2章 HTML5によるメディア配信の標準化動向

芦村 和幸[†]

キーワード：Web標準, Open Web Platform, HTML5, MSE, EME

1. まえがき

時代とともにWebで扱うコンテンツは多様化しマルチメディア対応かつインタラクティブなコンテンツの需要が飛躍的に増加してきた。その結果、Webコンテンツは、単なる「Webページ」から「Webアプリケーション」へと変遷を遂げた。本稿では、まず、Web技術とWorld Wide Web Consortium (W3C)によるその国際的標準化について概観した上で、マルチメディア対応かつインタラクティブなWebアプリケーション開発のプラットフォームとして利用されているHTML5について解説する。さらに、近年ますます広がりを見せるWebアプリケーション用のさまざまな端末機器の例としてテレビに着目した上で、HTML5によるメディア配信の標準化動向について説明するとともに、今後の展望について述べる。

2. Web技術とW3Cによる国際標準化

2.1 Web技術の変遷

Webは世界中で共通的に利用されるがゆえに、その相互運用性(Interoperability)、国際化(Internationalization)、入出力方法の多様性(Multi-Modality)、および利用者への親和性(Accessibility)を保証する必要がある。そのために、W3C¹⁾等による国際的な技術標準化が継続して行われている。そのWebへのアクセス方法としてWebブラウザが開発され、各種端末上の表示装置およびブラウザ・ソフトウェアの差分を吸収するため、そして開発者が容易にWebアプリケーションの開発を行うことができるように、Hypertext Markup Language (HTML)^{2)~4)}が標準化され利用されてきた。一方で、時代とともにWebで扱うコンテンツは多様化し、マルチメディア対応かつインタラクティブなコンテンツの需要が飛躍的に増加した結果、Webコンテンツは、単なる「Webページ」から「Webアプリケーション」

へと変遷を遂げ、さらに、その利用環境も携帯機器や家電機器へと範囲を広げており、これにより、Webコンテンツを従来の方法で表現することが難しくなっている。

開発者はこのようなWeb利用の進化に合わせるため、独自の手法を使って対応するようになっていったが、それが逆にコンテンツ普及の妨げになるという面も合わせ持っていた。そこで、2008年に新しいWebアプリケーション記述言語としてHTML5^{5) 6)}の策定が開始され、近年ではPCのみならず、iPhone、Android等、いわゆるスマートフォンを含めた各種デバイスにおけるWebアプリケーションの利用が広がっている。

2.2 W3CによるWeb技術の標準化

W3C¹⁾は、Webの可能性を最大限に導き出すことを目的として、Web技術発明者であるTim Berners-Leeにより創設された産業コンソーシアムであり、アメリカのマサチューセッツ工科大学計算機科学人工知能研究所(MIT/CSAIL)、フランスに本部を置く欧州情報処理数学研究コンソーシアム(ERCIM)、日本の慶應義塾大学(Keio)、および中国の北京航空航天大学(Beihang)という4ホスト機関により共同運営されている。

なお、W3Cの標準仕様策定活動は、Working Group (WG)、Interest Group (IG)、Business Group (BG)、Community Group (CG)等のグループ単位で取組まれる。WGが具体的な技術仕様やガイドラインの策定を行う一方で、IGは仕様策定の基礎となる要求仕様項目の検討を行う。また、BGはWeb技術のビジネス応用に関する議論を行い、CGはW3C以外の標準化団体や各種Webコミュニティ等との連携を含めた基本検討を行う。

3. Webによるメディア配信とその課題

3.1 コンテンツ流通メディアとしてのWeb

時代とともにWebで扱うコンテンツは多様化しマルチメディア対応かつインタラクティブなコンテンツの需要が飛躍的に増加してきた。その結果、図1に示す通り、Webコンテンツは、単なる「Webページ」から「Webアプリケーション」へと変遷を遂げ、さまざまな分野に応用されている。

[†]慶應義塾大学 大学院政策・メディア研究科/World Wide Web Consortium (W3C)

"Media Distribution Using HTML5 and Related Web Standards" by Kazuyuki Ashimura (Keio University Graduate School of Media and Governance, Kanagawa/World Wide Web Consortium (W3C))

図1 Evolution of Web Contents

3.2 HTML5とOpen Web Platform

2008年以降、より表現力豊かなWebアプリケーションを実現するための開発環境としてHTML5が標準化されている。HTML5には、従前のHTMLが持つ基本的なGUI機能に対して以下のような機能が追加されており、音声・動画等の動的な情報やWebと利用者との相互的なやりとりに対応したものとなっているため、さまざまなWebアプリケーションでの利用が期待されている。

- ・Video⁷⁾ およびAudio⁸⁾：プラグインを使わずに動画や音声を再生
- ・Canvas⁷⁾：2次元画像描画
- ・Drag & Drop⁷⁾：画像およびテキストの移動・編集
- ・WebSocket^{7) 9) 10)}：インタラクティブなアプリケーション構築に必要な、リアルタイムかつ全二重の通信
- ・Web Storage⁷⁾：ローカルクライアント上のWebブラウザ内でデータ保存
- ・Web Workers⁷⁾：Webブラウザ上でのマルチプロセス

なお、W3Cでは、HTML5仕様を中心とする各種Web標準仕様を含めたWebアプリケーション開発のためのプラットフォームのことを“Open Web Platform”と呼んでいる。

3.3 HTML5によるメディア配信

近年、Webアプリケーション利用のための入出力端末はPCに限らず、携帯電話、電子書籍等、さまざまな機器が利用されるようになってきている。また、デジタルテレビにおいては、コンテンツ記述とそのレイアウトのためにWeb技術が利用されるようになってきており、Webの能力をさまざまな機器へ対応するよう拡張することが急務とされている。さらに、テレビとタブレット端末等、複数の機器を連携させた高度なサービス（いわゆる「セカンドスクリーン」）に対するニーズも高まっており、開発者に負担のかからない形で、ネットワーク越しに複数機器を連携させる仕組みが必要とされている。

これに対してW3Cでは、まず、各機器の制御に必要なJavaScript APIを体系的に追加することによる機能拡張を

行うとともに、W3C Web&TV IG¹¹⁾において、2011年2月より、Webとテレビの連携に関する検討を進めている。Web&TV IGは、Web/放送/機器連携に関する技術的議論のための「場」として、Webサービスおよび放送サービスの関係性を含み、さまざまな既存の取組みを精査・分析することを目的としており、各種サービス提供のための具体的な要求仕様および想定される解決方法の文書化を行っている。

4. メディア配信に関連するWeb標準化議論

次世代のデジタルテレビに向けて、既存の放送モデルとは異なる、新しいインタラクティブなメディア配信モデルが必要とされており、Web技術は、そのユビキタス性およびスケーラビリティにより、さまざまな機器へのメディア配信のためのプラットフォームとして期待されている。その一方で、本格的なインタラクティブ放送を実現するためには、現状のHTML5に不足する機能がいくつかあり、それらをHTML5に対する拡張として追加することが提案されている。動的ストリーミング配信やコンテンツ保護がその例であり、動的ストリーミング配信のための技術であるMPEG-DASH (Dynamic Adaptive Streaming over HTTP) に対応するために、Media Source Extensions (MSE) 拡張¹³⁾が検討されており、コンテンツ保護のための技術であるCommon Encryptionに対応するために、Encrypted Media Extensions (EME) 拡張¹⁴⁾が検討されている。これらの拡張を行うことで、HTML5を核とした標準的な枠組でストリーミング配信とコンテンツ保護が可能となる。

以下では、上記のWeb標準検討に取組むメディア関連の各議論グループについて説明する。なお、図2に示す通り、メディア関連のWeb標準化議論は、Web&TV IG*を中心として取組まれているため、Web&TV IGでの議論を中心に解説する。

4.1 Web&TV IG

4.1.1 W3C ワークショップでの議論

Webとテレビのよりよい連携のための検討を進めるにあたっては、世界中の関連技術者から広く応用事例や要求項目に関する意見を集める必要があるため、Web&TV IGでは、今までに以下の4回の公開ワークショップを開催している。

- (1) 東京ワークショップ¹⁵⁾：2010年9月2・3日に慶應義塾大学三田キャンパスにて開催。Webと機器の連携全般（セカンドスクリーン等）について議論。
- (2) ベルリン・ワークショップ¹⁶⁾：2011年2月8・9日にベルリンのFraunhofer-FOKUSにて開催。Web上のビデオ配信（動的ストリーミング等）について議論。
- (3) ハリウッド・ワークショップ¹⁷⁾：2011年9月19・20日

* 2017年6月にMedia&Entertainment IG¹²⁾として改組の上、議論継続中。

図2 メディア関連議論グループ

にハリウッドのユニバーサルスタジオにて開催。テレビコンテンツ（コンテンツ保護等）について議論。

(4) ミュンヘン・ワークショップ¹⁸⁾：2014年3月12・13日にミュンヘンのIRTにて開催。ハイブリッドテレビサービスのための各種国際標準 (Hybridcast, HbbTV, ATSC等) と Web 標準との格差について議論。

4.1.2 タスクフォースによる詳細議論

Web&TV IGでは、上記ワークショップでの議論を受けて、専門委員会(タスクフォース：TF)を設立した上で各技術テーマごとに詳細な技術議論を行い、具体的な形で応用事例(Use Cases)および要求仕様(Requirements)を整理するとともに、次世代のテレビサービスに必要とされる機能と現状の技術との格差の分析を行ってきている。また、その分析結果にもとづいて、どのような形で既存のWeb標準を拡張するべきかの検討にも取り組んでいる。

以下では、これまでのWeb&TV IGの取組みとして、特に重要な、Home Network TF, Media Pipeline TFおよびCloud Browser TFの活動内容について概説する。

- ・ Home Network TF¹⁹⁾：2011年5～8月の活動期間中，ホームネットワークとWebの統合に関する検討を行い，その結果を“Requirements for Home Networking Scenarios IG Note”²⁰⁾として公開．議論の成果は，W3CのDeviceAPIs WGおよびWebApps WGに入力．
- ・ Media Pipeline TF²¹⁾：2011年9月～2012年7月の活動期間中，Web上でのビデオ配信に関する多種多様な問題分析を行った結果，動的ストリーミング(MPEG-

DASH) については“MPTF Requirements for Adaptive Bit Rate Streaming Draft²²⁾”を公開するとともに、HTML WG に対して、Media Source Extensions (MSE) 仕様¹³⁾への入力を行った。また、コンテンツ保護については“MPTF Requirements for Content Protection Draft”²³⁾を公開するとともに、HTML WG に対して、Encrypted Media Extensions (EME) 仕様¹⁴⁾への入力を行った。その結果、HTML5.1 仕様²⁴⁾およびその拡張仕様 (MSE¹³⁾、EME¹⁴⁾) の改善を行った。

- ・Cloud Browser TF²⁵⁾：HTML5を利用したメディア配信において、Set Top Box (STB) 等のシンクライアントを想定し、クラウドサーバ側でHTML5をレンダリングする機能 (Cloud Browser) に関して、基本アーキテクチャおよびユースケースについて検討。Cloud Browserの利用により、処理能力の劣る旧端末でも、最新のHTML5機能を利用可能となる。

4.2 TV Control WG

Web&TV IGのMedia API TFから、TV Control API CGを経て、2016年4月にTV Control WG²⁶⁾を設立。テレビ/ラジオチューナの制御用API定義について議論。各種スマートテレビ規格とWeb技術の互換性を考慮するとともに、W3C以外の標準化規格(Hybridcast, HbbTV, ATSC等)とも連携。W3C内では、車載メディアプレーヤー向けAPIに関して、Automotive BGと連携の上、TV Control API案²⁷⁾を作成。

4.3 Second Screen WG

Second Screen WG²⁸⁾では、Webコンテンツをリモートのディスプレイ上に表示する等、Second Screen（テレビに対するスマホのような、二つ目のスクリーン）の操作と同期に関して検討。Presentation API²⁹⁾およびRemote Playback API³⁰⁾を策定。なお、図2中の「TPAC」とは、年1回開催されるW3Cの技術総会であり、2013年のTPACにおけるBreakout（テーマごとの分科会）にて、Second Screenに関する議論が行われ、CGが設立された。

4.4 Web Media API CG

Web Media API CG³¹⁾では、メディア配信のために必要なWeb技術の最小セット(プロファイル)定義について、以下の観点から検討。

- ・ハードベンダのための規範的なAPI参照
- ・地域ごとに独自定義されたプロファイルの置き換え
- ・CTA WAVE (Web Application Video Ecosystem) Project³²⁾と連携

5. 今後の展望：Webへの期待と課題

Webプラットフォームは、OSやハードウェアに依存しない、アプリケーション（コンテンツ）開発・メディア配信・サービス提供のプラットフォームとして大変有望である。近年、テレビやPC等の既存の機器のみならず、ス

スマートフォン等の小型機器がメディア配信のクライアントとして一般的に利用されていることを考慮するならば、Webは、多くのユーザにとってメディアアクセスのスタート地点と言える。今後、Webを利用したメディア配信は、既存の放送の枠を越えて、よりインタラクティブな内容を持つゲームや仮想現実(VR)、あるいは各種トレーニング、エンジニアリング、コミュニケーション支援等、さまざまなユースケースへの応用が考えられる。

一方で、具体的なアプリケーション開発をより効率的かつ効果的に進めるためには、例えば、MSE仕様について、以下のような機能の追加が必要と考えられる：

- ・SourceBufferのサイズが不足することを知らせるイベント(効率的なバッファリングのために)。
- ・テキストと画像をビデオデータと低コストで同期させる仕組み(例えば、ActionscriptのcuePointのような仕組み)。

上記のような問題については、MSE仕様に対する改善提案^{33)～35)}としてHTML Media Extensions WGに提案されており、今後、具体的な仕様改善に取り組んでいく必要がある。また、より先進的なアプリケーションの開発に備え、以下のような検討にも取り組む必要があると考えられる：

- ・Cloud Browserのサーバ/クライアントモデルにも対応できるよう、クラウド化に対応したメディアストリーミングについて検討。
- ・複数の機器、アプリケーションおよびユーザ間でのメディア連携のため、Second Screen WGやMulti-device Timing CGとのより密な連携。
- ・テレビやスマホ以外のさまざまな機器が相互接続され協調して動作する環境を想定し、Web of Thingsや、Automotiveの標準化活動とも連携。

6. むすび

本稿では、まず、Web技術とW3Cによるその国際的標準化について概観した上で、マルチメディアかつインタラクティブなWebアプリケーション構築のための開発プラットフォームとして、HTML5を核とした“Open Web Platform”について解説した。さらに、近年ますます広がりを見せる、Webアプリケーション用のさまざまな端末機器の例としてテレビに着目した上で、HTML5によるメディア配信の標準化動向、および今後の展望について述べた。

(2017年7月21日受付)

【文 献】

- 1) W3C, <https://www.w3.org/> (アクセス：2012-01-20)
- 2) <http://en.wikipedia.org/wiki/HTML>
- 3) Wikipedia: "HTML", <http://en.wikipedia.org/wiki/HTML> (アクセス：2012-01-20)
- 4) D. Ragget, A.L. Hors and I. Jacobs: "HTML 4.01 Specification", <https://www.w3.org/TR/html401/> (アクセス：1999-12-24)
- 5) Wikipedia: "HTML5", <http://en.wikipedia.org/wiki/HTML5> (アクセ

ス：2012-01-20)

- 6) I. Hickson: "HTML 5 A vocabulary and associated APIs for HTML and XHTML", <http://www.w3.org/TR/2014/REC-html5-20141028/> (アクセス：2014-10-28)
- 7) Google: "HTML5 ROCS", <http://www.html5rocks.com> (アクセス：2012-01-20)
- 8) D. Humphrey, et al.: "Audio Data API, Mozilla", https://wiki.mozilla.org/Audio_Data_API (アクセス：2012-01-20)
- 9) Wikipedia: "WebSocket", <http://en.wikipedia.org/wiki/WebSocket> (アクセス：2012-01-20)
- 10) I. Hickson: "The WebSocket API", <https://www.w3.org/TR/websockets/> (アクセス：2011-12-08)
- 11) <https://www.w3.org/2010/09/webTVIGcharter.html>
- 12) K. Ashimura: "Media and Entertainment Interest Group Charter", <https://www.w3.org/2017/03/webtv-charter.html> (アクセス：2017-06-13)
- 13) M. Wolenetz, et al.: "Media Source Extensions", <https://www.w3.org/TR/2016/REC-media-source-20161117/> (アクセス：2016-11-17)
- 14) D. Dorwin, et al.: "Encrypted Media Extensions", <https://www.w3.org/TR/2017/PR-encrypted-media-20170316/> (アクセス：2017-03-16)
- 15) <https://www.w3.org/2010/09/web-on-tv/summary.html>
- 16) <https://www.w3.org/2010/11/web-and-tv/summary.html>
- 17) <https://www.w3.org/2011/09/webtv/summary.html>
- 18) <https://www.w3.org/2013/10/tv-workshop/report.html>
- 19) https://www.w3.org/2011/webtv/wiki/HNTF/Home_Network_TF_Charter
- 20) <https://www.w3.org/TR/2011/NOTE-hnreq-20111201/>
- 21) https://www.w3.org/2011/webtv/wiki/MPTF/MPTF_Charter
- 22) <http://dvcs.w3.org/hg/webtv/raw-file/tip/mpreq/adbreq.html>
- 23) <http://dvcs.w3.org/hg/webtv/raw-file/tip/mpreq/cpreq.html>
- 24) F. Faulkner, et al.: "HTML 5.1", <https://www.w3.org/TR/2016/REC-html51-20161101/> (アクセス：2016-11-01)
- 25) https://www.w3.org/2011/webtv/wiki/Main_Page/Cloud_Browser_TF
- 26) F. Daoist: "TV Control Working Group Charter", <https://www.w3.org/2016/03/tvcontrol.html> (アクセス：2016-04-14)
- 27) S. Morris, et al.: "TV Control API Specification", <https://www.w3.org/TR/2017/NOTE-tvcontrol-api-20170518/> (アクセス：2017-05-18)
- 28) F. Daoist: "Second Screen Working Group Charter", <https://www.w3.org/2014/secondscreen/charter-2016.html> (アクセス：2016-11-03)
- 29) M. Folz and D. Rttches: "Presentation API", <https://www.w3.org/TR/2017/CR-presentation-api-20170601/> (アクセス：2017-06-01)
- 30) A. Vayvod and M. Lamouri: "Remote Playback API", <https://www.w3.org/TR/2016/WD-remote-playback-20161107/> (アクセス：2016-11-07)
- 31) M. Vickers: "Web Media API CG Home Page", <https://www.w3.org/community/webmediaapi/> (アクセス：2017-03-24)
- 32) https://standards.cta.tech/kwspub/wave/WAVE_Web_Application_Video_Ecosystem_-_Definition_of_Scope_FINAL.pdf
- 33) K. Hoya, S. Nishimura and S. Harada: "MSE/EME: Potential implementation issues on TV sets a Case Study of IPTV Forum-Japan Player", https://www.w3.org/2011/webtv/wiki/images/6/66/Webtv_mse_eme_iptvfj_player_20151026.pdf (アクセス：2016.09.19)
- 34) <https://github.com/w3c/media-source/issues/40>
- 35) <https://github.com/w3c/media-source/issues/41>

芦村 和幸 1992年、京大工学部数学科卒業。2005年、奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科博士後期課程単位取得退学。1992年、NTTソフトウェア(株)入社。(株)ATR音声翻訳通信研究所、(株)アルカディア、JST/CREST「表現豊かな発話音声のコンピュータ処理」研究員を経て、2005年より、W3C(World Wide Web Consortium)にて、Web技術の産業応用に関する各種国際標準化活動(音声・マルチモーダル、WebとTV、Webと車、NFC、Geolocation等)に従事。現在、Web of Things(WoT: WebとIoT)、Media & Entertainment(Webとストリーミングメディア)に関するWeb標準化を担当。W3C Project Specialist兼務。慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科特任准教授。博士(工学)。