

# 様々なストリーミング配信で乗り越えよう ~JANOG49~

NTTエレクトロニクス(株) 薄井 美穂子

NTTスマートコネクト(株) 吉田達也

Jan 27, 2022



***YOUR VALUE PARTNER***

***YOUR KEY DEVICE***

# はじめに

- **ストリーミング配信は、コロナ禍からwithコロナになっても「乗り越える」手段としてこれからも必須です。**
- **ストリーミング配信方法も発展してきています。**  
「映像を届ける」 → 「リアルタイムに配信する低遅延配信」  
「様々な角度からのマルチアングル配信」  
「クラシック音楽などを超高音質で配信するハイレゾ配信」
- **本日はこれから求められる今後の新しいストリーミング配信方法などを議論したいと思います。**

**※初めてのJANOG参加となります。宜しくお願いします。**

# 本日の発表内容

## 前半

**NTTエレクトロニクス(株) 薄井 美穂子**

1. NTTエレクトロニクス(株) の紹介
2. ストリーミング配信とは
3. ライブストリーミング配信における遅延について

## 後半

**NTTスマートコネクト(株) 吉田達也**

1. NTTスマートコネクト(株)および事業の紹介
2. 通常のライブ配信とオペレーションの勘所
3. オンラインイベントでの新たな体験

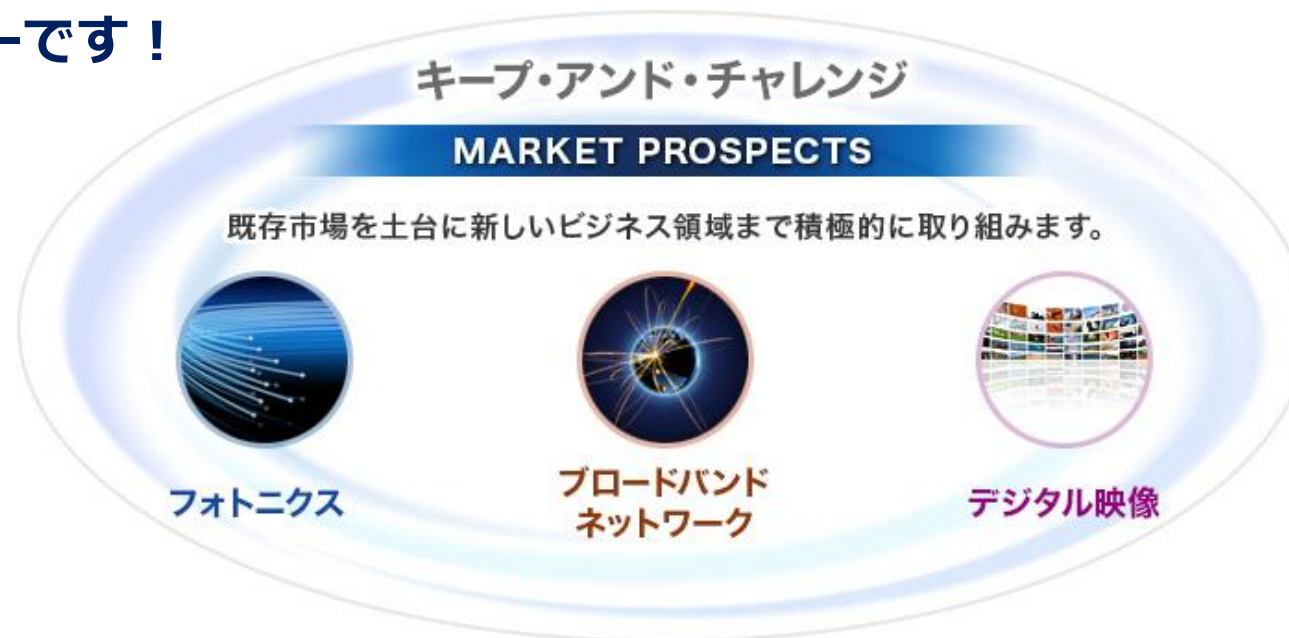
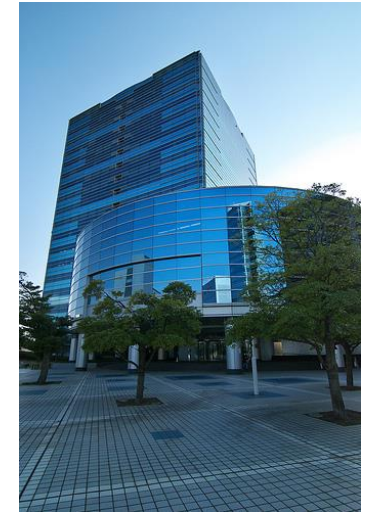
# 1. NTTエレクトロニクス(株) の紹介

## 2. ストリーミング配信とは

## 3. ライブストリーミング配信における遅延について

# 会社概要

- 会社名：NTTエレクトロニクス株式会社
- 設立：1982年6月
- 事業内容：
  - 光通信並びに映像用デバイス・モジュール・装置の製造・販売
- 従業員数：535名（2021年3月31日現在）
- 本社：神奈川県横浜市神奈川区
- NTT唯一の製造メーカーです！



# スピーカー



**NTTエレクトロニクス株式会社**

**映像コンポーネント事業本部 商品開発部**

**薄井 美穂子**

**(横浜事業所に勤務)**

入社当時はまだSD解像度&MPEG-2の時代...  
アナログ放送⇒デジタル移行も  
見守ってきました。

**映像圧縮技術を用いた通信アプリケーション・ソフトウェア開発を  
経てからSE/商品企画を担当。ここ10年間はストリーミング配信の  
製品開発、ソリューション提案とパートナー開拓に従事。**



1. NTTエレクトロニクス(株) の紹介

**2. ストリーミング配信とは**

3. ライブストリーミング配信における遅延について

# ストリーミング配信とは

- 主にインターネット上のメディア（映像や音楽など）をスマホ、タブレット、TV等で再生するための技術
- Amazon Prime、Netflix、Hulu等の動画配信サービス、SNS(YouTube、Facebook、Twitter、LINE)などの動画配信は全てストリーミング配信技術を利用

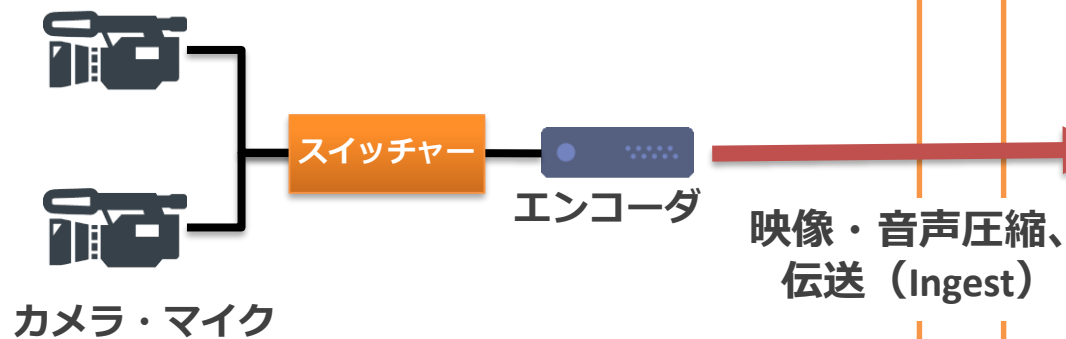




# ストリーミング配信を実現するには

## 撮影・エンコード

### 撮影現場、イベント会場



## 配信プラットフォーム



ストリーミング  
配信

- ✓ マルチデバイス向け配信  
フォーマット変換
- ✓ 蓄積 (追っかけ再生、VOD)
- ✓ 暗号化 (コンテンツ保護)
- ✓ キャッシュサーバ(大規模  
配信への対応)

## 映像視聴

### 視聴デバイス



- ✓ アプリ、ブラウザで  
の映像・音声再生

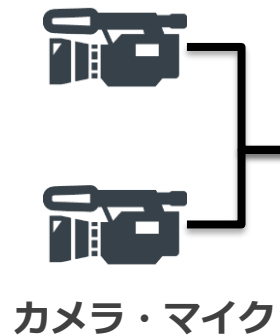
# ストリーミング配信を実現するには

## 撮影・エンコード

## 配信プラットフォーム

## 映像視聴

### 撮影現場、イベント会場



スイッチャー

エンコーダ

映像・音声圧縮、  
伝送 (Ingest)



ストリーミング  
配信

### 視聴デバイス



✓ アプリ、ブラウザで  
の映像・音声再生

- ✓ マルチデバイス向け配信  
フォーマット変換  
蓄積 (追っかけ再生、VOD)
- ✓ 暗号化 (コンテンツ保護)
- ✓ キャッシュサーバ(大規模  
配信への対応)

本日のトピック  
はこちら

# ファイル転送（ダウンロード） vs ストリーミング

## ◆ ファイル転送（ダウンロード）方式：VODで利用

- コンテンツを再生端末にダウンロード後再生
- メリット：オフライン再生可能、シークがスムーズ
- デメリット：再生デバイスのストレージ容量を使う、ダウンロードまでの待ち時間

## ◆ ストリーミング方式：Live/VOD共に利用

- コンテンツを転送しながら、リアルタイムで再生
- メリット：すぐに視聴できる、再生デバイスのストレージ容量を使わない
- デメリット：ネットに繋がないと視聴できない、パケット使用料がかかる



# ストリーミング配信のプロトコル

## • かつては...

- Adobe Flash(RTMP)、Adobe HDS、Microsoft Smooth Streaming、Apple HLSと規格が乱立

専用サーバーが必要



## • 現在は...

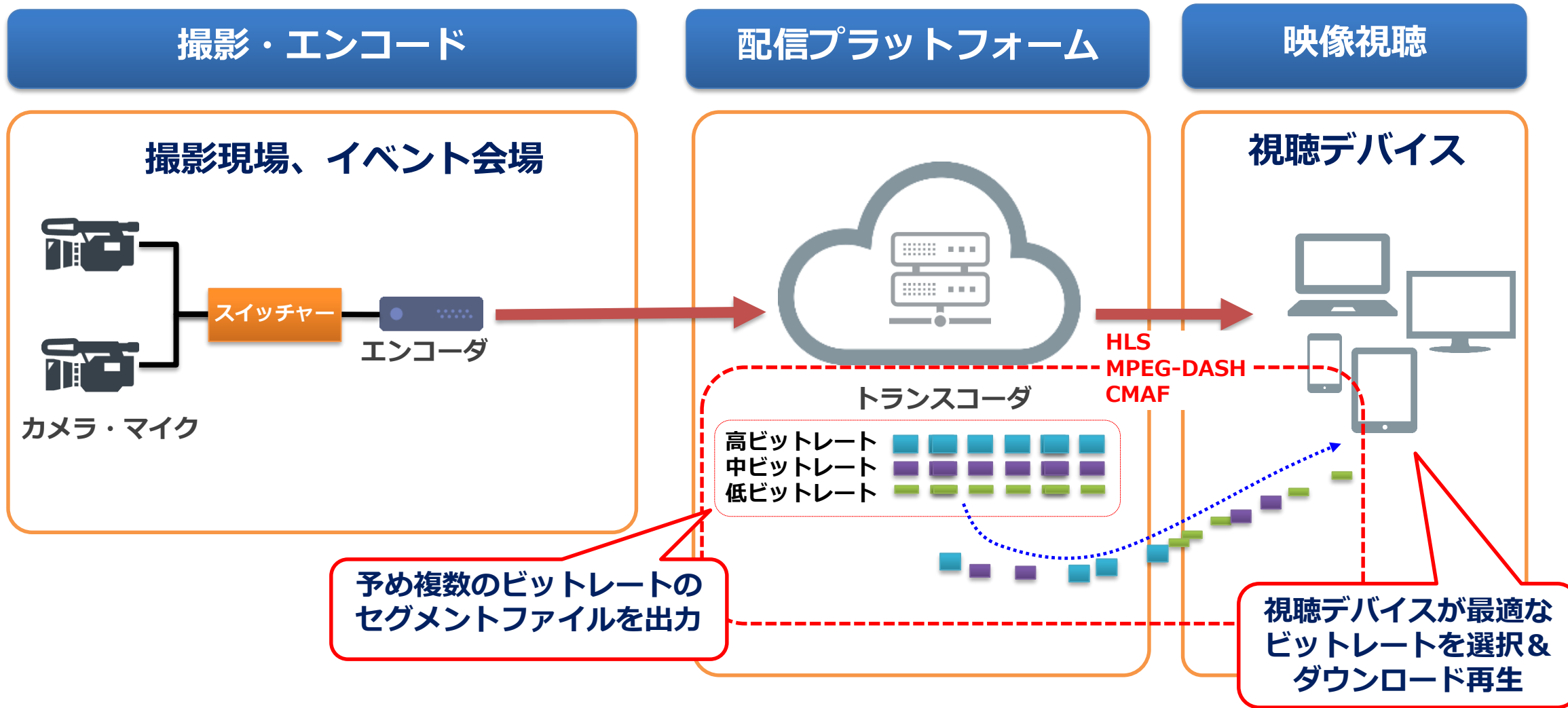
- HLS ⇒ TSベース
- MPEG-DASH ⇒ mp4ベース  
(規格としてはTSベースもあるがmp4が主流)
- CMAF ⇒ mp4ベース

HTTPプロトコルで配信  
⇒専用サーバー不要  
⇒CDN利用可で大規模配信が可能  
⇒HTML5の<video>タグで再生可能  
※非対応ブラウザはJavaScriptを利用

国際標準規格

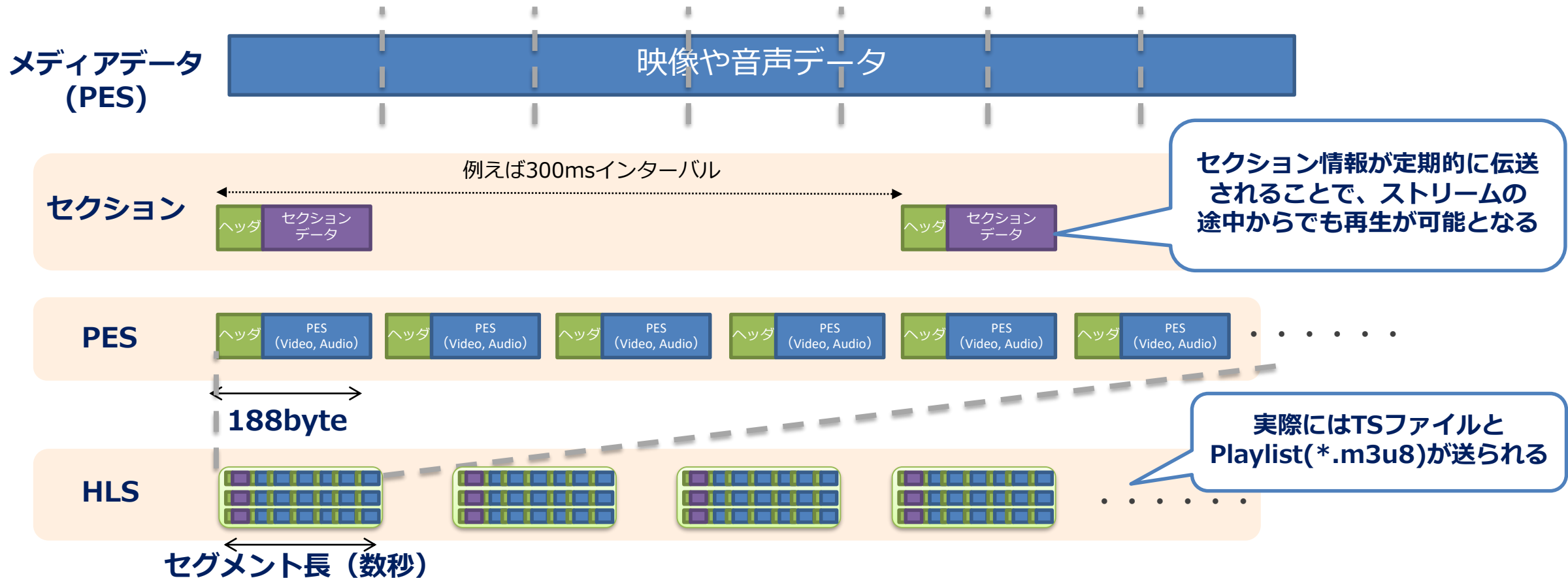


# ABR(Adaptive Bitrate)ストリーミングとは



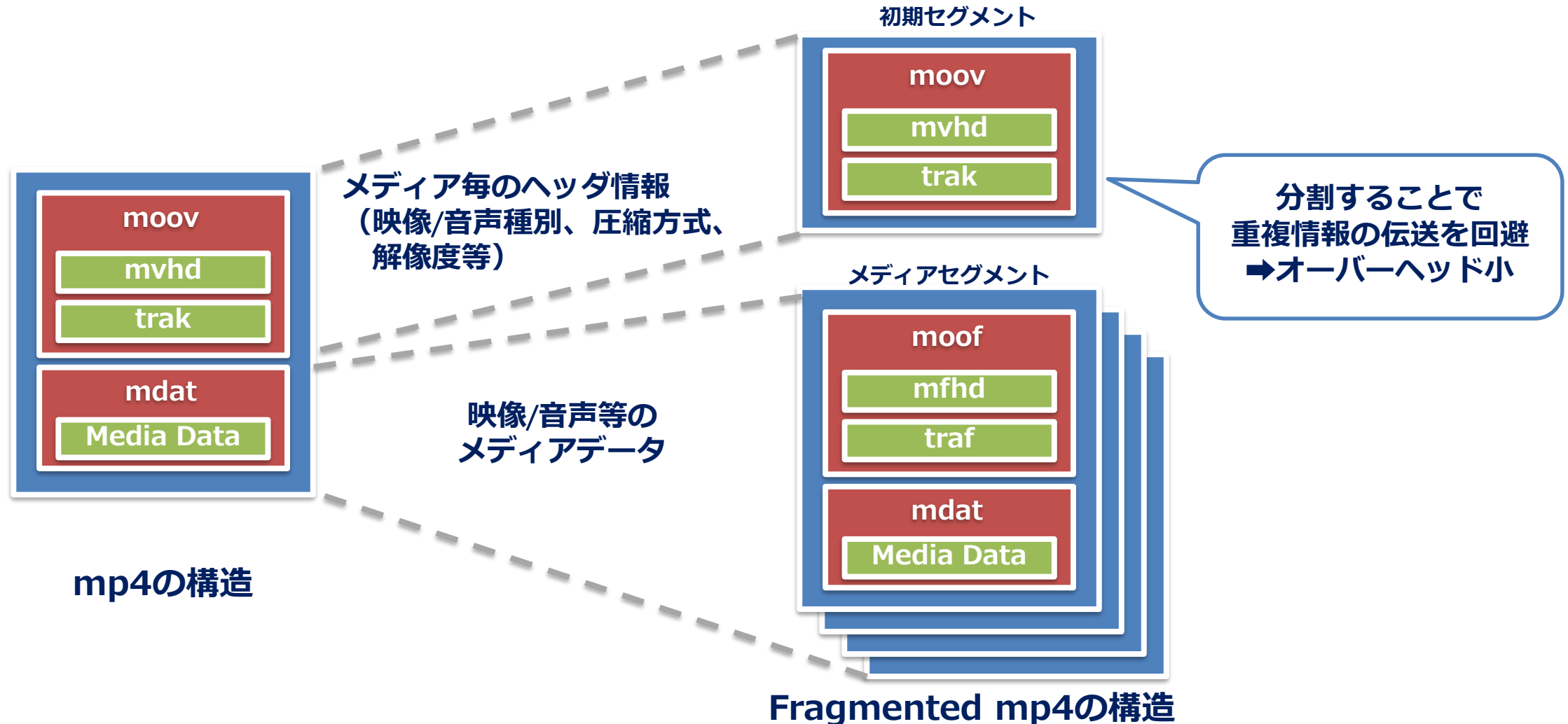
# TS(Transport Stream) とは

- 地上/BS/CSデジタル放送、CATVやIPTVの送信形式として使用
- 188バイト単位に区切ることで遅延を最小化
- セクション → PAT/PMT等の映像/音声/時刻(PCR)種別情報でデコード時に必要な情報
- PES → 映像/ 音声を適当な大きさに分割しパケット化したもの

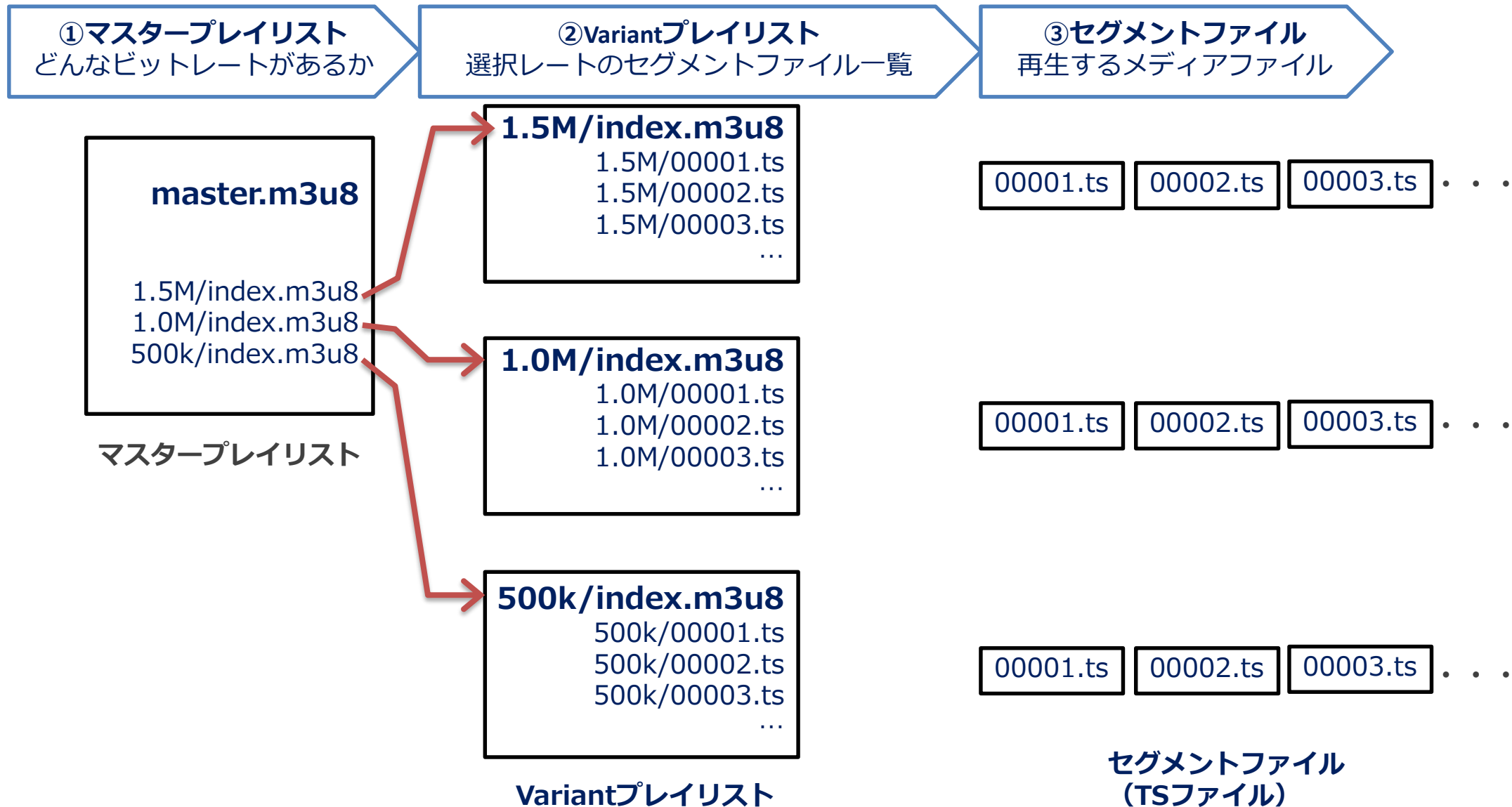


# mp4とは

- もともとはMPEG-4動画を再生するためのフォーマット
- MPEG-DASHやCMAFではmp4を分割(フラグメント化)した「Fragmented mp4」を採用



# HLSファイル (TSベースの場合)





# MPEG-DASHファイル (mp4ベースの場合)

MPDファイル(index.mpd)  
(Media Presentation Descriptor)



メディア情報(解像度、圧縮方式等)に  
変化がない限り、最初のみ  
出力される

セグメントファイル

初期セグメント

video-1500Kbps-init.mp4

video-1000Kbps-init.mp4

video-500Kbps-init.mp4

audio\_128kbps-init.mp4

メディアセグメント(Fragmented mp4)

video-1500Kbps-1.m4s

video-1500Kbps-2.m4s

video-1500Kbps-3.m4s

video-1000Kbps-1.m4s

video-1000Kbps-2.m4s

video-1000Kbps-3.m4s

video-500Kbps-1.m4s

video-500Kbps-2.m4s

video-500Kbps-3.m4s

audio-128Kbps-1.m4s

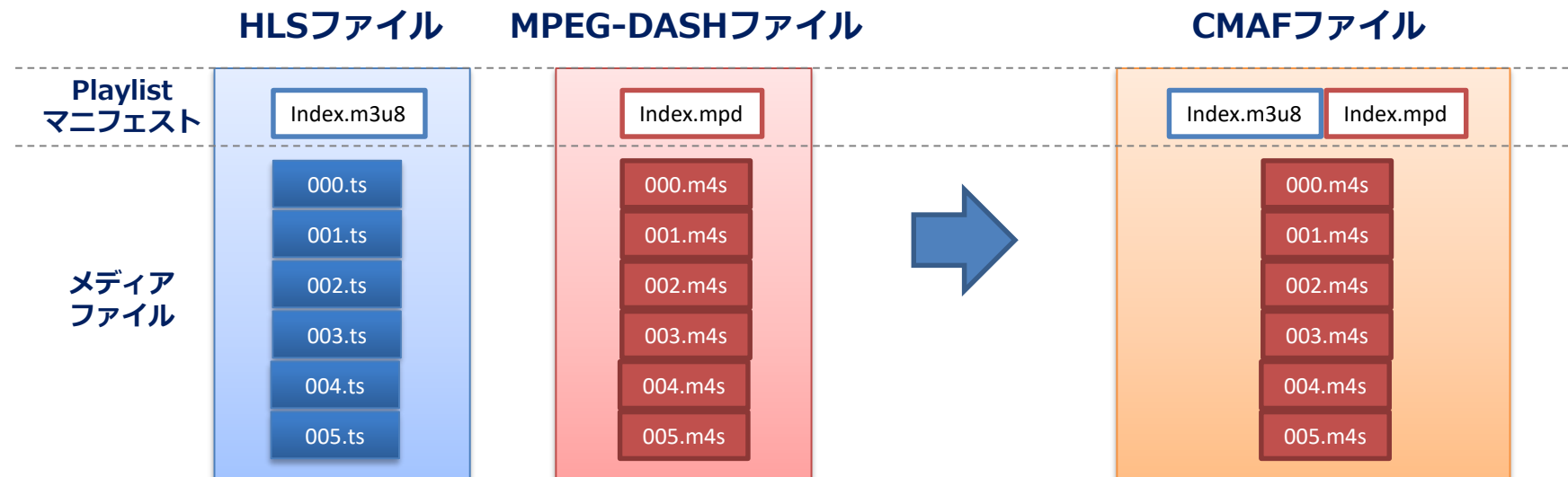
audio-128Kbps-2.m4s

audio-128Kbps-3.m4s

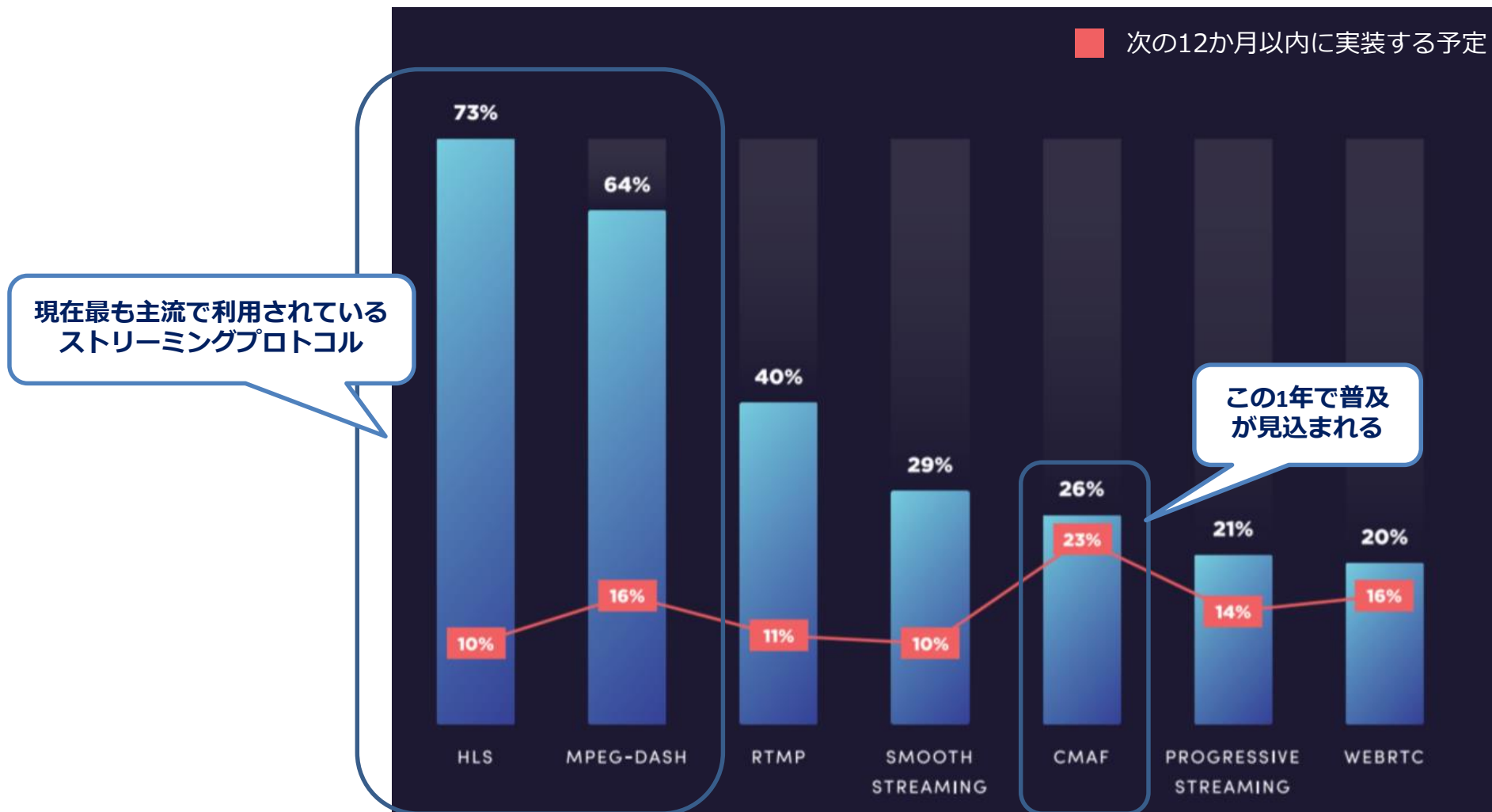
# CMAF誕生の背景

- HLSとMPEG-DASHでメディアファイルフォーマットを統一する目的でApple, Microsoftが検討開始
- 2018年1月 ISO/IEC 23000-19として国際標準化
- メディアファイルはMP4フォーマットを採用
- プレイリスト(\*.m3u8)とMPD(\*.mpd)を両方出力するが、メディアファイルは共通

⇒HLS用とMPEG-DASH用のメディアファイルを共通化することで容量が半減



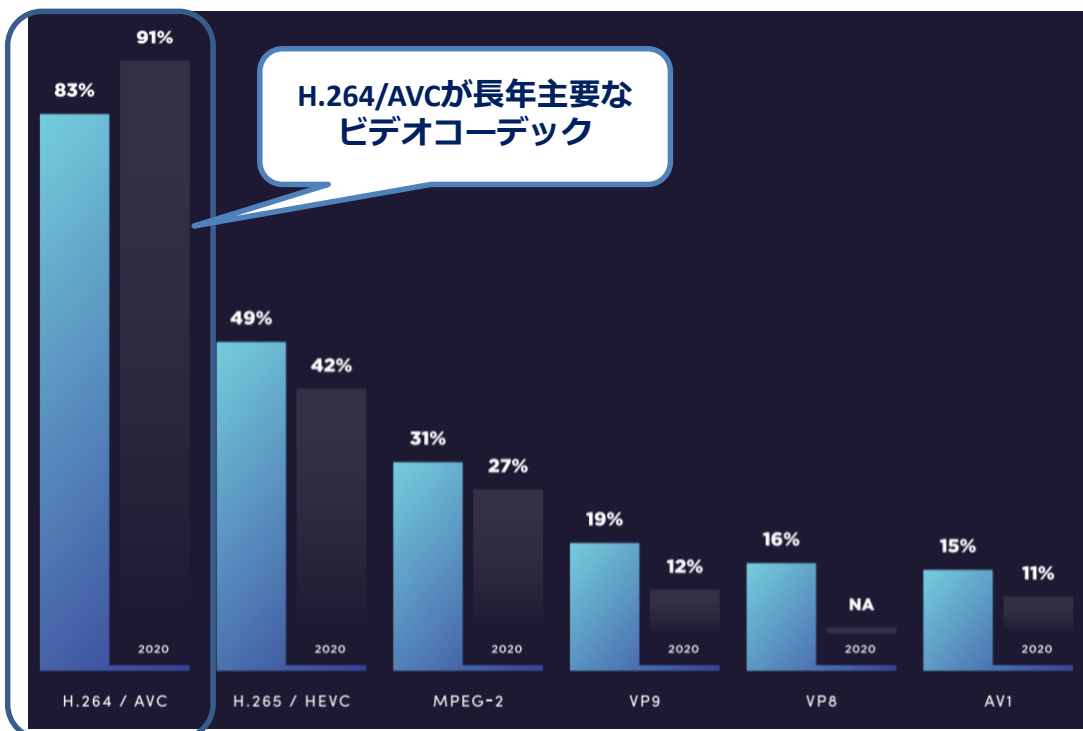
# Globalで見たストリーミングプロトコルの利用状況



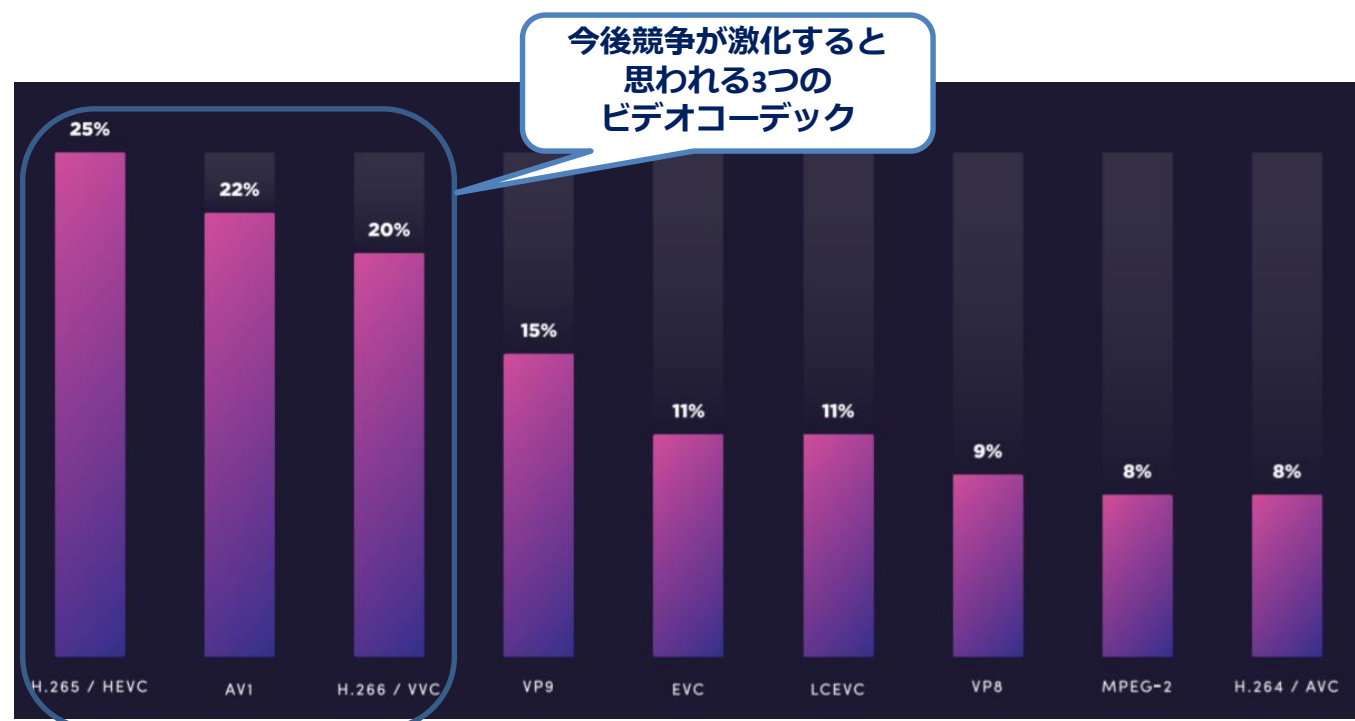
※2021 BITMOVIN VIDEO DEVELOPER REPORTより引用

# ストリーミング配信に使われているビデオコーデック

- 長年にわたりH.264が主要なビデオコーデックだが、2021年に91%から83%に減少
- 今後12か月で追加されると予測される上位3つのコーデック
  - HEVC (25%)、AV1 (22%)、およびVVC (20%)



使用しているビデオコーデックは？

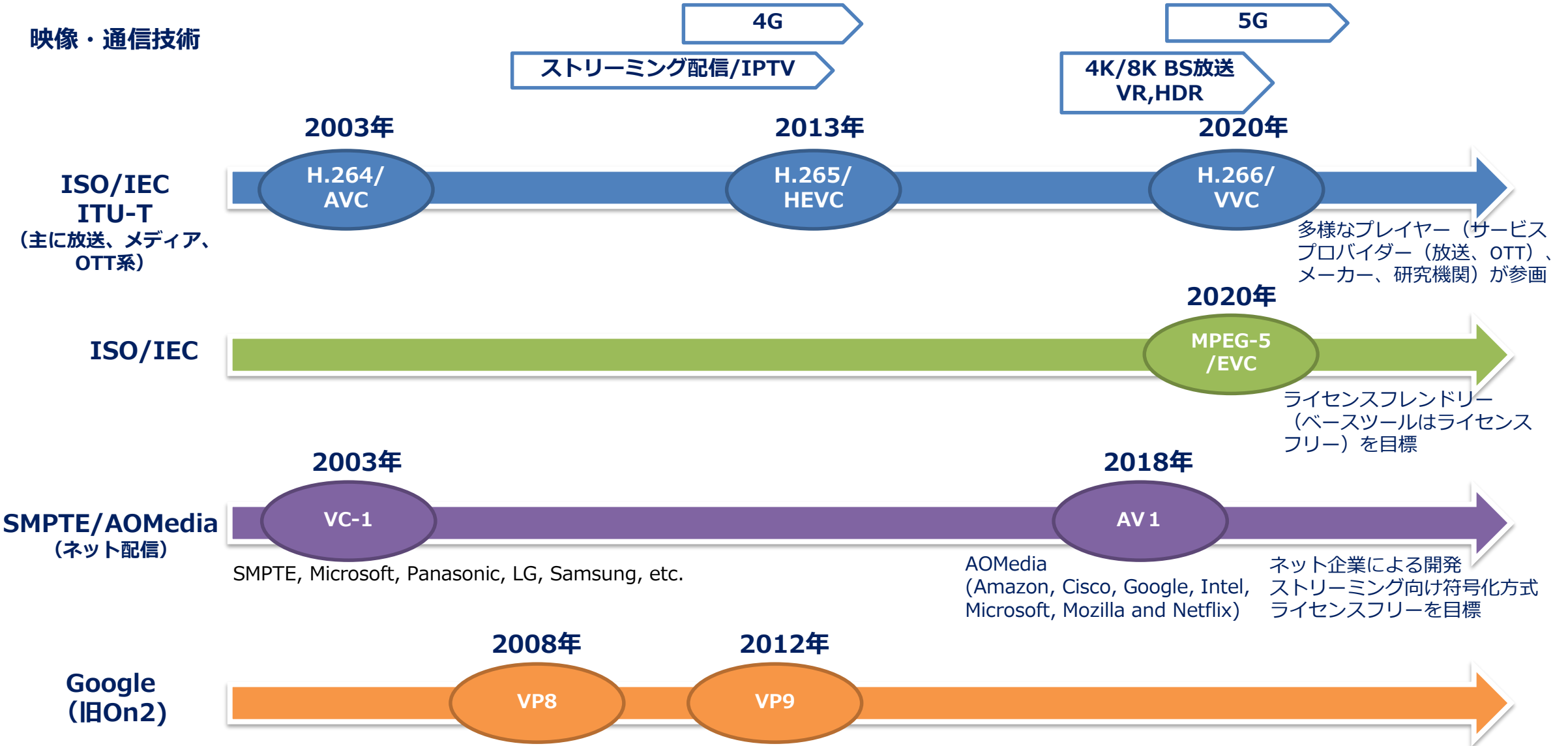


12か月以内にどのビデオコーデックを使用する予定？

※2021 BITMOVIN VIDEO DEVELOPER REPORTより引用

# (参考) 複雑なビデオコーデック競争

映像・通信技術



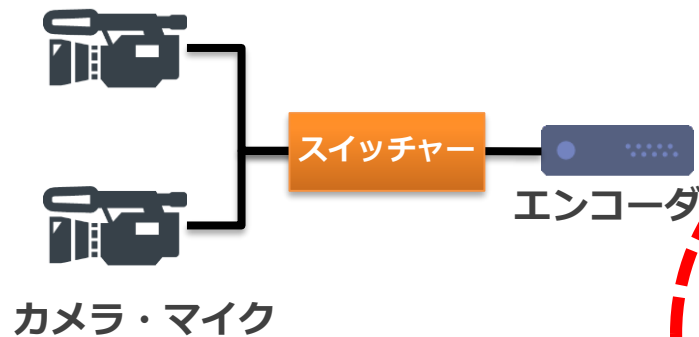
# 配信プラットフォームへのIngestフォーマットについて

## 撮影・エンコード

## 配信プラットフォーム

## 映像視聴

### 撮影現場、イベント会場



映像・音声圧縮、  
伝送 (Ingest)

RTP(+FEC)  
RTMP(S)  
SRT

- ✓ マルチデバイス向け配信フォーマット変換
- ✓ 蓄積 (追っかけ再生、VOD)
- ✓ 暗号化 (コンテンツ保護)
- ✓ キャッシュサーバ(大規模配信への対応)

ストリーミング  
配信

### 視聴デバイス



- ✓ アプリ、ブラウザでの映像・音声再生

# RTMPの今後について

- **RTMPとは**
  - Adobeの「Flash」で利用できるプロトコルとして策定
  - TCPベースかつ低遅延で大規模動画配信の普及に大きく貢献
- **ストリーミング配信としてのRTMP**
  - 動画配信が普及し始めた2010年代前半ぐらいまでは多く利用されていたが、徐々にHLSやMPEG-DASHへ移行
  - 2017年7月にAdobeが2020年末にFlash Playerのサポート終了することをアナウンスし終息

# RTMPの今後について

- **IngestフォーマットとしてのRTMP**
  - 配信プラットフォームやSNSへのIngestとして長年RTMP(S)が主流
  - 一方、新たな規格に追従できない（規格の更新がされない）
    - ステレオ以外の音声方式（各種サラウンドオーディオ、ロスレス/ハイレゾ音声）
    - 新圧縮方式(HEVC、AV1、VVC等)、HDR(ハイダイナミックレンジ)
  - RTMP以外への対応の流れ
    - 大手CDN(Akamai)がRTMP Ingest非サポートをアナウンス
    - YouTube LiveがRTMP(S)だけでなくHLS/MPEG-DASHに対応
- **期待される代替Ingestフォーマット**
  - **SRT**(Secure Reliable Transport)
    - UDPベースでエラー訂正(ARQ、FEC)や暗号化機能を実装、オープンソース
    - SRT Allianceに全世界で500社以上のICT関連企業が加盟



<https://www.srtalliance.org/>





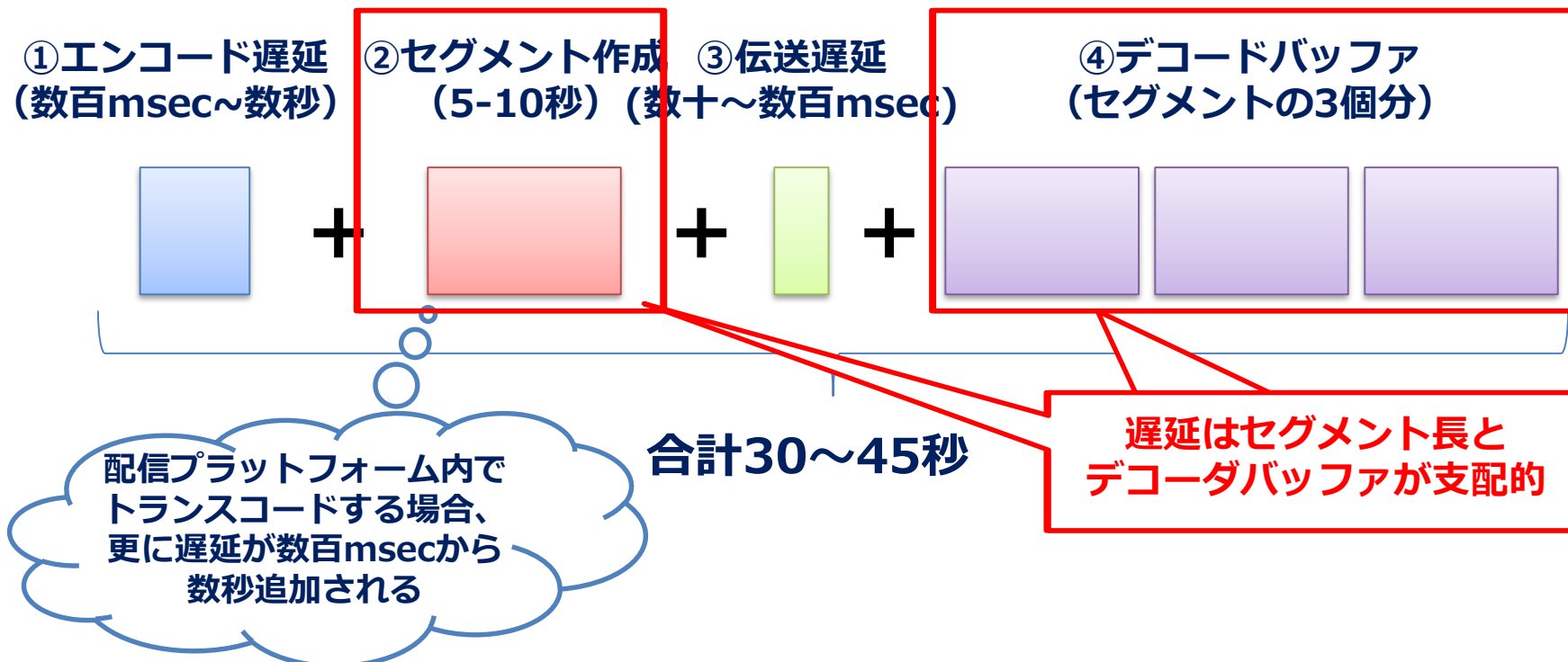
1. NTTエレクトロニクス(株) の紹介

2. ストリーミング配信とは

**3. ライブストリーミング配信における遅延について**

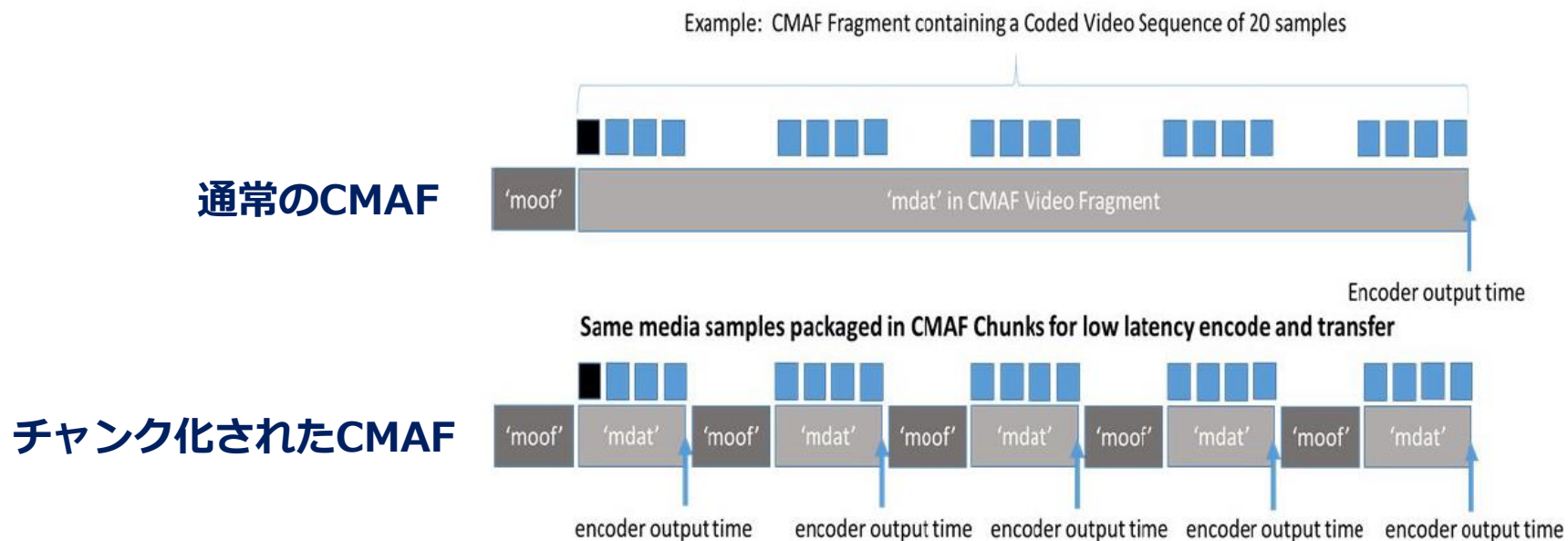
# HTTPライブストリーミング配信の遅延時間

- ◆ 現在ストリーミング配信で一般的に使用されている HLSやMPEG-DASH ストリーミングプロトコルの遅延は、30 ~ 45 秒
- ◆ 遅延は①~④の積み重ねによって生じる



# HTTPライブストリーミング配信低遅延化の実現方式

- ◆ 純粹にチャンクの長さを短くする（スモールセグメント） ➡ 5秒～8秒程度に
  - ・ 実質1秒が限界で、遅延は5-8秒程度にとどまる
- ◆ CMAF ULL(Ultra Low Latency) による低遅延配信を実現 ➡ 2.5秒～4秒程度に
  - ・ セグメントの中に "chunk" と呼ばれるより細かい単位を定義
  - ・ HTTPの **Chunked Transfer Encoding (CTE)** を使用して、セグメントのファイルが Encoder から全て Ingest される前に、セグメント内の chunk を Player 側で再生することが可能



# さらなる低遅延化を実現するWebRTC

- WebRTCはWebブラウザ上でリアルタイムコミュニケーションを可能にするオープンフレームワーク（2011年にGoogleによって提唱された）
- WebRTCプロジェクトはWebブラウザメーカーが参画、現在ほぼすべてのブラウザがネイティブ対応
- 映像・音声の伝送プロトコルとしてUDPを採用、HTTPベースのライブストリーミングと比較し、低遅延化を実現（500msec程度）

# 低遅延ライブストリーミング配信の比較 (一部所感含む)

	従来のHTTPライブストリーミング	HTTPスモールセグメント	CMAF ULL	WebRTC
プロトコル	HTTP (TCPベース)	HTTP (TCPベース)	HTTP (TCPベース)	UDPベース
安定性	TCPベース& ABRにより実現	TCPベース& ABRにより実現	TCPベース& ABRにより実現	FEC対応も可 (音声only?)
遅延時間	30~45秒程度	5~8秒程度	2.5~4秒程度	500msec程度
配信プラットフォーム	通常のキャッシュサーバー (コスト安)	通常のキャッシュサーバー (コスト安)	要低遅延対応	HTTPベースと比較しサーバー数大
対応フォーマット	多種に対応	多種に対応	多種に対応	映像・音声コーデックは限定的

# まとめ

- **ストリーミング配信方式は現時点ではHLSとMPEG-DASHがデファクト化、今後CMAFへ？**
- **低遅延化はHTTPベースはスモールセグメント、セグメントのチャンク化、UDPベースではWebRTC**
- **多様なフォーマット・新技術への対応に柔軟なエンコーダや配信プラットフォーム選びが重要**
- **（今回触れませんでした）低遅延と高画質はトレードオフ**

