

## 最新ストリーミング技術

トラフィックの増加が進むビデオストリーミングについて説明し、H.265、4K、MPEG-DASHについて解説します。また、夏の甲子園での実例についてご紹介します。

### 2.1 大規模配信

近年、ビデオストリーミングによるトラフィックは増加の一途を辿っています。IJJが提供しているストリーミングサービスでも毎年のように大容量の配信サイトを増設し続けています。Cisco社が発表しているVisual Networking Index(VNI)\*<sup>1</sup>でもビデオによるトラフィックの増大が予測されています。「ビデオトラフィックの総量は、2018年には全世界のコンシューマトラフィックの約80~90%になる」という見込みが発表されています。

このように、ビデオストリーミングは大規模化の傾向があります。実際、ちょっとしたイベントのライブ中継でも思ったより多くのアクセスを集めて驚くことがあります。ストリーミングのアクセス数予測は経験者でも難しい事柄ですが、「蓋を開けてみると思ったよりアクセス数が多かった」ということが増えています。

このようにストリーミングが大いに普及している理由は、モバイルデバイスの浸透にほかなりません。固定通信網(光

ファイバーやCATVなど)の契約数が伸び悩む一方、携帯電話の人口に対する普及率は2011年末には100%を越え、2014年6月では118%にまで達しています。またモバイルデバイス、特にスマートフォンに対する無線区間の提供速度が上昇してきたことも見逃せません。現在開発中の第5世代技術(5G)では、理想的な環境の場合にはダウンロードスピードが2010年比で100倍にもなるという試算結果が公表されています。将来、モバイルデバイスが生み出すトラフィックがこれまでの固定通信網のトラフィックを上回る可能性すら出てきます。

こうなると、コンテンツホルダーにとってモバイルデバイスは魅力あるセグメントに映ります。交通機関での移動中やほんのちょっとした待ち時間にモバイルデバイスを手にしている人を目にすることが増えました。可処分である「空き時間」を巡って、多くのコンテンツホルダーが「モバイルへの配信」を検討し、そして実施しています。

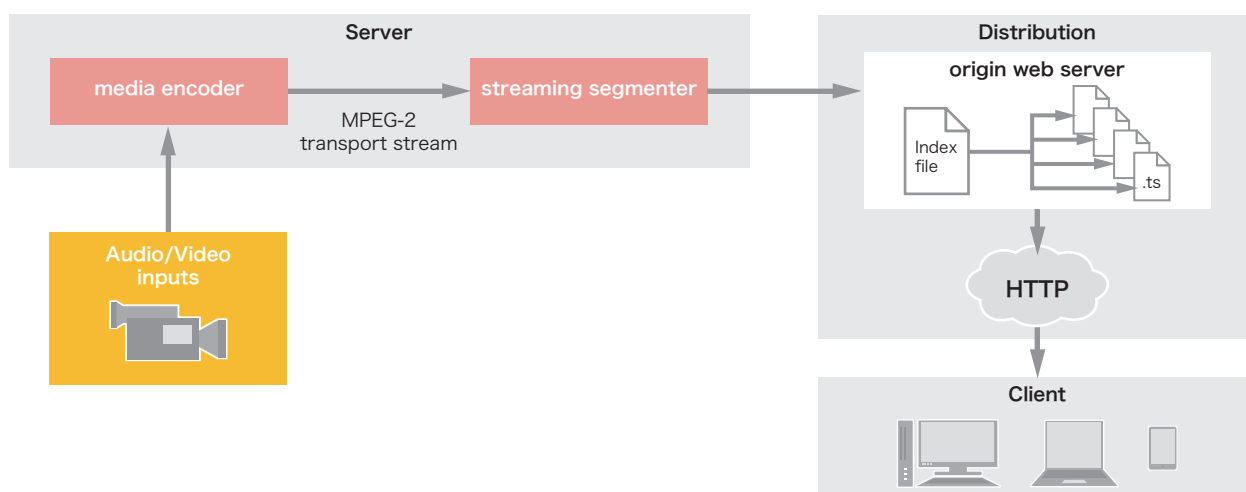


図-1 HTTP Live Streaming

\*1 Cisco VNI(<http://www.cisco.com/web/JP/solution/isp/ipngn/connlife/vni.html>)。

## 2.2 モバイルの話

モバイルデバイスへの配信には、クリアすべき技術的なポイントがありました。その代表的なものが、デバイスがサポートしているストリーミングフォーマットです。OSでサポートしていないフォーマットを用いてクライアントへ配信しようとすると、そのストリーミング形式のライブラリをアプリに導入することが必要となります。これはライセンスコストや制作コストの上昇を招くため、手法として好まれません。したがって、モバイル用のOSがどのようなストリーミングフォーマットを標準で搭載するかが課題となってきました。

Appleは2009年にリリースしたiOS 3.0から、モバイルデバイスへのストリーミング配信をサポートしています。2009年という日本ではiPhone 3Gの販売開始から1年が経過し、iPhone 3GSがリリースされた頃です。HSDPAのサポートにより規格上は下り回線が7.2Mbpsとなり、モバイルへのストリーミングが現実化してきた時期に当たります。当時主流だったフィーチャーフォンでストリーミング受信が可能な機種はかなり限定されていました。iPhoneに対するストリーミング配信はWebサーバがあればよく、ストリーミングエンコーダの対応機種も増えたため、普及に時間はかかりませんでした。人々はスマートフォンで動画を見るという視聴体験を受け入れたのです。

Androidの場合、OSのバージョンによって状況が大きく変わります。Android 2.2や2.3がリリースされた頃はAdobe社からFlash PlayerがこれらのOS向けにも配布されており、動画配信はFlash技術(RTMP:Real Time Messaging Protocol)を用いる方法が主流でした。しかし2011年にAdobe社はモバイルデバイス向けFlash Playerの開発停止のニュースを発表。同時期にリリースされたAndroid 4.0でHLS(後述)がサポートされたため、その後はHLSによる配信が一般的となりました。

## 2.3 H.265の登場と4K

映像のデジタル処理は常にデータ量との戦いです。単純に図式化すると、画質を上げればデータ量は増加します。データ量を抑えるためには、画角(画面サイズ)を小さくするか、画質の劣化を受け入れるしかありません。映像を主観的に最小限の劣化に抑え、データ量を削減するための技術がCODECと呼ばれる技術です。CODECとは"CODER-DECODER"の略で、送出側でコーディングした(エンコーディングとも呼びます)ものを再生側でデコーディングすることを指します。この技術はDVDや地上デジタル放送で普及しています。現在、最も利用されているCODECは「H.264」\*2と呼ばれる規格です。

H.264はITUとISOのジョイントグループで策定された規格です。策定されたのは2003年で、既に10年以上の歴史があります。この歴史の中でCPU能力の向上もあり、各メーカーではアルゴリズムの改良を進めてきました。H.264はあくまで規格であり、圧縮部分のプログラミングは各メーカーの独自の実装となるのです。こうした背景もありここ最近のエンコーダが作る映像は、初期のエンコーダに比べると画質がかなり向上しています。筆者は、H.264はまだこれから発展できるという研究者の意見も聞いたことがあります。しかし、そのH.264の性能向上を持ってしても、4Kへのキャッチアップは難しかったのです。

そこで登場したのが「H.265」\*3という新しいCODECです。このH.265は開発時には「High Efficiency Video Coding (HEVC)」と呼ばれていました。H.265とHEVCとは同じものです。その名のとおり高効率で圧縮ができるもので、この10年間のCPU技術の向上を前提とし、動画圧縮に求められる計算量の増加を見越した規格となっています。またH.265はH.264の2倍の効率があると言われていました。2倍の効率とはつまり2倍のデータをH.264と同じ帯域で送る

\*2 H.264: Advanced video coding for generic audiovisual service (<http://www.itu.int/rec/T-REC-H.264/e>).

\*3 H.265: High efficiency video coding (<http://www.itu.int/rec/T-REC-H.265/e>).

ことができたり、H.264と同等の品質であってもファイルサイズは半分になるということを意味します。

現在、CODEC技術を持つメーカーは全力でH.265の性能向上に励んでいます。言い換えると、今後H.264 CODECに各社の更なる開発の手が加わることは考えにくいです(手を動かしているのは同じ開発者です)。結果として、H.264 CODECは現段階でかなり成熟しているといえることができるでしょう。

## 2.4 4K

4Kは、HD(High Definition)と比較してデータ量が非常に増えており、画角が4倍、フレームレートが2倍と、計8倍のデータ量があります。このままでは到底、放送や通信を用いて映像を配信することはできません。

限られた帯域しかない通信路においてデータが高い効率で圧縮されることは、より多くのユーザへの配信が可能となることを意味します。また帯域に限りがあるのは通信の世界だけではなく、放送においても同じことが言えます。多くのチャンネル数を確保するためには、1つのチャンネルが占有する帯域は少ない方が好ましいのです。日本においては4K放送でH.265の採用が決まり、現在試験放送が始まっています。また、今後次々と登場してくる通信を用いた4K映像サービスでも、H.265がCODECとして採用されています。どちらも「4Kを配信するためにはH.265の利用がマストである」と捉えられています。このように、H.265は4Kのインプラヤーとなりました。

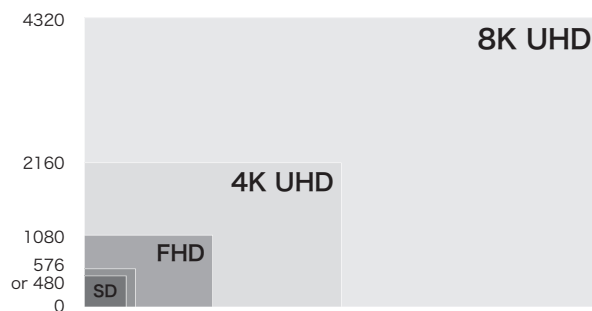


図-2 解像度の比較

## 2.5 MPEG-DASH

一方、インターネットでの配信方法は大きな変革期を迎えました。2000年代はIETFで標準化されたRTSP(Real Time Streaming Protocol)や、メーカー独自方式であるMMS(Microsoft Media Server)、RTMP(Real Time Messaging Protocol)が広く使われていました。これらはデータのトランスポートには基本的にUDPを使い、ファイアウォールを越す必要がある際にはHTTPでカプセルリングするということをしていました。しかし2010年代に入りストリーミングを直接HTTPを用いて配信する方法、つまりUDPを使わないプロトコルに移行してきました。

そもそも、HTTPでストリーミングを実装した先駆けはAppleが提案したHTTP Live Streaming(HLS)<sup>\*4</sup>です。Appleはこの規格を2009年以来IETFで提案していますが、ワーキンググループでの採択はされておらず、個人名義でのインターネットドラフト<sup>\*5</sup>が刊行され続けていますので、RFCにはなっていません。「ビデオデータを数秒に1度のセグメントに分割しWebサーバに配置。クライアントにはそのセグメントファイルを再生するためのURI(マニフェストと呼ばれる)をリストにして配布する」という非常にシンプルな構成で考えられています。実装はさほど難しくなく、多くのメーカーがこの方式に対応しました。一方HLSはインターネットの基準であるRFCになっておらず、規格がAppleのみによって定められるという状態が続いています。ストリーミングで必要とされているDRMもその規定はなく、ごく単純な暗号化しか定義されていません。全面的に依存すると、Appleの方針に従うほかなくなります。私見ですが、Appleは時折自分でルールを変える行動を起こします。そのリスクがHLSに波及しないかどうかを多くの会社が注視しているのではないのでしょうか。

例えば、Microsoftが提案したSmooth Streaming<sup>\*6</sup>もやはりHTTPストリーミングを採用していました。しかし、同社がMPEG-DASHを推進するようになって、新たに採用される数は減っていきました。Smooth StreamingはRich Internet Application(RIA)であるSilverlightの一部として

\*4 HLS: HTTP Live Streaming(<https://developer.apple.com/streaming/>).

\*5 HTTP Live Streaming draft-pantos-http-live-streaming(<https://datatracker.ietf.org/doc/draft-pantos-http-live-streaming/>).

\*6 IIS Smooth Streaming Technical Overview(<http://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=17678>).

開発されていましたが、同アプリケーションの開発停止に伴いフォーマットとしての命運は尽きたと言えます。

Adobeが提案しているHTTP Dynamic Streaming (HDS)<sup>\*7</sup>にあっても、状況は同じです。特定の会社が標準化を踏まえ提案する技術を全面的に採用すると、ベンダーロックインのリスクが発生します。ましてストリーミング業界はここ数年でプロプラエタリなプロトコルからHTTPへ移行を開始したばかりです。自分ですべてが見渡せるクリーンな技術を求める空気がより強いかもしれません。

MPEG-DASH<sup>\*8</sup>はこのような状況に対するアンチテーゼとして生まれてきました。似たような技術であるにも関わら

ず、HLS、Smooth Streaming、HDSはそれぞれ異なったセグメント方法とマニフェストを採用しています。すると、再生クライアントやSTBは似たようなHTTPストリーミング方式であるにも関わらずそれぞれを実装するか、あるいは取捨選択を迫られてしまいます。このような状況を見て、ISO/IECのワーキンググループであるMPEG(Moving Picture Experts Group)は特定メーカーによるフォーマットによらない標準規格の策定に乗り出しました。2009年にRequest For Proposalが発行され、最終的に3GPP(Third Generation Partnership Project)が提案した方式が採用されました。MPEG-DASHとはDynamic Adaptive Streaming over HTTPの略です。ストリーミングプロトコルには標準化された規格であるHTTPを採用。更に、クライアントの受信状況

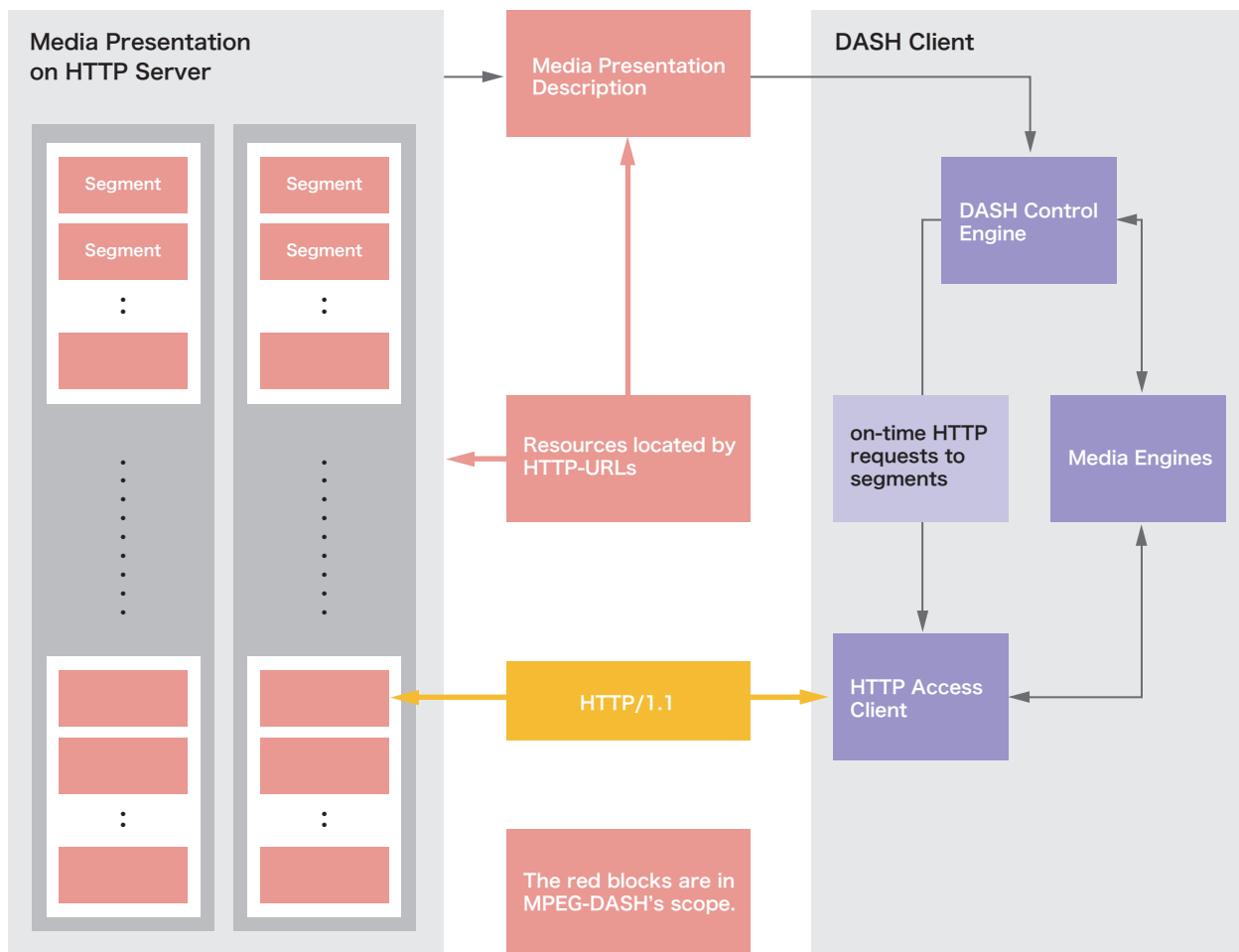


図-3 MPEG-DASH

\*7 HDS: HTTP Dynamic Streaming (<http://www.adobe.com/jp/products/hds-dynamic-streaming.html>).

\*8 MPEG-DASH ISO/IEC 23009-1:2014 Dynamic adaptive streaming over HTTP (DASH) -- Part 1: Media presentation description and segment formats ([http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue\\_tc/catalogue\\_detail.htm?csnumber=65274](http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=65274)).

に応じてストリームを選択できるAdaptive Bitrateを採用しています。サーバ側で複数の帯域のストリームを用意しておくだけで、クライアント主導でストリームを切り替えることができるようになります。サーバ側での実装はまったく不要であり、クライアント側の総合的な環境変化に細やかに応じることができるため、Adaptive Bitrateは広く受け入れられる方式になっています。また複数のDRM方式の適用が可能であるなど、MPEG-DASHは今日の配信に求められる要求を幅広く備えています。

MPEG-DASHはまずヨーロッパで火が付き、今では世界的に採用が相次いでいます。普及促進を図るDASH Industry Forum<sup>\*9</sup>という団体もあり、NAB ShowやIBCといった放送業界向けの大規模カンファレンスでセミナーを開催するなど精力的な活動が目立ちます。日本ではIJJが他に先駆け2014年3月に実施された「東京・春・音楽祭」においてMPEG-DASHとH.265を用いたストリーミング配信を実施しました。これは最新技術をいち早く現場に応用した最新鋭の試みであり、複数のメーカ技術を組み合わせて実現

したものです。MPEG-DASHに対応したエンコーダやサーバの数は増えてきています。標準規格を選択することで多くのメーカが参入し、ユーザ側に選択の自由が生まれ、競争も促進されます。MPEG-DASHはマーケットを形成しつつあり、普及期に入ったといってもよいでしょう。

## 2.6 甲子園実例

朝日放送が取り組んでいる夏の甲子園のWeb展開において、IJJはストリーミング配信サービスを提供しています。朝日放送の特設Webサイトには例年大量のアクセスがあり、その多くがストリーミングのライブ配信を受信しています。これを混雑なしにストリーミング提供するため、IJJの大容量のCDNサービス(IJJ大規模配信サービス・マルチデバイスストリーミング/Live)をご採用いただきました。

2014年の取り組みでは、配信プロトコルはHLS(モバイルデバイス向け)とHDS(PC向け)を利用しました。これら二

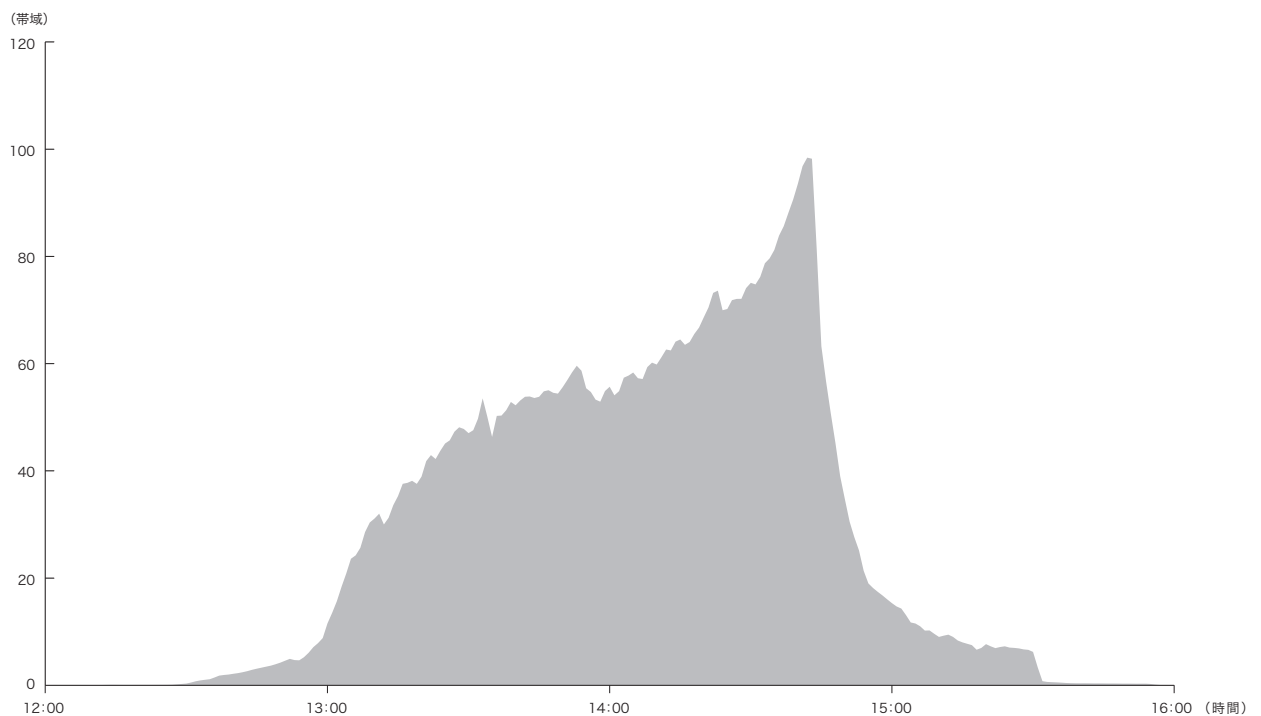


図-4 2014年8月25日 甲子園中継決勝戦のトラフィックグラフ

\*9 DASHIF:DASH Industry Forum(<http://dashif.org/>)。

方式のプロトコルをひとつのプラットフォームから配信しています。朝日放送では映像をエンコーディングし、IJJのインジェストサーバへアップロードします。この段階で使われているプロトコルはRTMPです。IJJのサーバはクライアントからのリクエストを判断し、on-the-flyでHLS/HDSの出し分けをしています。お客様側でHLSとHDSの2つのプロトコルのストリームを用意する必要がなく、かつお客様手持ちのRTMP対応エンコーダを継続して用いることができるため、この機能は好評をいただいています。

今回一番注目を集めた技術は広告挿入です。野球のインニングの間に、朝日放送からのトリガーで広告ムービーを差し込むという事が行われました。今回は全ユーザに同じ広告を差し込みましたが、クライアントのIPアドレスやCookie、ユーザ認証などの技術と併用することで、広告のパーソナライゼーションが簡単に可能になります。冒頭に述べたように、今後のストリーミングビジネスではモバイルデバイスへの配信が大きなマーケットになります。モバイルデバイスは非常にパーソナルな存在ですので、そのような端末に対して広告挿入のカスタマイズができるということはビジネス上大きな可能性をもたらすと考えられています。

また、朝日放送としてモバイル向け甲子園中継は初の試みになりました。こうした試みを支えるのは、やはり安定した配

信です。配信がすぐに途切れたりすると、ユーザのストリーミング滞在時間は減少してしまいます。ビジネス上の機会損失に直結しますので、サービス提供者としては細心の注意を払いサーバの安定運用に努めなければなりません。

## 2.7 おわりに

ストリーミング技術はこのように標準規格の中で定められ、より大規模に発展していくものとなりました。HTTPはCDNへの適合性の向上やNAT/ファイアウォールフレンドリーになるなどのメリットをもたらしました。キャッシュサーバとの親和性も高いと考えられています。現在ではHTTP/2を用いたストリーミングを検討する動きもあります。一方、MPEG-DASHには国際標準をサポートする業界の支援（ツールやソリューションの提供）が受けやすくなるというメリットがあります。H.265も同様です。

IJJでは、今後もこうした最新技術のキャッチアップとサービス・ソリューションロールアウトを図っていきます。またIJJ技術研究所とのコラボレーションを進め、ストリーミングの配信をより大規模に、より安定させるための技術研究を進めていきます。

執筆者:



山本 文治(やまもと ぶんじ)

IJJ プロダクト本部プロダクト推進部企画業務課 シニアエンジニア。1995年にIJJメディアコミュニケーションズに入社。2005年よりIJJに勤務。主にストリーミング技術開発に従事。同技術を議論するStreams-JP Mailing Listを主催するなど、市場の発展に貢献。