewの検証①(遅延量評価)

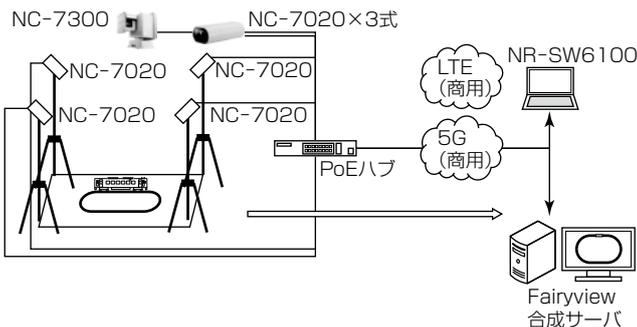


図5. Fairyviewの検証②(接続台数評価)

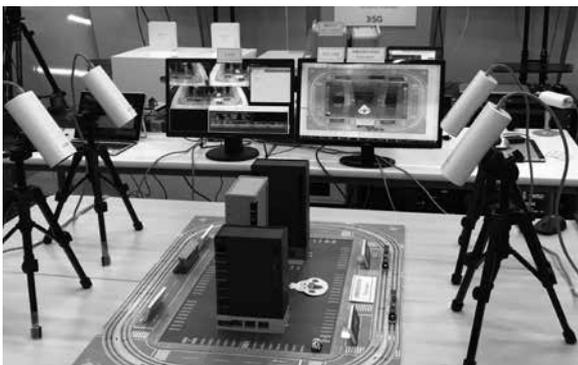


図6. Fairyview検証の様子

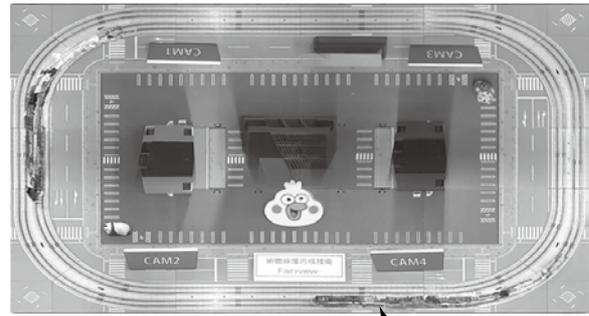
の合計8台のカメラを用いて、合計24Mbpsの映像配信を実施した(図6)。

LTE(商用)での検証時には、揺らぎに起因するパケット消失と考えられる映像の表示崩れが発生したが(図7)、5G(商用)での検証時は有線と変わらず安定した表示を行っていた。

またLTE(商用)では、使用機材や環境による実効帯域の変動が発生しており、多くのカメラ機器及び映像ストリームを使用するシーンでは、映像への影響がより顕著になると想定される。したがって、今後の新たなネットワークカメラ活用シーンの実現では、5Gが必要とされるシーンがより多くなることが予想される。

4.4 今後の課題

今回の検証によって、5G回線はLTE回線と比較して



1フレーム欠損による画像乱れが発生

図7. 映像の表示崩れの一例(LTE(商用)の場合)

ネットワークカメラでの使用に適していることが分かった。2020年度は引き続き(株)NTTドコモと5G(商用)回線を用いた検証を実施し、顧客に責任を持って提案ができるようデータ収集を行っていく予定である。

ネットワークカメラを商用の5G回線で使用する場合の残る課題として、移動機側に付与されるグローバルIPアドレスが動的アドレスだけであり、カメラへの固定IPアドレス付与のためVPNを設定する必要があることである。この課題については、(株)NTTドコモからdOIC(docomo Open Innovation Cloud)を使ったIP付与方法の提案を受けており、引き続き検証を重ねて解決を図る。

5. む す び

ネットワークカメラの様々な設置ニーズに対応するため、伝送路に5Gを適用することで無線化した際の、新たな活用シーンを検討するとともに、実現に向けた実証実験について述べた。

実証実験の結果、5Gを適用した場合に、条件にはよるものの、有線と変わらない映像品質の実現が可能であることが分かった。

今後は、5G商用環境での実証を継続して行うとともに、当社で開発中の無線給電技術⁽⁵⁾と併用することで、電源も含めた完全なケーブルレス化も視野に入れた検討を行っていく。また、今回得られた知見を生かし、ネットワークカメラ以外の様々な当社製品と5Gを組み合わせた新たな可能性についても検討していく。

参考文献

- (1) 3GPP : Servicerequirements for the 5G system, TS22.261 V17.2.0 (2020)
- (2) 5G-ACIA
<https://www.5g-acia.org/>
- (3) 総務省 : ローカル5Gの概要について、新世代モバイル通信システム委員会報告 (2019)
- (4) DOCOMO Open house 2020 (2020年1月23日~24日開催)
<http://docomo-rd-openhouse.jp/2020/>
- (5) 本間幸洋, ほか : 飛行中の無人航空機への無線送電技術, 三菱電機技報, 94, No.2, 134~138 (2020)