映像伝送における5G活用の取組み事例

KDDI
次世代
ネットワーク
開発部
小日向 礼緒（こひなた れお）

KDDI
次世代
ネットワーク
開発部
酒井 清一郎（さかい せいいちろう）

KDDI
次世代
ネットワーク
開発部
渡里 雅史（わたり まさふみ）

KDDI
モバイル技術本部
松永 彰（まつなが あきら）

1. はじめに

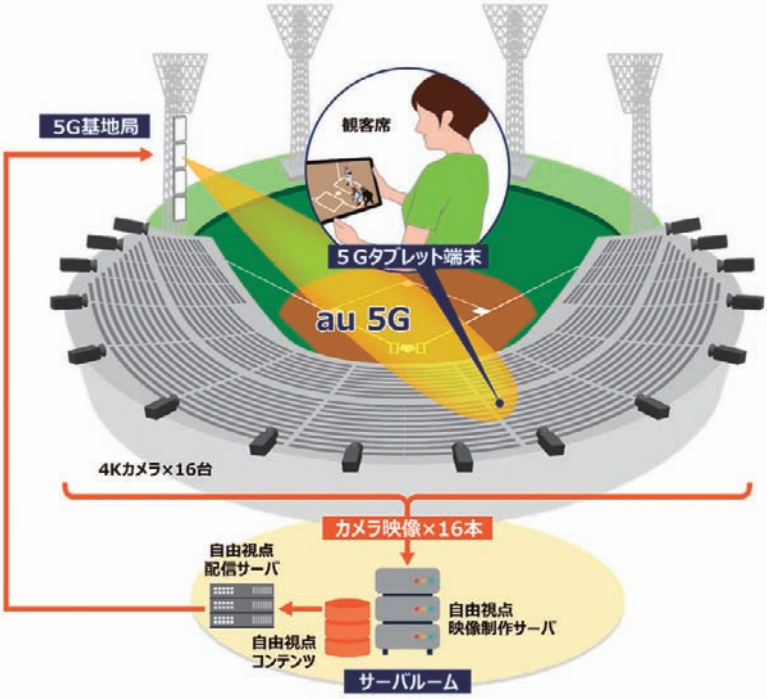
第5世代移動通信システム（以下、5G）により実現される高速・大容量通信は、映像伝送分野との親和性が高く、これまで実現が困難とされていた高精細映像の伝送や、AR/VR等の新たな映像技術の活用シーンを広げ、映像技術に新たな発展をもたらすことが期待される。

本稿では、5Gを活用した映像伝送の取組み事例について紹介する。

2. 5G×自由視点映像のリアルタイム配信

5G時代の新たな映像体験技術として、AR/VRをはじめとして、より高い臨場感を提供するための技術への関心が高まっている。この臨場感映像を可能とする映像技術の一つに自由視点映像合成技術が挙げられる。従来は、カメラが直接撮影した映像しか見ることができなかったのに対し、自由視点映像ではカメラが撮影していない視点（仮想視点）からの映像鑑賞を可能とする。この自由視点映像と5Gを組み合わせた実証試験として、2018年6月に沖縄セル

■図1. 自由視点映像リアルタイム配信イメージ



■図2. 自由視点映像配信試験のシステム構成

ラースタジアム那覇で開催された日本プロ野球公式戦において、10台の5Gタブレットを活用し、自由視点映像のリアルタイム配信を行った実証試験を紹介する。

本試験では、バッターボックスに向けた16台の4Kカメラの映像を元に、各々の観客が希望する任意のアングルからの自由視点映像を合成し、観客席に構築した28GHz帯の5Gエリアで、5Gの高速・大容量を活用したリアルタイム配信を行った。自由視点映像の配信のイメージを**図1**に示す。

本試験の自由視点映像配信システムのシステム構成を**図2**に示す。バッターボックスに向けて設置した16台の4Kカメラの映像は、スタジアム内に設置した自由視点映像制作用サーバに送られ、自由視点の映像コンテンツが制作される。制作されたコンテンツは、各ユーザの5Gタブレットごとに設けられた自由視点配信サーバに送られる。5Gタブレットからは各ユーザが画面をタッチ操作して入力する視点情報を、5Gを用いて自由視点配信サーバに伝送する。自由視点配信サーバでは、送られてきた視点情報に応じた自由視点映像（2K30fps）を5Gで各ユーザの5Gタブレットに配信する。

本構成の採用と5Gの大容量・低遅延伝送能力を用いることで、5Gタブレットからの視点操作に対して、約0.5秒で自由視点映像を表示することが可能になり、眼前のスポーツの状況とタブレットに表示される映像の時間差が少なく、違和感のないインタラクティブな視点操作による臨場感のある映像配信を実証した。また、既存のモバイル通信では困難とされていた多数の観客向けの大容量映像の同時配信を実証した。なお、本試験の模様は動画をYouTubeに公開している[1]。

本技術によって、例えば、一塁側の観客が手元の5Gタブレットで三塁側からの映像を視聴することや、タブレットをタッチ操作することで、視点を自由に回転、拡大、縮小することが可能となる。また、リプレイ機能を設けることで、ホームランなど盛り上がりのシーンを様々な視点から見直すことが可能となる。これはスタジアムや事前にカメラを設置可能な様々なスポーツ観戦イベントへの適用が可能であり、5Gを用いた一つの新たな観戦スタイルを提案するものである。

3. 5G×ドローン

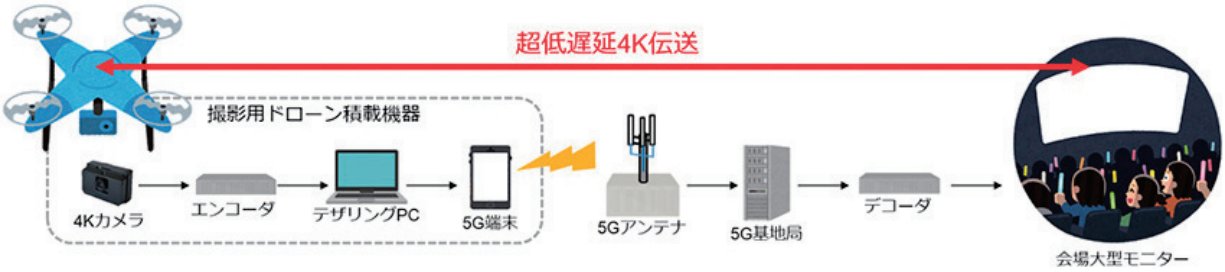
現在、映像撮影にドローンが用いられる事例が増えているが、ドローンに5Gを活用することにより、空撮映像の用途が大きく変わることが期待される。例えば、従来はドローンからの高精細映像の配信には、ドローンに搭載したカメラの記憶装置に映像を保存し、ドローンを下した後に映像データを回収することで、初めて配信が可能となるが、ドローンに5G端末を搭載することで、ドローンからの映像をリアルタイムに中継することが可能となる。これにより、今まで考えられなかったアングルでの高精細映像のリアルタイム映像配信が実現され、臨場感の求められるイベント等に活用されていくことが予想される。以下、ドローンを用いた2件の映像伝送の事例を紹介する。

3.1 ドローンからの高精細映像の超低遅延リアルタイム伝送

5Gを用いたドローンからの映像伝送をイベントで活用した事例として、2019年11月に東京モーターショー 2019内で開催された国際的ドローンレース・カンファレンス「FAI Drone Tokyo 2019 Racing and Conference（DTRC2019）」での取組みを紹介する。本イベントにおいては、5G端末と4Kカメラを搭載したドローンを用いて、ドローンレース決勝戦の様子を4K60fpsで空撮し、超低遅延伝送システムと28GHz帯の5Gを用いて、会場の大型モニターにリアルタイムで中継した。レースを撮影するドローンの様子を**図3**に示す。

本イベントでは会場のドローンの被写体の動きと、会場の大型モニターに表示される映像において、映像伝送の遅延による違和感を極力無くすため、カメラで撮影した映像を伝送して、モニターに表示するまでのEnd to Endでの遅延時間を短くする必要がある。従来のエンコーダ・デコーダを用いた4K映像伝送では、エンコーダ・デコーダでの圧縮処理で発生する遅延が大きく、撮像からモニター表示までに数百ミリ秒の遅延が発生していた。このため、5Gによって低遅延通信が実現された場合でも、エンコーダ・デコーダでの処理時間が、通信時間よりもオーダーが大きく支配的になるため、End to Endでの低遅延映像伝送の実現は

■図3. レースを撮影するドローンの様子



■図4.　ドローンからの低遅延4K映像伝送のシステム構成

困難である。

そこで、今回使用した超低遅延4K映像伝送システムでは、カメラ入力から映像出力までの全てのプロセスを見直すとともに、5Gの大容量を生かし、圧縮率を下げる等、映像圧縮や配信のパラメータを最適化した。これにより、カメラでの撮影から会場の大型モニターに映像が表示されるまでの時間が100ミリ秒を下回る超低遅延での映像伝送を実現し、上空からレースの様子を臨場感のある映像視聴体験として提供することに成功した。図4にドローンからの低遅延4K映像伝送のシステム構成を示す。

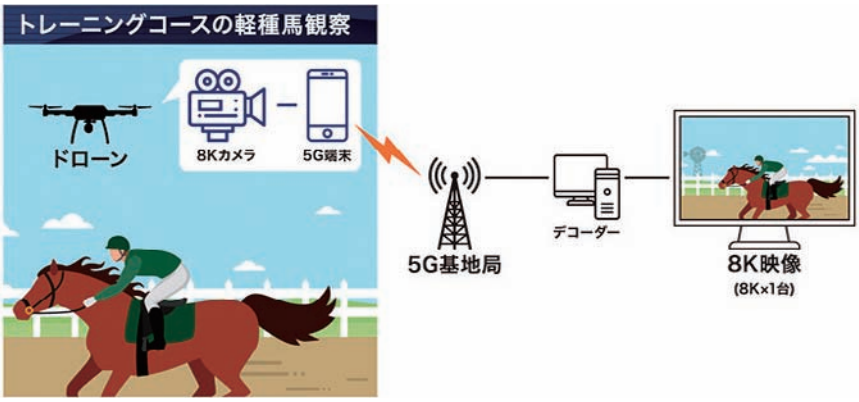
5Gとドローンの組合せにより、様々なスポーツやイベントなどにおいて、高速で移動する対象を追尾する視点での映像や、上空などの人が立ち入れない場所からの視点での映像など、これまで見たことがないような迫力ある映像のリアルタイム配信の実現が期待される。また、5G端末が搭載されたドローンの普及により、より多くのユーザが映像の配信者となりマイナーなスポーツなどにもスポットライトが当たることも考えられる。

■図5.　ドローンからの8K映像伝送試験の様子

3.2　ドローンからの8K映像のリアルタイム伝送

軽種馬の育成支援を目的として、5Gを活用して8K超高精細映像のリアルタイム伝送を行い、軽種馬のトレーニングの様子を遠隔から観察、見守りを行った実証試験について紹介する。

本試験は、馬主や生産者が公社に預けた仔馬の成長を現場に赴くことなく確認したいという要望や、牧場の魅力を海外や乗馬人口に発信し、牧場への観光や雇用及びインターネットでの馬券販売の増加にも結びつけたいという想いに応えることを目的とし、2019年11月に北海道新冠町の日高軽種馬育成公社と共同で実施した。なお、本試験は総務省の5G総合実証試験の一環として実施した。試験の様子を図5に示す。



■図6.　8Kリアルタイム映像伝送試験のシステム構成

■図7. ドローンへの機器搭載状況

本試験のシステム構成を図6に示す。軽種馬の育成施設のトレーニングコース上空のドローン飛行空域を28GHz帯の5Gでカバーし、撮影に用いるドローンには図7に示すように8Kカメラ、映像中継用PC、5G端末を搭載した。8Kカメラからの超高精細映像（30fps）は、約100Mbpsの伝送レートで5G経由で配信し、事務所内に設置した8Kモニターにリアルタイムで表示した。これにより、超高精細な映像でトレーニング中の軽種馬の様子を鮮明に観察することが可能となった。さらに、ドローンから撮影した軽種馬が疾走する臨場感溢れる映像を観光施設や交通拠点等で放映することで、軽種馬への興味喚起や観光振興への貢献、実際のレースへの活用も期待される。なお、本試験の模様は動画をYouTubeに公開している[2]。

3.3 まとめ

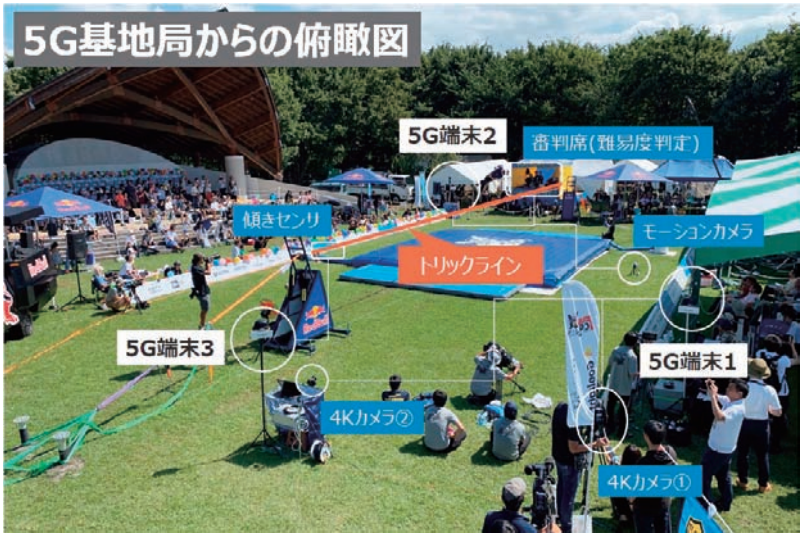
以上のように、ドローンから高精細映像を5Gでリアルタイムに伝送することにより、これまでは困難であった臨場感のある空撮映像の配信が可能となる。また、5Gの低遅延特性を活用することで、リアルタイム性が要求されるライブイベントでの活用や、ドローンの操縦などの遠隔操作への応用等が考えられる。

ドローンからの8K等の高画質伝送の活用事例として、スポーツシーンにおける臨場感のある高精細映像の伝送や、人が近づくのが困難な橋梁等のインフラのメンテナンスへの活用が考えられる。後者は、ドローンを用いることにより人が直接現場に向かうことなく、また高精細映像のライブストリーミングによって綿密なチェックが即座に可能になるため、作業効率の向上が期待される。

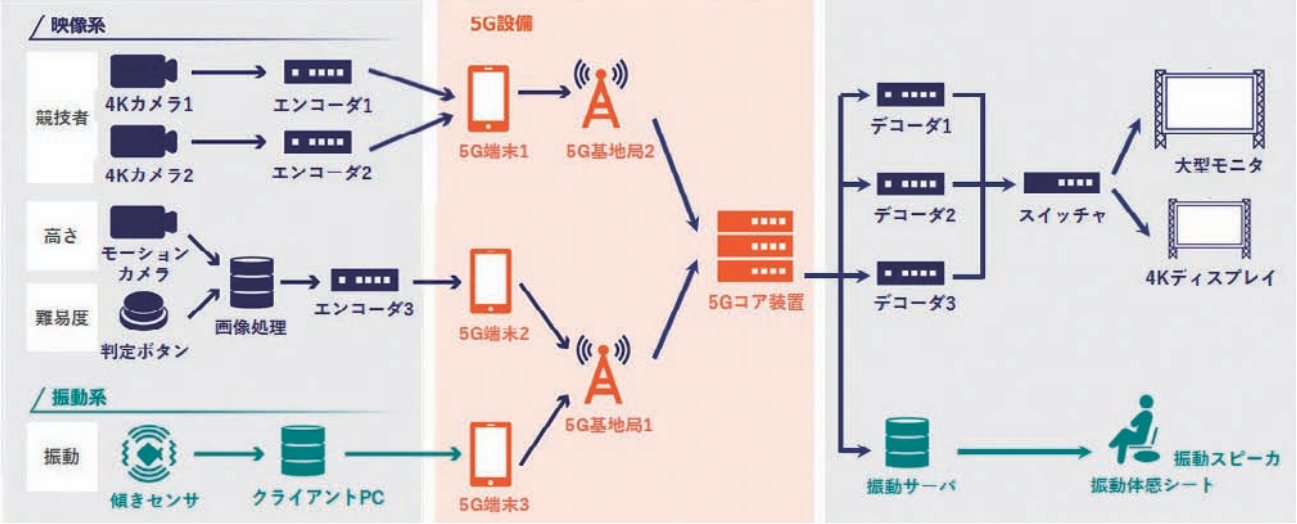
4. 5G×新競技の普及促進と観戦の臨場感向上

5Gはスポーツ競技での活用も期待されている。ニュースポーツ「スラックライン」の普及促進においては、競技ルールの理解不足や、魅力を伝えきれないことが課題となっていた。本課題の解決に向けて2019年9月に長野県小布施総合公園で開催された「2019スラックラインワールドカップジャパン・フルコンボ」において、5Gの超高速・低遅延を活用し、新しい観戦体験を提供する取組みを実施した。なお、本試験は総務省の5G総合実証試験の一環として実施した。

本実証試験では、スラックライン競技者のジャンプの高さを自動判定し競技映像上に表示することにより、競技に不案内な観衆にも、競技を分かりやすいものとした。また、競技者との一体感などを醸し出すエンターテイメント性の高いスポーツ観戦とするため、高精細映像や映像への演出の付加、競技者の体感（振動）情報を、5Gを用いてリアルタ



■図8. スラックライン大会会場 機器配置図



■図9．映像及び振動情報伝送試験のシステム構成

イムに観客と共有することにより、競技大会の盛り上げを図った。

本試験で用いた機器の配置図を図8に、映像及び振動情報伝送試験の構成を図9に示す。ジャンプの高さの自動判定については、競技者が競技するスラックラインの前に配置したモーションカメラを用いて実施した。モーションカメラの映像から自動判定したジャンプの高さに加え、審判員が判定した技の難易度情報、さらには、ジャンプの連続回数などの情報を映像化し、4Kカメラ（60fps）で撮影した競技の映像と共に28GHz帯の5Gで伝送し、会場内の大型モニターへリアルタイムに伝送した。また、競技者を撮影するカメラを2台設置し、競技中にアングルを柔軟に切り替えることで、異なる視点での映像視聴を提供した。撮影した映像が大型モニターに出力されるまでのEnd to Endでの遅延時間は約300ミリ秒であったが、観客は競技を見た後に振り向いて大型モニターを見るため、違和感を与えることはなかった。

また、5Gの低遅延を活用した取組みとして、競技者がラインに接触した瞬間に体感する振動を、遅延なく観客席に届け、選手との一体感を提供することを目指した試験を行った。具体的には、スラックラインに傾きセンサを設置して競技者がラインに接触する瞬間の振動を検出し、振動情報に変換した上で、観客席の振動体感シートに設置したスピーカーに5Gで伝送して振動を伝えた。振動情報は40～50ミリ秒程度で伝送され、眼前で競技を行う競技者と一体感と臨場感のある観戦体験を観客へ提供した。なお、本試験の模様は、動画をYouTubeに公開している[3]。

以上のように、ニュースポーツの普及において、5Gの大容量・低遅延を活用して、映像に競技情報を付加することにより競技の理解を促進し、また、映像に加えて競技者の体感情報を観客に伝えることにより、新たな感動体験の提供にも貢献することができた。本実証試験のように、5Gは地域に根付いたスポーツイベントや新たなスポーツイベントを盛り上げることを通じて、地域社会の活性化及びスポーツの進展につながることが期待される。

5．おわりに

本稿では、映像伝送に5Gを応用した事例を紹介した。5Gによってもたらされる高速・大容量、低遅延により、映像伝送に課されていた技術的な制限が緩和され、高精細な映像が伝送可能となるだけでなく、これまで以上に新たな技術と組み合わされ、新たなアプリケーションの創出や体験価値が生み出されることが期待される。

参考文献

[1] au5G活用プロ野球リアルタイム自由視点公開実験（2018/06/27公開）
https://www.youtube.com/watch?v=eeZ9NJEKFT8
[2] 世界初、5Gドローンから8Kライブ映像を伝送/軽種馬の育成支援（2020/04/16公開）
https://www.youtube.com/watch?v=WtvhSTebvLw
[3] 5Gを活用したスラックラインW杯の盛り上げと地域の活性化（2020/04/16公開）
https://www.youtube.com/watch?v=S_mOloyQk6s