

ネットワーク教育現場への IPv6 教材の提案

早稲田大学メディアネットワークセンター 前野譲二

joji@mnc.waseda.ac.jp

日本大学文理学部 小林貴之

tkoba@chs.nihon-u.ac.jp

特定非営利活動法人インターネットラーニングアカデミー 鈴木伊知郎

ichiroh@suzuta.jp

概要： IPv4 アドレスの枯渇が現実となった今年、いよいよ IPv6 の実用化が進んできている。その際に対応できるエンジニア教育に対応するため、この数年教育分野に主軸を置き IPv6 の実践的教材を開発してきた。また、より教育現場での実用性を高めるため、以前より取り組んできたマルチベンダーへの対応に加え、教育現場での普及率の高い機材への対応も行ったので、ここに報告する。

1. はじめに

2000年11月に、当時の森喜朗首相が国会で施政方針演説において「IPv6の推進」を取り上げてから11年経過したが、言うまでもなくその背景には枯渇しつつあるIPv4アドレスについての問題意識があった。そして、実際にIPv4アドレスは、ICANNで2011年2月に、またAPNICで2011年4月15日に枯渇した¹。

情報教育においてネットワークは欠かすことのできない要素となっており、またネットワークがほぼインターネットを含意していると考えられる。したがって、今後、情報教育ではIPv4と平行して、むしろ中心的にIPv6を取り扱う必要があると考えられる。

本報告では、高等教育におけるネットワーク教育の現状について考察する。また、ネットワーク技術者向けのIPv6の教材を提案し、今後の情報教育におけるネットワーク教育をどのように取り扱うべきか考察する。

1.1 ネットワーク教育の現状

平成21年3月に公表された高校の新指導要領²（平成25年から年次進行で実施）によれば、情報科は「社会と情報」「情報の科学」に再編されるが、ネットワークは現指導要領からみて重要度を増していると言える。「社会と情報」ではほぼ全体にわたってインターネットが扱われており、「情報の科学」ではアルゴリズムやデータベースを除けば、何かしらの形でインターネットそのものについて学習するか、活用方法や注意点について学習することになっている。

これは、コンピューターをインターネットに接続せずに利用することの方が希になりつつあり、ネットワークの利用がコモディティ化している現在では、特に違和感はない。では、高等教育ではネットワークをどのように教育しているだろうか。ネットワーク教育は、情報リテラシー教育の一部として、また教科情報の指定科目（情報通信ネットワーク）、あるいは専門科目として教えられているが、扱われている知識範囲として特に定まったものはない。

また、理系の学部・学科において実験のような形式で技術的な教育が行われているケー

¹ APNIC, "APNIC IPv4 Address Pool Reaches Final /8", <http://www.apnic.net/publications/news/2011/final-8>, 最終アクセス日 2011 年 10 月 16 日

²文部科学省、「高等学校学習指導要領解説 情報編」、開隆館出版販売、2010 年 5 月

スもあるが、多くの場合で座学が中心となっている。教育内容もどのように活用するかとか、セキュリティに力点が置かれていることが多いように思われる。

1.2 ネットワーク教育の問題点

ネットワークも含めた情報教育の問題点の根底には、教育内容の陳腐化が激しいということがある。つまり、現在のコンピューティングから見て、学校で教えていることは常に最先端から離れつつあるということである。ネットワーク教育についてはこの傾向が顕著で、筆者らがネットワーク教育に携わるようになった2000年前後と比較して、実務と教育の現場での乖離が大きくなっている。

現在のネットワーク周りのトピックを鳥瞰すると、「クラウド」などは、既にバズワードとなっているが、多くの技術がネットワーク、具体的にはTCP/IPを基盤としたネットワークを利用できることが前提となっている。しかし、ネットワークは、それがアプライオリに利用できると思われがちであることが問題である。ネットワークは無償・無尽蔵の資源ではない。機材とサービスが必要でそれぞれ有償であり、計画・設計が必要で、これらによって性能が決まる。

そして、前述のようにコンピューティングの最先端は常に変化している。ネットワークの技術そのもののイノベーションによらなくても、社会の状況に巻き込まれる形でネットワーク教育の内容について、更新を求められる場合もある。

本報告で扱う、IPv6の技術教育は、このような社会状況の変化により変更を迫られる教育項目と考えることができる。2011年に枯渇したIPv4アドレスの枯渇に伴って問題が生じているが、前述したように2000年には施政方針演説で取り上げられ、2008年までにはすべての省庁で対応を完了することが目標

であったことを考えると、現状は芳しいものとは言い難い³。

中長期的に考えれば、ネットワーク層のプロトコルとしては、IPv6が現在のネットワーク教育で中心的に扱われるべき内容である。しかし、そうなってはいない。今すぐIPv4アドレスが利用できなくなるわけではないこともあり、IPv6を利用できないことが問題となるまでには時間がかかるかもしれないが、ネットワーク教育としてIPv6を高等教育で採用するカリキュラムに取り上げないのはバランスを欠いていると思われる。

2. ネットワーク教材開発の経緯

IPv6 の教育がシステムティックに行われていないのは既に述べた通りであるが、教材がないのかといえば、そうではない。書店に行けば IPv6 に関する書籍を見つけることは難しくない。ただしそれらを手にとってみると、あくまでも技術解説に重きをおいているものが多数である。実際に IPv6 ネットワークを構築するにはどうしたら良いのか、さらにいうならば IPv6 を実習を通して学べるものは皆無とも言える。例えば化学や物理を学ぶ上で、講義のみでそのカリキュラムは構成されているであろうか。

昨今のトレンドでもある仮想化であるが、これはネットワークにおいても少なからず進んで来ている。古くは(といってもここ 20 年くらいの話ではあるが)、ATM の LANE、その後の Ethernet における VLAN、そして最近の VRF などが挙げられるが、もとより、専門家以外にとってはネットワーク通信自体が共通概念の上で仮想的にイメージされているのが現状である。

³例えば、2011年11月16日現在、首相官邸のWebサーバー (www.kantei.go.jp) には IPv6 アドレスが設定されていない。なお、総務省 (www.soumu.go.jp) には IPv6 アドレスが設定されている。

一方でネットワークを理解する上では、その構成機器であるルータやスイッチを理解し設定しうるようになることが、大切なポイントとなる。教育課程において化学や物理を学ぶ上で実験や実習が必要であることと同じである。

さて、ではネットワーク教育における現状はどうであろうか？先程は IPv6 に関して触れたが、実は IPv4 いや、Ethernet、さらには The Internet についても実習を通して学べる教材はかなり少ないのである。実際、書店にて見受けられる実習書は、特定メーカの資格取得に関するものがほとんどであることに気づく。

Microsoft の例もあるが、ある程度のシェアを占めデファクトスタンダードとも言える状況ではそれもいた仕方ないとも言えるし、実際にアカデミック機関向けに学習プログラムを提供しているのも事実である。

ただ、これが IPv6 となると状況が異なる。実習教材が無いのである。そこに気付いた我々は数年前から教材の開発を進めて来た⁴。

今回、ここに一定の完成をみたので報告する次第である。

3. 開発教材

今回開発した教材は実習用教材のみであり、座学講義用教材でない。実習教材について、当初はマルチベンダーを前提とした教材開発を進めて来たが、前述のアカデミック機関向けのプログラムの影響も有り、今回はマルチベンダーのみではなく、実際教育機関が既に保有している、あるいは導入しやすいである

う、シングルベンダー構成の実習も用意することとした。また、ネットワークを理解するに必要であろう、サーバの設定についても用意した。

実習項目としては基本的な実習項目として「IPv6 の基本的な設定」、「スタティックルートの設定」、「デフォルトルートの設定」の 3 テーマ。ルーティングプロトコル項目として「RIPng の設定」、「RIPng のデフォルトルートの伝搬」、「OSPFv3 の設定」、「OSPFv3 のデフォルトルートの伝搬」の 4 テーマを構築した。

また「ルータでの IPv6DHCP の設定」、「IPv6 実習サーバの構築」、「IPv6 ACL」、「IPv6 over IPv4 トンネリングの実習」、「IPsec を用いたセキュア通信」の 5 つの項目を作成し、計 12 実習テーマを作成した。実習は IPv4 のネットワークについて基本的な知識を持ち、ルータの設定経験を前提とし、個人学習も可能な形式とした。

教材の作成は Adobe 社の InDesign を用いた。これは InDesign をソースとして、PDF や ePub など複数の機器で利用できるフォーマット出力を目指しているためである。

4. 今後の課題と展望

今回の調査・研究と教材開発を通じて、12 テーマの IPv6 教材を作成した。今後いくつかの教育機関で本教材のテスト導入を行い、利用者からの要望を反映させたいと考えている。また高等教育ではなく、中等教育向けの教材や講義用教材の開発についても検討していきたいと考えている。

⁴小林・鈴木・前野, 「マルチベンダーに対応した IPv6 実践的教材の開発」平成 22 年度情報処理教育研究集会論文集, 2010 年 12 月, 小林・鈴木・前野, 「IPv6 を取り巻く環境と実践的教材の開発」, 平成 21 年度情報処理教育研究集会論文集, 2009 年 11 月.