

## 5 超低遅延ライブ配信システム

## WebRTCを用いた超低遅延ライブ配信システム

イノベーションセンター テクノロジー部門 松下 正樹

従来のライブ配信では、映像が視聴者に届くまでに通常 30 秒～1 分程度の遅延が生じる。このため、配信者と視聴者の間でインタラクティブなコミュニケーションを行うことは難しい。NTT コミュニケーションズ（以下、NTT Com）では、リアルタイムコミュニケーション技術である WebRTC を用いて 1 秒未満の極めて小さい遅延で映像を配信できるシステムを開発している。

## ライブ配信の課題と期待

インターネット経由のライブ配信サービスは現在広く普及している。

こうしたサービスでは一般的に HTTP を用いて映像を配信しているが、映像が視聴者に届くまでに通常 30 秒～1 分程度の遅延が生じる。一方的に映像を配信するのみであればこの遅延は問題にならないが、配信者と視聴者との間でコミュニケーションを行う場合は視聴者からの反応が得られるまでに長い時間がかかりイベント進行上の問題となる。また、スマートスタジアムの一環として複数のアングルからスポーツの試

合の様子をリアルタイムで配信し、観客がスマートフォンで視聴するマルチアングル配信が試みられている。こうした目の前で試合を観戦している観客に対しては映像の遅延を少なくすることが特に重要である。その他にも e スポーツ、オークションや音楽ライブなどの分野で従来よりも遅延の小さい低遅延ライブ配信への期待が高まっている。

NTT Com では、WebRTC というリアルタイムコミュニケーション技術を使った新しいライブ配信システムを開発している。従来の HTTP を用いたライブ配信では遅延を短縮しても数秒程度が限界であるのに対し、本システムでは実環境で 1 秒



松下 正樹

未満の極めて小さい遅延で視聴者に映像を届けることができる。本稿では、現在一般的な HTTP によるライブ配信技術を概観しつつ、開発中の超低遅延ライブ配信システムについて紹介する。

## HTTP による低遅延配信

HTTP による映像配信技術としては、Apple 社が開発した HTTP Live Streaming (HLS) と、ISO 規格である MPEG Dynamic Adaptive Streaming over HTTP (MPEG-DASH) が広く利用されている。これらの技術では、映像を数秒ごとのファイル（セグメント）に分割し、セグメントのダウンロードを繰り返すことでライブ配信を実現している（図 1）。このセグメントの長さ、Web ブラウザでバッファとして保持するセグメン

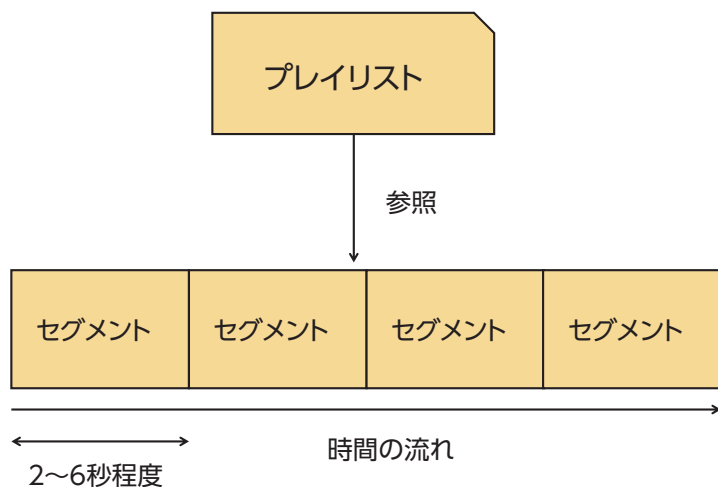


図 1 HTTP によるライブ配信

トの個数によってどの程度の遅延が生じるかが決まる。例えば、6秒のセグメントを5個バッファする場合であれば遅延は30秒程度となる。このように、映像をファイル単位で送受信していることからHTTPによるライブ配信では大きな遅延が生じる。

なお、HTTPによるライブ配信技術を改善して遅延を小さくするための取り組みも行われている。2018年に発行されたCommon Media Application Format (CMAF)と呼ばれる規格では、低遅延配信のための技術も盛り込まれている。CMAFではセグメントをチャンクと呼ばれるより小さい単位に分割し、チャンク単位でダウンロードを行うことで3～5秒程度まで遅延を小さくすることが可能である。

## WebRTCによる超低遅延配信

WebRTCは、Webブラウザ上でリアルタイム通信を行うための技術である。ビデオ会議を始めとするリアルタイム通信を実現させるための技術であるため、映像や音声を低遅延で相手に届けることができる。NTT Comでは、この技術をライブ配信に応用してHTTPでは実現困難な1秒未満の超低遅延ライブ配信を可能にするシステムの開発に取

り組んでいる。

図2に超低遅延ライブ配信システムの概要を示す。本システムは配信機材からの映像を受信するメディアサーバと、視聴者にWebRTCで映像を配信するWebRTC配信サーバの2段構成となっている。メディアサーバは、配信機材からRTMPというライブ配信において標準的なプロトコルを用いて映像を受信する。受信した映像はシステム内部で複数のWebRTC配信サーバに分配され、WebRTCで視聴者のWebブラウザに配信される。

## アダプティブ・ビットレートとマルチアングル配信

安定したライブ配信を実現する上で重要なのが視聴者のネットワーク環境に応じて最適なビットレートで映像を配信するアダプティブ・ビットレート (ABR) である。HTTPによるライブ配信では参照するセグメントを切り替えることで画質を変更しているが、WebRTCによるライブ配信ではサイマルキャストと呼ばれる技術を用いる。サイマルキャストを用いると、WebRTC配信サーバとWebブラウザとの間で推定した利用可能な帯域に基づき最適なビットレートの映像を選択し配信することができる。遅延の少なさと映像の安定性はトレードオフの関係に

あるため、1秒未満の超低遅延配信を実現する上ではABRは必須の技術であるといえる。

また、複数の映像を同時に配信できるマルチアングル配信も本システムの重要な機能の一つである。

## コンテナ技術を用いたオートスケール・オートヒーリング

本システムはKubernetesというコンテナ基盤上に構築されており、メディアサーバやWebRTC配信サーバは全てコンテナとして動作している。このコンテナ基盤の特徴を活かして負荷増大時のオートスケールや、障害発生時のオートヒーリング (自動回復) が行えるよう設計されている。本システムは2段構成となっているため、1段目のメディアサーバを増加させれば同時に実施可能なライブ配信の数を、2段目のWebRTC配信サーバを増加させれば視聴者数の増加に対応することができる。現在のところシステムの最大同時接続数 (視聴者数) は1万接続であるが、今後の開発により数万～数十万接続への対応を目指している。

## おわりに

本稿では開発中の超低遅延ライブ配信システムについて紹介した。本システムはまだ開発段階ではあるが、入社式や有名ラグビー選手のオンライン記者会見など、社内外で実証実験を行いながら性能や品質を高めつつある。WebRTCを用いた低遅延ライブ配信にご興味のある方はNTT Com イノベーションセンター (webrtc@ntt.com) までご連絡いただければ幸いである。

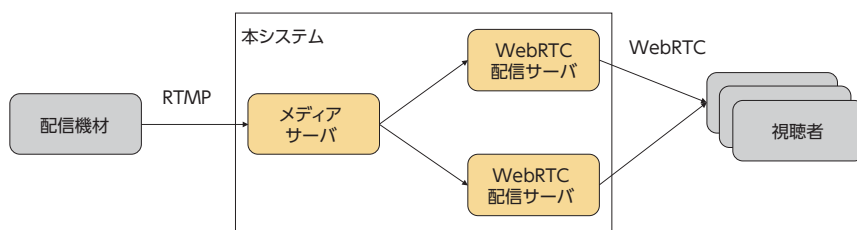


図2 超低遅延ライブ配信システムの概要