HTTP/2プロトコルの動向

林 達也 ●株式会社レピダム
前田 薫 ●株式会社レピダム

2015年5月15日にHTTP/2がRFCとして公開、ヘッダー圧縮のHPACKも。実装の普及が進み、Webからのインターネット構造全体の変革は次のステージに進む。

■ SPDYから始まったHTTP再編はHTTP/2へと昇華

2015年5月15日に、晴れてHTTP/2はRFC7540 “Hypertext Transfer Protocol Version 2 (HTTP/2)”として無事公開された。あわせてHPACKというHTTP/2に必須である圧縮手法に関しても、RFC7541 “HPACK: Header Compression for HTTP/2”としてセットで公開されている。

HTTP/2は、グーグルのSPDYというプロトコルをベースに、インターネット標準として有識者の知見を反映して作成された次世代のHTTPだ。

■仕様策定が完了。ブラウザー実装も普及

SPDYというベースとなるプロトコルがあったとはいえ、HTTP/2としての標準化への道のりにおいては様々な仕様の変化があった。

SPDY、そしてHTTP/2の普及に関しては、グーグルはもちろんのこと、モジラやマイクロソフトなどのブラウザーベンダーの強い推進体制もあり、ブラウザー実装もかなり進んでいる状況にある。原稿執筆時点では多くのブラウザーでHTTP/2がデフォルトで動いている。

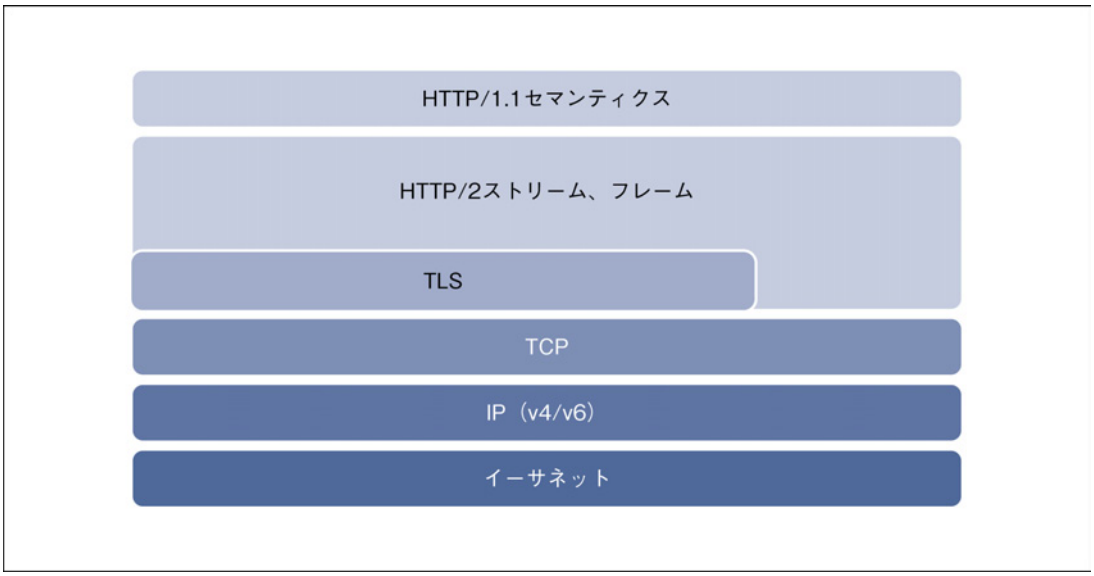
サービス側でも、グーグルの多くのサービスやFacebook、Twitterを始めとした多くのサービスで実際に展開されており、インターネット標準としては非常に速い速度で現実世界への普及が行われている。

■HTTP/1.1のセマンティクスを維持、トランスポートを改善するHTTP/2

HTTP/2の仕様検討は2012年8月にSPDY/3から派生する形で開始された[1]。HTTP/2では、HTTP/1.1の仕様（RFC7230〜RFC7235として整理された）のうち、メッセージ形式とトランスポートの部分のみを変更し、そのほかの部分はそのままとする。特にメソッド、ステータスコード、URI、ヘッダーフィールドの意味はHTTP/1.1のまま保たれる。資料4-3-11にHTTP/2プロトコルスタックの概要を示す。

インターネット白書／ ©1996-2016 Impress R&D

資料4-3-11　HTTP/2プロトコルスタックの概要



出典：筆者作成

クライアントとサーバーの間で、HTTP/1.1とHTTP/2のどちらを使うかを選択するために、TLSの拡張機能であるALPN（Application Layer Protocol Negotiation）が定義された[2]。

HTTP/2では、HTTP/1.1に対して以下の点を改善する。

・単一のTCP接続で複数のリクエストとレスポンスを並行して送信
・ヘッダー圧縮
・サーバーからクライアント方向へのデータ送信（サーバープッシュ）が可能

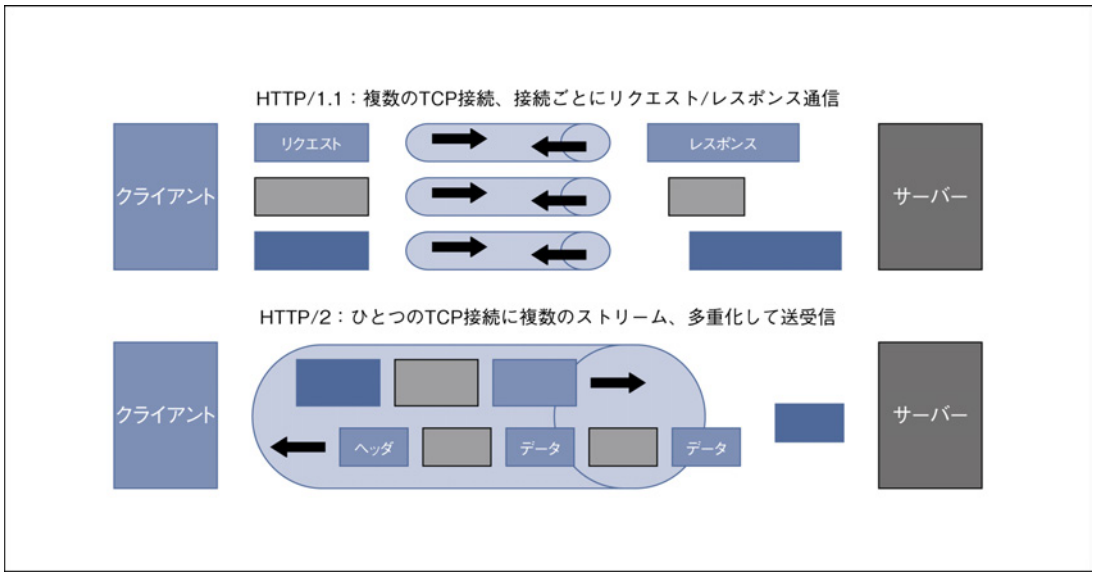
これらの機能により、ブラウザーでのWebページロード時間を短縮することができる。また交信開始に必要なTCPおよびTLSハンドシェイクのオーバーヘッドを減らすことができる。

■バイナリーフレーム通信で複数リクエストを多重化

HTTP/1.1では単一のTCP接続において、ある時点で送信されるリクエストまたはレスポンスはひとつであった。HTTP/1.1にもパイプライン通信の仕様はあるが、特定のリソースが大きい場合、後続のリソースは先行するデータ転送が完了するまで待たされる。これを回避するため、複数のリソースを並行して読み込む場合、ブラウザーは複数のTCP接続を生成していた（資料4-3-12上）。これに対し、HTTP/2ではリクエストとレスポンスの組をストリームという単位として処理し、さらにストリームを複数のフレームに分解してTCP接続を介して送受信する。これにより、リソースの大きさに影響を受けずに並行してリソース取得が行えるようになった（資料5-3-12下）。

インターネット白書／©1996-2016 Impress R&D

資料4-3-12　HTTP/2では並行してリソースを取得



出典：筆者作成

フレームはバイナリーフォーマットとして定義され、先頭にフレームの長さを持つ。フレームはHEADERS、DATA、SETTINGSなどのタイプがあり、リクエストとレスポンスの転送の他、ストリーム単位または接続全体の状態制御を行う。

HTTPヘッダーはHEADERSフレーム内のキー／バリューペアの構造として送信される。HTTP/2ではこの構造を直接バイナリー化することで、文字列処理によるヘッダー解析のオーバーヘッドを低減している。また、HPACKという圧縮形式[3]を採用し、リクエスト間で共通のヘッダーを少ない通信量で送信できる。

リクエストとレスポンスのbody部を送信するためにDATAフレームが使われる。DATAフレームの送信では優先度制御とフローコントロールをサポートする。これらの機能によって、JavaScriptやCSSなど、描画開始に必要な情報を先に取得し、画像などの大きなコンテンツは後から取得するという制御を行え、ユーザー体験を向上することができる。

■サーバープッシュによるサーバーからのデータ送信

HTTP/2ではサーバー側からもストリームを開始することができる。クライアントが次にリクエストするであろうリソースを、サーバーから先に送信してしまうことができる。これをサーバープッシュと呼ぶ。クライアントがサーバープッシュによって受信したコンテンツをキャッシュに格納することにより、リソースが必要になった時点ですでに手元にデータが届いているというプッシュ動作を実現できる。

サーバープッシュの有効活用には、サーバーとクライアントが協調動作をすることが必要である。実際のWebブラウジングの局面での活用はまだこれからの課題である。

一方、サーバープッシュを用いたイベント通知の実装は有望である。現在ロングポーリングによって行われている非同期的なサーバーからクライアントへの通知は、サーバープッシュで自然に置きかえることが可能である。IETFのwebpush

インターネット白書／©1996-2016 Impress R&D

ワーキンググループで検討されている。

■ブラウザー実装はほぼ行き渡り、サービス側の対応が鍵。国内大手サイトは対応を進めている

主要なブラウザー、サーバーソフトウェア、大手サービスのHTTP/2対応状況（執筆時点）を資料4-3-13に示す。現在多くのブラウザーとInternet Giantと呼ばれるサービスでHTTP/2がサポートされている。なお、caniuse.comの調査によれば現在のブラウザーシェアの70%程度がHTTP/2に対応済である。Google Chromeは、HTTP/2への移行を完了し、2016年にもSPDYサポートを終了する予定だ。

資料4-3-13　主要なブラウザー、サーバーソフトウェア、大手サービスのHTTP/2対応状況（2016年1月5日時点）

		HTTP/2 サポート
ブラウザー	Chrome	41 以降
	Firefox	36 以降
	Internet Explorer	11（Windows 10 以降）
	Opera Browser	28 以降
	Safari	9 OSX 10.11 以降
	iOS Safari	iOS 9.0 以降
	Android Browser	
サーバーソフトウェア	Apache	2.4.17 以降（2.4.12 以降 mod_h2 使用）
	nginx	1.9.5 以降
	Jetty	9.3 以降
	IIS	Windows 10, Windows Server 2016 以降
大手サービス	Google	対応済
	Twitter	対応済
	Facebook	対応済
	Yahoo.com	対応済

出典：Wikipedia の「HTTP/2」、および https://github.com/http2/http2-spec/wiki/Implementations, http://caniuse.com/#feat=http2 を元に作成

国内に目を向けると、大手サービスでHTTP/2を採用しているところはまだほとんど見つけられない。一方でHTTP/2採用に向けた開発やノウハウの共有が進んでおり、2016年には何らかの動きが出てくるものと思われる。

■ネットワーク構造に与える影響

HTTP/2と関連して起きる変化として、TLS通信の重要性が急速に高まった点が挙げられる。SPDYではTLSが必須だったことや、いわゆるPRISM/スノーデン事件[4]等、理由はいくつかあるが、現在のWeb/HTTPの世界では急速にHTTPSによる通信が高く望まれるようになっており、このまま進めばHTTPはほとんどなくなり、多くの通信はHTTPSという状況が出現する可能性は高い。HTTP/2には平文の通信も用意されているが、ブラウザーによる対応の足並みが揃っているとはいえず、その他各種団体等での推進活動も踏まえると急速なHTTPS化が進むことは大いに考えられるだろう。

HTTP/2とTLS（End to End暗号化）の組み合わせによる影響は大きい。サービス開発者や利用者には影響は少ないように極力配慮されているものの、たとえば透過型プロキシーで実現されていたウィルスチェック等のエンタープライズ分野での通信解析や、CDNによるコンテンツ配信、効

インターネット白書／©1996-2016 Impress R&D

率的なキャッシュや、フィルタリングサービス等も、HTTP/2の効率化や暗号化の影響を受ける可能性が高い。

■今後の展望（Webから変わるインターネット）

HTTP/2は、HTTP/1.1とは大きく異なる、現代的で多機能、そして複雑なプロトコルとなった。今後は、HTTP/2が必要な規模のサービスからゆっくりと、だが確実に普及が進んでいくと思っていいだろう。また、新規のサービスでも初期からの採用が進むのは間違いない。

さらに新しい取り組みも始まっている。グーグルは現在TCPではなくUDPベースのトランスポート層の通信プロトコル「QUIC」を開発している。QUICは、TCPによるSPDY&HTTP/2では解決できなかった問題を解決することを目的としており、すでに実際のサービスでの展開やChrome（Chromium）ブラウザーへの実装など進めている。2015年にはQUICはHTTP/2のトランスポートプロトコルとしてIETFにも提案され、またBarBoFで一定の興味を集めた。今後が注目される。

SPDYがHTTP/2への契機になったように、QUICが新しいトランスポート層のプロトコルの革新の契機になる可能性は高いと思われる。現在、IETFでは「IP Stack Evolution Program」という取り組みが始まった。これは、まずUDPポート35を使って新しいトランスポート層のプロトコルを検討するという取り組みとなっている。

今までのインターネットはTCP/IPというインターネット成立時の仕組みを中心にして構築されており、Webもその枠組みの中にいた。しかし、HTTP/2、そしてQUICへの流れは、Webの要望にインターネットが合わせるという今までにない変化を生じてさせている。

HTTP/2を契機に、Webを中心としたプロトコルがインターネットを変革するようなところまで来たことは、新しい時代の始まりだといっていいだろう。

また、スマートフォンアプリでの利用もすでに進んでいる。LINEの通信がSPDYをベースにしたプロトコルで行われていること、さらにLINE GamesではQUICの利用が進められていることなど、見えない大きな変化が出てきている。

今後、iOSやAndroidなどのスマートフォンプラットフォームでも、HTTP/2は標準的に用意されることが予想され、特にモバイルでの効率面で採用が進むと思われる。同時に、HTTP/1.1ではできないHTTP/2の特色を活かしたアプリケーションの普及や、その有効性をライブラリ化するなどの動きが予想される。

1. 当時はHTTP/2.0として検討が始まったが、後にHTTP/2と呼称が改められた。
2. TLSを使わない場合の手法も用意されている。
3. CRIME攻撃（http://en.wikipedia.org/wiki/CRIME）に耐性があるように設計された。
4. アメリカ合衆国の国家安全保障局（NSA）による監視プログラム「PRISM」を、かつてNSAやCIAに勤務していたエドワード・スノーデンが2013年に暴露した事件。

インターネット白書／©1996-2016 Impress R&D

Internet White Paper ARCHIVES
インターネット白書
ARCHIVES
1996,1997,1998,1999,2000....

［インターネット白書ARCHIVES］ご利用上の注意

このファイルは、株式会社インプレスR&Dが1996年～2016年までに発行したインターネットの年鑑『インターネット白書』の誌面をPDF化し、「インターネット白書ARCHIVES」として以下のウェブサイトで公開しているものです。

http://IWParchives.jp/

このファイルをご利用いただくにあたり、下記の注意事項を必ずお読みください。

●記載されている内容（技術解説、データ、URL、名称など）は発行当時のものです。

●収録されている内容は著作権法上の保護を受けています。著作権はそれぞれの記事の著作者（執筆者、写真・図の作成者、編集部など）が保持しています。

●著作者から許諾が得られなかった著作物は掲載されていない場合があります。

●このファイルの内容を改変したり、商用目的として再利用したりすることはできません。あくまで個人や企業の非商用利用での閲覧、複製、送信に限られます。

●収録されている内容を何らかの媒体に引用としてご利用される際は、出典として媒体名および年号、該当ページ番号、発行元（株式会社インプレスR&D）などの情報をご明記ください。

●オリジナルの発行時点では、株式会社インプレスR&D（初期は株式会社インプレス）と著作権者は内容が正確なものであるように最大限に努めましたが、すべての情報が完全に正確であることは保証できません。このファイルの内容に起因する直接的および間接的な損害に対して、一切の責任を負いません。お客様個人の責任においてご利用ください。

お問い合わせ先 | 株式会社インプレスR&D | ✉ iwp-info@impress.co.jp

©1996-2016 Impress R&D, All rights reserved.