

IETF 及び IRTF における標準化活動

朝枝 仁 Suyong EUM

Internet Engineering Task Force (IETF) はインターネットで用いられる通信用プロトコルの業界標準規格を決める標準化団体であり、特に TCP/IP を含むインターネットプロトコル関連の RFC と呼ばれるプロトコル仕様を作成することをミッションとしている。本稿では新世代ネットワーク技術に関連するテーマに関して、IETF 及び IETF の姉妹組織である Internet Research Task Force (IRTF) における活動について報告する。

1 まえがき

現在のインターネットでは、ルーターやサーバーなどの通信やサービスの基幹を担う機器や、近年爆発的に普及しているスマートフォンやタブレット型 PC など、様々な種類の通信機器が接続されて通信を行っている。これらの機器は異なるベンダーが製作した異なるオペレーティングシステムを搭載した機器である場合が多く、これらが相互に通信を行うためには、同じ通信規格に沿った実装を行っていることが必須となる。インターネットが現在のように発展した理由は、このようなマルチベンダーの環境を許容してきたからであり、つまり、異なる通信機器が相互互換性を持って通信出来るようにするためには、世界標準もしくは業界標準規格を策定する標準化活動は欠かせない。

Internet Engineering Task Force (IETF)^[1] はインターネットで用いられる通信用プロトコルの業界標準規格を決める標準化団体であり、TCP/IP を含むインターネットプロトコル関連の Request For Comments (RFC) と呼ばれるプロトコル仕様を作成することがそのミッションとなる。IETF が対象とするインターネットプロトコルは経路制御プロトコルからアプリケーション層で用いられるシグナリングプロトコルまで、非常に多くのプロトコルが存在する。そのため、一般的には、特定のプロトコルに関する議論を行うためのワーキンググループが IETF の中に設立され、それぞれのプロトコルはワーキンググループを単位として RFC 化に向けた議論が行われる。RFC を作成するためには、先ず個人レベルで提案可能な Individual Internet Draft をワーキンググループに提案し、そこでその重要性／必要性などが認められれば、Working Group Internet Draft として認定され、ワーキンググループにて RFC 化に向けたオフィシャルな議論が行われ、Internet Draft の修正を重ねていく。全ての議

論は年3回の IETF ミーティングとメーリングリストにて行われる。ワーキンググループでの議論が完了したと思われる段階で、Working Group Last Call (WGLC) という仕様の最終確認が行われ、それが完了した段階で Internet Engineering Steering Group (IESG) と呼ばれる各分野の専門家から構成される IETF メンバーのレビューが行われ、RFC 化に向けた手順が執られる。

RFC には「Standard Track (標準過程にある) 文書」と「Non-standard Track (標準過程にはない) 文書」と大きく2種類に分類される^[2]。前者には「Proposed Standard RFC」「Draft Standard RFC」「Standard RFC」の RFC があり、後者には「Experimental RFC (研究として実現した実験的なプロトコルや、企業が実現した技術仕様)」「Informational RFC (業界が有用と考える技術仕様)」「Historic RFC (過去に提案された技術仕様であり現在は用いられていない技術仕様)」が存在する。これら以外に、「Best Current Practice (BCP) RFC (現時点で最も有用な技術情報と認識されているが、Standard Track 文書ではない技術仕様)」と呼ばれるものも存在する。基本的には「Standard Track 文書」が業界標準文書と認識されるものであるが、Standard Track 文書に分類されるか否かは技術の価値の大小を示すものではない。Standard Track 文書は、例えばメッセージフォーマットの特定のビット列が示す意味やそれを解釈したルーターが行う挙動など、プロトコルの相互互換のために満たさなければならない仕様を示したものであることが多いが、「Non-standard Track 文書」であっても技術展開には欠かせない RFC もあれば、「Standard Track 文書」であっても実装されていない RFC も存在する。

IETF の姉妹組織である Internet Research Task Force (IRTF)^[3] は、厳密には IETF のような標準化団体ではなく、将来のインターネット技術に重要なイ

ンパクトを与えると思われる通信プロトコル、応用、アーキテクチャなどの研究を推進する団体である。つまり、IETF が求める業界標準仕様としての技術に対する同意を求めることは行わず、研究的な視野における活動が主体となる。しかし IETF 同様、IRTF でも RFC を発行することは 1 つの目的であるため、各 RG における研究活動成果を RFC として発行する。ただし、IRTF は標準化団体ではないため、ここで発行される RFC は常に Experimental か Informational RFC となる^[4]。

2 IETF ワーキンググループでの活動

高精細ビデオコンテンツなどを転送するためのストリーミング技術やリアルタイムストリーミングに効果を発揮するマルチキャスト技術は、新世代ネットワークにおいて欠かせない重要な技術である。IETF におけるワーキンググループ^[5]の内、マルチキャスト技術に関するワーキンググループには、その経路制御に関する議論を行う PIM ワーキンググループと、マルチキャストオペレーションに関する議論を行う MBONED ワーキンググループが存在する。また、ストリーミング技術に関連するワーキンググループには、ストリーミングアプリケーションのペイロードヘッダーとして用いられる Real-time Transport Protocol (RTP)^[6] に関して議論する AVTCORE/AVTEXT ワーキンググループ、RTP と共に用いられる Real-time Transport Control Protocol (RTCP)^[6] の拡張レポート (Extended Report (XR))^[7] を議論する XRBLOCK ワーキンググループなどがある。

以下では、これまで筆者らが提案してきた標準化技術のうち、現在 Working Group Internet Draft になっている文書^{[8][9]} 及び RFC として認定された標準化文書^{[10][11]} を紹介する。

IP マルチキャストを用いた通信には、受信端末とマルチキャストルーター間で IPv4 用の IGMP^[12] や IPv6 用の MLD^[13] と呼ばれるプロトコルのメッセージ交換が行われ、これによりマルチキャスト経路木の管理が行われる。受信端末はマルチキャストセッション参加時に IGMP/MLD 参加 (Join) メッセージを送出し隣接ルーターにセッション参加要求を行い、Join メッセージを受信したルーターは自身の管理するマルチキャスト経路木を必要に応じて生成する。またセッション受信の終了時には受信端末は IGMP/MLD 離脱 (Leave) メッセージを通知し、ルーターは自身の管理するマルチキャスト経路木を必要に応じて刈り取り、不必要なストリーミング配信を停止する。IGMP/MLD はソフトステートプロトコルであるため、ルー

ターは IGMP/MLD 状態検知 (Query) メッセージを定期的に出し、同一 LAN 上の全受信者の状態把握を行う。Query メッセージに対する返答 (Report) メッセージ、もしくは Join/Leave メッセージの受信によってマルチキャスト受信状態が変化した際には、ルーターはマルチキャスト経路木を再生成し最新の状態に更新する。このような状態遷移を担う IGMP や MLD に対して、プロトコルのスケーラビリティを向上させ、トラフィック軽減を行う “Explicit Membership Tracking Function”^[8] という名のマルチキャストルーター機能を PIM ワーキンググループにて提案している。Explicit Membership Tracking Function では、マルチキャストセッションに参加している同一 LAN 上の全受信者のマルチキャストセッション情報 (送信者 IP アドレス、受信者 IP アドレス、マルチキャストアドレス、フィルターモード) をルーターが記録・管理しておき、IGMP/MLD を擬似的にハードステートの状態にすることで、ルーターが送出する Query メッセージのタイミングを長くさせ、それによりメッセージ数を軽減し、かつ受信者が存在しないネットワークを迅速に検知し、経路情報を収束させることが可能となる。

また MBONED ワーキンググループでは、IP マルチキャスト経路情報をトレースする業界標準ツールのプロトコル仕様として “Mtrace ver.2”^[9] の提案を行っている。Standard Track 文書として議論されている Mtrace ver.2 (以下、Mtrace2) は、IP マルチキャストの経路情報として、マルチキャスト受信者が属する下流ネットワークから送信者が属する上流ネットワークに向かう各ルーターの IP アドレスに加え、その経路木の状態 (各ルーター間の Round-Trip Time (RTT) や総受信パケット数など) を表示する。Mtrace2 は IPv4 /IPv6 双方をサポートしており、ファイアウォールや Proxy ルーターなどがあった場合の挙動や、経路途中で (ISP のポリシーなどにより) 内部情報を隠蔽ししたいルーターなどに遭遇した場合の挙動なども定義しており、あらゆるタイプのマルチキャストルーターにおいて稼働可能な仕様となっている。Mtrace2 はマルチキャストネットワークのトポロジー把握だけでなく、トラブルシューティングなどにおいても効果を発揮する。

XRBLOCK ワーキンググループでは RTP を用いたストリーミング品質の計測に用いられる RTCP XR メッセージの定義として 2 本の標準化文書^{[10][11]} が認定を受けている。そもそも RTCP XR は “Quality of Experience (QoE) (ユーザーが体感するサービス品質)” の推定に用いる “Quality of Service (QoS) (ネットワーク性能指標)” を示す各種パラメータを

端末間でリアルタイムにやりとりするためのものである。文献[10]は、IPTV などでも用いられている MPEG2 データを格納する MPEG2-TS (Transport System)^[14] を RTP 上に実装した際にその複合統計情報 (Decodability Statistics Metrics) を報告する RTCP XR メッセージフォーマットを定義しており、文献[11]では、Layered Video^[15] のようにビデオコンテンツが複数レイヤーから構成される場合のストリーム同期に関する情報 (Synchronization Delay and Offset Metrics) を報告する RTCP XR メッセージフォーマットを定義している。他にも、XRBLOCK ワーキンググループでは様々なサービスやアプリケーションに応じて適用可能な RTCP XR メッセージの定義が認定もしくは提案されており、これらの普及によって、ユーザーが満足するストリーミング品質のサービス提供が可能となる。

3 IRTF リサーチグループでの活動

これまでネットワークはコンピューターとコンピューターをつなぐための「線」として利用されてきたが、現在の通信社会において、ネットワークはデータもしくはコンテンツを中心とした「情報基盤」として進化を遂げていくと考えられる。このような背景の下、コンテンツ検索や配信に最適化された新しいネットワーク・アーキテクチャである「情報指向ネットワーク技術 (Information-Centric Networking (ICN))」の研究が始まり、IETF の姉妹組織である Internet Research Task Force (IRTF)^[3] の傘下でも、ICNRG (ICN Research Group) という研究グループ^[16] にて、この新世代ネットワーク技術に対する議論が始まった。

2012年8月が ICNRG の第1回会合として開催された。ここでは、ICN 研究のアイデアと提案を交換・分析する場を提供することであり、ICNRG の誕生によって、ICN 関連のネットワーク・アーキテクチャに関する研究活動、例えば、コンテンツ指向ネットワーク (CCN)、Named Data Networking (NDN)^[17]、NetInf^[18] など、様々な情報指向ネットワーク (ICN) の枠組みとして考えられてきたアーキテクチャが議論されることとなった。

ICNRG の設立直後、ICNRG のメンバーにより、ICN Survey、ICN Research Challenges (ICN 研究課題)、ICN Baseline Scenarios and Evaluation Methodology (ICN 基本シナリオ及び評価手法) といった3本の Internet Draft が作成された。ICN Survey 文書のねらいは、ICN を実現するために必要となる様々な機能や手法を提示することであり、ICN Research Challenges 文書では、ICN の研究上の課

題などを詳細に記述すること、そして今後の研究によって対処すべき要件を明らかにすることを目的としている。ICN Baseline Scenarios and Evaluation Methodology 文書は、当初は、ICN 実装として参照されるアーキテクチャとそれらの特徴、そして異なる ICN 実装に対するパフォーマンス比較/評価手法とシナリオを定義することを意図していたが、2013年7月の会合において、前者を ICN Baseline Scenarios 文書として、後者を ICN Evaluation Methodology 文書として分割することが合意された。前者は2015年3月に RFC7476 (Informational RFC)^[19] として発行され、これが ICNRG における最初の RFC となった。

現在、上記の Internet Draft 以外のテーマに関しても複数の Individual Internet Draft の提案がされており、着実に ICNRG の活動は進んでいる。代表的なものとして、IoT (Internet of Things、モノのインターネット) に関する提案、また ICN を活用した動画配信に関連する提案などが存在する。前者は、ICN アーキテクチャに基づく IoT プラットホームとなるようなプロトコル及びサービスの共通セットを構築することを目指しており、それによって、通信の切れ目ないモビリティサポート (Seamless mobility)、拡張性、そして効率的なコンテンツ及びサービスの供給を提供することを目的としている。後者は、動画配信を支援するために下層アーキテクチャを ICN アーキテクチャへと移行することによる影響を考察している。また、上記の文書以外のいくつかのトピックにおいても、例えば日本と EU による共同研究プロジェクトである GreenICN^[20] が提案する耐障害ネットワークへの ICN 活用、実装としての ICN パケットフォーマットなどについても Individual Internet Draft 提案がされており、RFC 化に向けて活発な議論が行われている。

【参考文献】

- 1 "The Internet Engineering Task Force (IETF)," available at: <http://www.ietf.org/>.
- 2 S. Bradner, "The Internet Standards Process -- Revision 3," IETF RFC2026 (BCP), Oct. 1996.
- 3 "The Internet Research Task Force (IRTF)," available at: <http://irtf.org/>.
- 4 A. Falk, "Definition of an Internet Research Task Force (IRTF) Document Stream," IETF RFC 5743 (Informational), Dec. 2009.
- 5 "Active IETF working groups," available at: <http://datatracker.ietf.org/wg/>.
- 6 H. Schulzrinne, S. Casner, R. Frederick, and V. Jacobson, "RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications", IETF RFC 3550 (Standard), July 2003.
- 7 T. Friedman, R. Caceres, and A. Clark, "RTP Control Protocol Extended Reports (RTCP XR)," IETF RFC 3611 (Proposed Standard), Nov. 2003.
- 8 H. Asaeda, "IGMP/MLD-Based Explicit Membership Tracking Function for Multicast," IETF Internet Draft, March 2015.
- 9 H. Asaeda and W. Lee, "Mtrace Version 2: Traceroute Facility for IP Multicast," IETF Internet Draft, Oct. 2014.
- 10 R. Huang, Q. Wu, H. Asaeda, and Glen Zorn, "RTP Control Protocol (RTCP) Extended Report (XR) Block for MPEG-2 Transport Stream (TS)

- Program Specific Information (PSI) Independent Decodability Statistics Metrics Reporting," IETF RFC 6990 (Proposed Standard) , Aug. 2013.
- 11 H. Asaeda, Q. Wu, and R. Huang, "RTP Control Protocol (RTCP) Extended Report (XR) Blocks for Synchronization Delay and Offset Metrics Reporting," IETF RFC 7244 (Proposed Standard) , May 2014.
 - 12 B. Cain, S. Deering, I. Kouvelas, B. Fenner, and A. Thyagarajan, "Internet Group Management Protocol, Version 3," IETF RFC 3376 (Proposed Standard) , Oct. 2002.
 - 13 R. Vida and L. Costa, "Multicast Listener Discovery Version 2 (MLDv2) for IPv6," IETF RFC 3810 (Proposed Standard) , June 2004.
 - 14 "Information technology - Generic coding of moving pictures and associated audio information: Systems," ISO International Standard 13818-1, May 2013.
 - 15 S. Wenger, Y. Wang, T. Schierl, and A. Eleftheriadis, "RTP Payload Format for Scalable Video Coding," IETF RFC 6190 (Proposed Standard) , May 2011.
 - 16 "Information Centric Networking Research Group (ICNRG) ," available at: <http://irtf.org/icnrg/>.
 - 17 V. Jacobson, et. al., "Networking Named Content," Proc. ACM CoNEXT '09, Rome, Italy, Dec. 2009.
 - 18 C. Dannewitz, "NetInf: An Information-Centric Design for the Future Internet," Proc. 3rd GI/ITG KuVS Workshop on The Future Internet, Munich, Germany, May 2009.
 - 19 K. Pentikousis, et. al., "ICN: Baseline Scenarios," IETF RFC 7476 (Informational) , March 2015.
 - 20 "GreenICN プロジェクト ," available at: <http://jp.greenicn.org/>.



朝枝 仁 (あさえだ ひとし)

ネットワーク研究本部ネットワークシステム
総合研究室プランニングマネージャー
博士 (政策・メディア)
情報指向ネットワーク



Suyong EUM

ネットワーク研究本部ネットワークシステム
総合研究室主任研究員
Ph.D.
情報指向ネットワーク