

Technology Reports

再生エンジン

QoE

品質向上

マルチメディアサービスのさらなる品質向上 を実現する新プラットフォーム技術 —MediaSDKソフトウェアライブラリの開発—

移動機開発部 おかだ ぎんべい あさい かずき お ゆんさん
岡田 銀平 浅井 一輝 呉 潤相

dTV[®]*1, dTVチャンネル[®]*2, dアニメストア[®]*3, ひかりTV[®]*4 forドコモのマルチメディアサービスアプリには、ストリーミング処理など、サービスに必要な機能を共通化したMediaSDKというソフトウェアライブラリを搭載している。それは、ビデオ、オーディオ配信に必要な再生エンジンであり、サービス利用者が実感する再生クオリティに大きく影響することから、その開発は、ドコモのメディアサービスの品質向上に大きく寄与する。本稿ではMediaSDKの概要、ならびに当該ソフトウェアの品質向上のための取組みについて解説する。

1. まえがき

環境変化が大きく、競争も激しい映像配信サービスにおいて、これまでドコモは個々にサービス、アプリケーション開発を行っていたが、効率において課題があった。そこで、メディア系アプリの共通的な機能（表1）をMediaSDK（Software Development Kit）という共通ライブラリとして開発することで、開発効率・品質・メンテナンス性の向上を図っている。

ドコモでは①ソフトウェア自体の品質、②ストリーミング*5体感品質（QoE：Quality of Experience）の観点でMediaSDKの品質向上に取り組んで

いる。本稿では、ソフトウェア品質向上のための開発手法、QoE向上のための品質データ分析の取組みについて解説する。加えて、課題と今後実施予定の取組みについても紹介する。

2. MediaSDK開発手法

現在ドコモは、以下のサービス向けにMediaSDKを提供している（表2）。MediaSDKの提供先サービスが複数存在することで、ハードウェア、OS、デジタル著作権保護（DRM：Digital Rights Management）*6方式、エンコード設定、コンテンツフォーマット等がサービスごとに異なるため、それぞれの

©2019 NTT DOCOMO, INC.
本誌掲載記事の無断転載を禁じます。

- *1 dTV[®]：(株)NTTドコモの登録商標。
- *2 dTVチャンネル[®]：(株)NTTドコモの登録商標。
- *3 dアニメストア[®]：KDDI(株)の登録商標。
- *4 ひかりTV[®]：(株)NTTぷららの登録商標。
- *5 ストリーミング：NW上で音声や映像データを送受信するときの通信方法の一種。データを受信しながら、同時に再生を行う。

表1 MediaSDK搭載機能概要

分 類	詳 細
対応メディア	ビデオ、オーディオ、字幕
配信形式	ストリーミング再生、ローカル再生
サービスモデル	リニアライブ再生、ライブの追っかけ再生、VoD
配信品質調整	変動ビットレート（Adaptive Bitrate Streaming）、固定ビットレート
再生機能	再生速度調整（0.5～32倍速）、一時停止・シーク、早送り・巻戻し
対応デバイス	Android、Android TV、iOS/tvOS™、ウェブブラウザ
著作権保護	デバイス搭載DRM利用（PlayReady、Widevine、FairPlayなど）
コーデック	ハードウェアデコーダ利用（H.264、H.265など）
データ分析	体感品質（QoE）データレポート機能
API	OSごとのアプリケーション開発者向けのAPI提供
その他	HDR、ハイレゾオーディオなど、デバイス提供機能の連携

VoD：Video on Demand
tvOS™：Apple Inc. の商標。

表2 提供サービス（2018年12月現在）

サービス名	Android	iOS	PC (HTML5)
dTV	○	—	—
dアニメストア	○	—	—
dTVチャンネル	○	○	○
ドコモテレビターミナル®ホームアプリ	○	—	—
ひかりTV for docomo	○	—	—
他社VoDサービス（サービス名非公開）	○	—	○

ドコモテレビターミナル®：(株)NTTドコモの登録商標。

対応が必要となる。またMediaSDKは、各サービスからの多様な要件への臨機応変な対応や、頻繁なリリースが求められている。

2.1 クロスプラットフォーム対応

MediaSDKはビデオ・オーディオ再生に必要な機能と、それを各サービス向けにカスタマイズするた

めのプラグイン機能で構成されている。通常、新規にアプリケーションを開発する場合には、OSに複雑な処理の実装が必要になるが、MediaSDKではそれらの複雑な処理をモジュール化し、API（Application Programming Interface）*7構成も共通化させている。これによりサービスアプリケーションの開発者が容易に開発できるようにしている。

*6 デジタル著作権管理（DRM）：デジタルコンテンツの著作権を保護するために、再配布制限や不正コピー防止などの管理を行う機能の総称。

*7 API：OSやミドルウェアなどが提供する機能を、他のソフトウェアが利用するためのインタフェース。

プラグインの場合、Android™*8、iOS*9、PCなど、複数のプラットフォーム上での効率的な開発が必要となるため、MediaSDKのソフトウェア構成上の特徴として、クロスプラットフォーム共通ロジック部はJavaScript*10言語が用いられ、OSをまたぐ共通化が可能となっている（図1）。

サービスごとでソフトウェアのロジックを変更する場合は、このJavascript部分のみアップデートすることで対応できる（表3）。また、最近ではスマートフォンの場合、AndroidだけではなくApple社のiOSも含め、アプリケーションストア（AppStore®*11、Google Play™*12など）への配信後も、「本来のアプリケーションの機能を主目的に変えない」、「違うス

トアフロントを作らない」、「セキュリティを担保する」などの条件を満たすのであれば、アプリケーション自体を替えなくてもJavascriptなどのスクリプト*13の上書きにより、一部のロジックやパラメータの変更が許容されている。この流れに従って、MediaSDKでは、サーバから配信するJavascriptプラグインのホットパッチでアプリケーションの動作を変更することができる。

2.2 アジャイル開発の取組み

MediaSDKは複数サービスからの開発要望を同時並行で受付し、頻繁な機能リリースが求められている。通常のウォーターフォール開発*14スキームでは

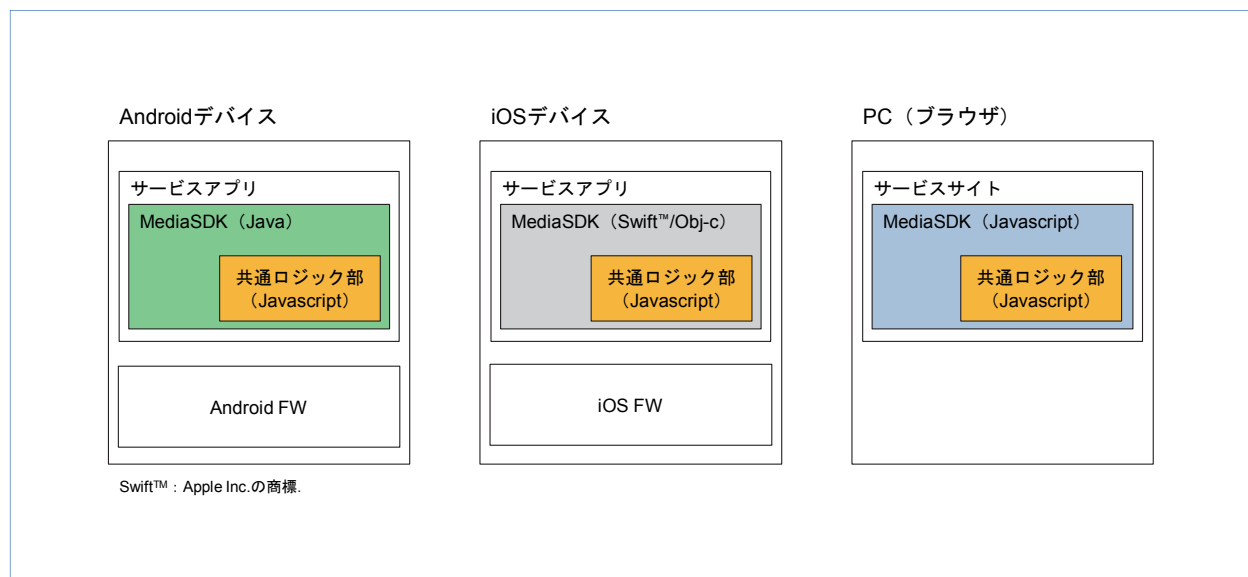


図1 MediaSDKのソフトウェア構成

表3 Javascriptプラグイン

プラグイン種類	詳細
QoEプラグイン	QoEの品質レポート送信とレポートデータの変更
ABRプラグイン	変動ビットレートの調整ロジック変更
Networkプラグイン	コンテンツサーバの接続先変更
DRMプラグイン	利用DRMの変更

*8 Android™：米国Google, LLC.の商標または登録商標。
 *9 iOS：米国およびその他の国におけるCisco社の商標または登録商標であり、ライセンスに基づき使用されている。
 *10 JavaScript：Webブラウザなどでの利用に適したスクリプト言語。JavaScriptは、Oracle Corp. およびその子会社、関連会社の米国およびその他の国における登録商標または商標。

*11 App Store®：米国および他の国々で登録されたApple Inc. の商標。
 *12 Google Play™：GoogleのAndroid端末向けアプリケーション・映画・音楽・書籍の配信サービス。Google Play™は、米国Google, Inc. の商標または登録商標。

対応しきれないため、アジャイル開発^{*15}（Scrum開発^{*16}）を行っている。アジャイル開発スキームを導入したことにより、実際に、2017年度は評価版含めて年間20回のリリースを行っている。

2.3 試験・リリースの自動化

年間20回ものリリースを実現するためには、高頻度にソフトウェア評価を行う必要があるが、手動で試験を行うと開発に稼働を回すことができない。そこで試験の93.2%（2,750項目）を自動化し、評価にかかる稼働を削減している。

また、リリース物（ライブラリ、サンプルアプリ、ポーティングガイド、API仕様書）についても1ク

リックでGit^{*17}などのSource Repository^{*18}システムと連動して自動生成できるようにし、リリース物を作成する稼働の低減を実現している。SDKリリース物作成作業の自動化イメージを図2に示す。

2.4 端末機能（デコーダ・DRM）との連携

MediaSDKでは、各OS・端末がサポートしているセキュアなDRM方式やデコーダを使って再生できるように設計としており、DRM方式も昨今一般的に使われているWidevineTM^{*19}/PlayReady[®]^{*20}/FairPlay[®]^{*21}などをサポートし、PCブラウザ含めた幅広いデバイスでサービス提供が行えるように開発している。そのため、各サービスで表4のように高

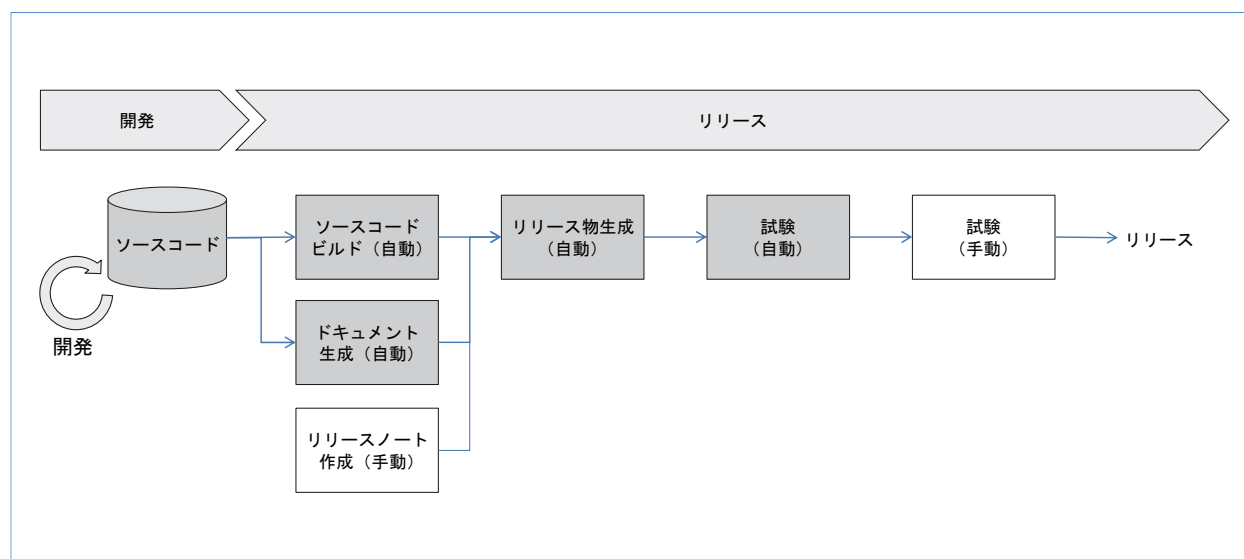


図2 SDKリリース物作成作業の自動化イメージ

表4 高セキュリティレベルの著作権保護技術適用の例

サービス名	コンテンツ	備考
dTV	4K HDR10	
dTVチャンネル	Dolby Atmos [®]	2018/8/25-26 a-nationライブ配信
ひかりTV for docomo	Dolby Vision [®] HDR	

HDR：High Dynamic Range

Dolby Atmos[®]：Dolby AtmosおよびDolby Visionはドルビーラボラトリーズの登録商標。

^{*13} スクリプト：単純な処理を行うプログラムを記述するための、簡易プログラミング言語をスクリプト言語といい、そのスクリプト言語で記述されたプログラムをスクリプトと呼ぶ。

^{*14} ウォーターフォール開発：要件定義、設計、実装、評価を工程ごとに順序立てて実施していく開発手法。

^{*15} アジャイル開発：アジャイル開発宣言に基づく開発方法論であ

り、迅速かつ適応的にソフトウェア開発を行う軽量な開発手法群の総称。

^{*16} Scrum開発：アジャイル開発手法のうちの1つ。

^{*17} Git：ソースコード管理ツールの1つ。

^{*18} Source Repository：ソースコードが保存されている領域。

^{*19} WidevineTM：米国Google, Inc. の商標または登録商標。

いセキュリティレベルの著作権保護技術の提供が必要な高画質・高音質コンテンツの配信もスムーズに実現することができている。

一方で、特にAndroid端末は機種や搭載されているチップセット^{*22}などによって、再生に関する性能や品質にバラつきがあり、ユーザが体感するサービス品質に影響する場合も考えられる。

3. 品質データ分析の取組み

MediaSDKではソフトウェア開発時の品質管理以外にも、商用リリース後のさらなるサービス品質向上を実現するための仕組みが存在する。そうした保守運用の観点からの品質管理を実現するプラグイン機能を以下に述べる。

3.1 再生品質データ収集

ここでは、QoEプラグインとABR (Adaptive Bitrates)^{*23}プラグインの2つの機能の運用によるユーザの体感品質向上の取組みについて具体的に解説する。前者は動画再生時の品質に関するデータを収集し分析可能な土台を作ることで、後者はABRのロ

ジックを変更する際に用いることでQoE向上の実現を可能とする。

QoE, ABRプラグインの運用システムイメージを図3に、また、QoEプラグインからレポート可能なメディアの再生品質データの例を表5に示す。

QoEプラグインからのデータはJSON^{*24}フォーマットで構成しており、その量は、dアニメストアの場合、2018年12月現在、24時間当たり30GB程度 (Androidスマートフォンの全ユーザ) のデータが収集されている。この収集したデータを解析し、再生品質向上のための課題を抽出、さらに抽出された課題を、ABRプラグインを用いて再生ロジックに反映し、再生品質向上を実現することができる。

3.2 再生品質データ解析

MediaSDKの保守運用ではPDCA (Plan, Do, Check, Act) サイクル^{*25}の手法を導入しており、それに基づいた品質データの解析による再生品質向上のプロセスを述べる (表6)。

(1) 計画

まず、QoEプラグインからレポートされたデータは、サーバで加工され、可視化が行われる。再生品

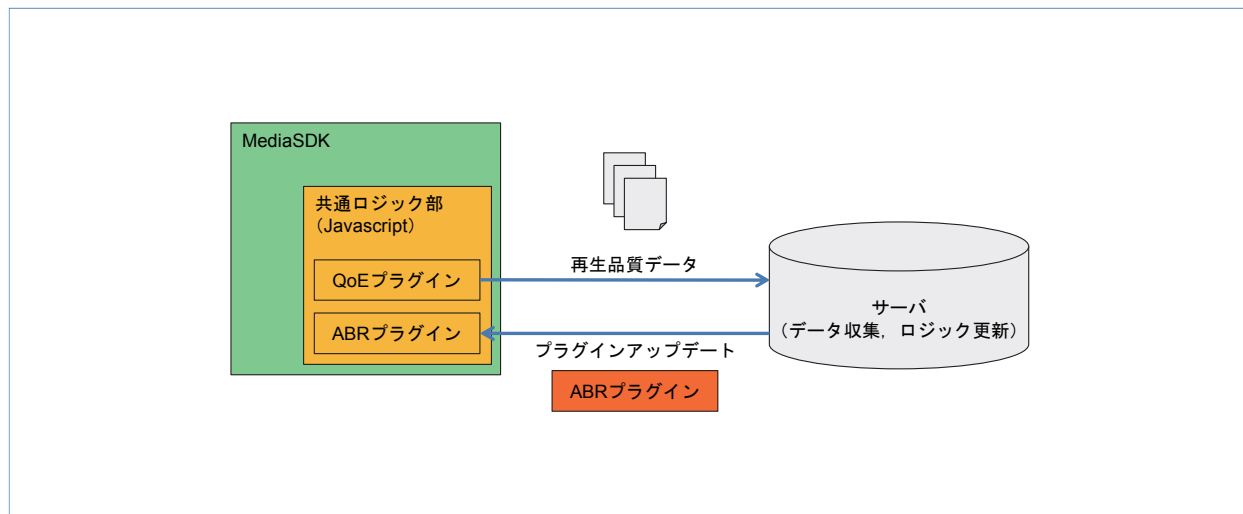


図3 QoE, ABRプラグインの運用システムイメージ

*20 PlayReady®：米国Microsoft Corporationの米国およびその他の国における商標または登録商標。

*21 FairPlay®：米国および他の国々で登録されたApple Inc. の商標。

*22 チップセット：移動端末ソフトウェアや各種ハードウェアの処理を制御するための装置。CPUおよび制御回路を含む一連の装置をまとめてチップセットと呼ぶ。

*23 ABR：通信速度に合わせ画質を動的に変更して再生する技術。

*24 JSON：JavaScriptのオブジェクト記述に基づくデータ記述言語。

*25 PDCAサイクル：業務を円滑に進めるための手法のこと。PDCAサイクルでは、①Plan（計画）、②Do（実施）、③Check（効果測定）、④Act（改善）の4つのステップを継続的に繰返し実施することが求められる。

質状況の可視化の例を表7に示す。

可視化されたデータの分析により、ユーザの体感品質が分かるようになる。その次のステップとして、改善が必要な目標値を設定する。主な改善指標は「再生スタート時にかかる時間」「再生途中の再バッ

ファリング時間」「ABRの選択画質の調整」などがある。

(2)実 行

ABRロジックにより選択画質などを変更することで再生が最適化され、バッファリング時間が短縮

表5 再生品質レポートデータの例

データ	詳 細
Startup Time	最初の動画フレームの再生開始までにかかる時間
Buffered Duration	キャッシュされているバッファ継続時間
Download Time	動画データセグメントのダウンロードにかかった時間
Size	ダウンロードするセグメントのサイズ
Consecutive Drops	連続するフレームドロップ数（端末性能の測定値）
Action	ユーザイベント
Network Errors	再生中のネットワークエラー
その他	その他、QoE関連のデータのレポートを行う

表6 PDCAサイクルによる保守運用

Plan計画	データの可視化によるデータ解析から改善目標を具体化する。仮説に基づき、データ解析から改善案検討を行う。
Do実行	計画段階での検討結果をベースに改善版ソフトウェアを作成
Check評価	既存のソフトウェアと改善版とのA/Bテスト実施と結果の評価
Action改善	A/Bテスト結果に基づいたソフトウェアのアップデート

表7 再生品質可視化の例

再生品質指標	詳 細
平均再生時間	各再生セッションの平均（再生時間合計／再生セッション総数）
平均バッファサイズ	再生前にデバイスにたまるデータのサイズ
エラー発生件数、頻度	エラー発生の傾向
スタート時間	ユーザの再生開始操作から実際の開始までにかかる時間
スピード	ユーザ側のネットワーク環境のスループット
ビットレート比率	ABRロジックにより選択されている画質・音質傾向
フレームドロップ	端末性能により処理できないデータ発生率

される。ABRプラグイン自体はすべてのアプリケーションにも適用可能だが、特定のグループ（ISP（Internet Service Provider）ごと、デバイス機種ごと、OSごとなど）向けにカスタマイズしたロジックの適用も可能であるため、それぞれのケースを考慮して案を作成する。

(3) 評価

作成したABRプラグインを特定のユーザグループに配信し、既存ロジックとの品質の比較評価を行う（A/Bテスト）。評価は前述した可視化で実施できるため、表7の品質指標を主な評価項目として用いる。ABRプラグインのA/Bテストのイメージを図4で示す。

(4) 改善

再生品質の評価結果から最適な再生ロジックのABRプラグインを選択し、随時プレーヤに反映することでさらなる品質向上が期待できる。PDCAサイクルのプロセスは一回でとどまらず、反復させることでさらなる品質改善の実施が可能である。

3.3 再生品質の総合評価

前述の品質データの収集、分析の取組みによる品

質改善のPDCAサイクルプロセスを進めるために、品質指標結果の優劣を適切に判断する必要がある。一方で、評価を行う変数である品質指標は数が多く、また動画再生においては各々の変数がトレードオフの関係にあるものが多い。片方の指標値を改善することで別の指標値が劣化してしまうなど、A/Bテストの公正な優劣の判断が難しいケースが存在する。

そこでNTTネットワーク基盤技術研究所の再生品質評価技術 [1] を採用し、総合的な評価を行っている。[1] の技術では動画再生時のバッファリングや再生したメディアの画質情報等を用いて1～5点の総合的なQoE値を算出することができる。このQoE値を比較し、最大化させるようにPDCAサイクルを回すことでユーザ満足度の最大化が実現可能となる。

4. 課題

4.1 端末性能差分

ストリーミング再生の性能は端末の性能に大きく依存するため、ABRアルゴリズムの改善だけでは大幅に改善しないことも想定される。特にAndroid

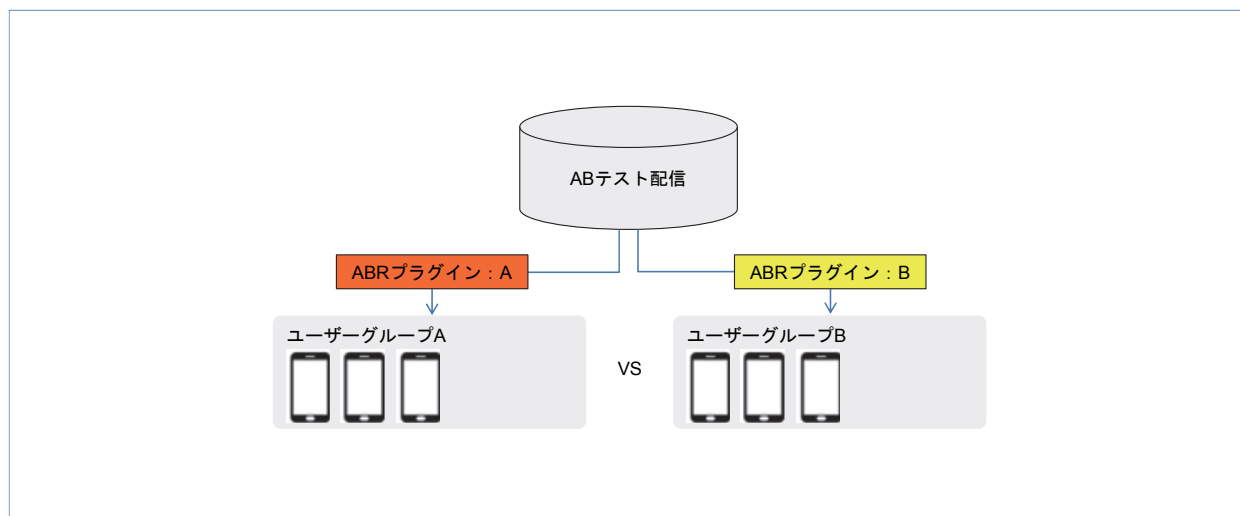


図4 ABRプラグインのA/Bテストイメージ

端末の場合、動画サービスに必要な機能（デコード、DRM暗号処理、など）の品質や性能がメーカーごとにバラツキもあるため、一律的な改善の適用が難しいケースも存在する。そのため、再生時の端末性能を測定し、性能に適したアルゴリズムを適用する方法を検討する予定である。

4.2 システム全体の最適化

本稿では再生品質の改善について述べてきたが、QoEを構成する各指標値は、CDN（Contents Delivery Network）^{*26}、配信サーバ、コンテンツのエンコーディング方式など他の要素にも依存している。そこで、サーバ・クライアント・コンテンツのさまざまな組合せでA/Bテストを繰り返し、サービスのシステム全体としての最適化を図っていく予定である。

4.3 PDCAサイクルの効率化

これまで述べてきたA/Bテストなどの取組みは、現状はすべて人為的なオペレーションが必要である。しかしながら、今後は、QoE値など定量的なスコア

やAI技術の進歩によりデータ分析の自動化が促進され、PDCAサイクルの効率化を実現し、映像配信サービスの品質の自動改善に取り組んでいく。

5. あとがき

本稿では、ドコモのマルチメディアサービスアプリに搭載されているソフトウェアライブラリの開発手法および品質向上について概説した。アジャイル開発スキームの導入により柔軟なクロスプラットフォームを開発した。またリリースの自動化により稼働の削減、さらなる効率化を達成した。再生品質データの分析にはNTTネットワーク基盤技術研究所のQoE可視化技術を採用し、分析・評価・改善を繰り返すPDCAサイクルを通じて今後さらなる品質向上をめざす。

文 献

- [1] K. Yamagashi and T. Hayashi: "Parametric Quality Estimation Model for Adaptive Bitrate Streaming Services," IEEE Transactions on Multimedia, Vol.19, No.7, pp.1545-2557, Feb. 2017.

^{*26} CDN：ファイルサイズの大きい画像・動画を高速かつ安定して配信するために最適化されたネットワークソリューション。