

哲学を込めたネットワーク技術者教育

鈴木常彦

中京大学工学部情報工学科

インターネットの哲学

インターネットって何でしょう？ 私の授業ではまずこれを学生たちに問いかけます。手はあまり挙がりません。勇気を持って手を挙げた学生も「世界を繋いでいるネットワークです」と答えるのが普通です。でもそれでは電話網も同じです。電話網と何が違うのでしょうか。世界がどう繋がっているとインターネットなのでしょう。そこから1日目の授業が始まります。

よく「インターネットに繋ぐ」と言いますが、どこからどこまでがインターネットなのでしょう。ISP (Internet Service Provider) の約款はどの社のものを見ても世界への接続を提供すると書いてあるものは見当たりません。不思議ですね。ISPは何を提供してくれているのでしょうか。最近話題のDNS (Domain Name System) ブロックングされた世界もインターネットでしょうか。

あるとき家に大手ISPの営業からセールスの電話が入りました。「どちらのインターネットをお使いですか？」と。またあるとき大手ISPのサポートへ電話をしました。「ルートサーバの1つと繋がらないのですが？」と。電話の向こうのお姉さんがこう言いました。「それは弊社のサービスでしょうか？」。

さてインターネットって何でしょうね、と学生たちに再び問います。誰も答えません。ここから授業は哲学の話に入っていきます。

"Rise of the Stupid Network"^{☆1}というエッセイがあります。その中で"JUST DELIVER THE BITS, STUPID" (単にビットを運ぼう、愚直に!) という章があり "In a Stupid Network, the data on it would be the boss." と書かれています。これがインターネットだというわけです。

これを書いたのは1997年当時AT&Tに勤めていたDavid Isenberg氏です。当時電話会社は自分たちの電話網をintelligent networkと呼んでいました。何をどうサービスするかは電話会社が決めて利用者に提供するのです。ネットワークがintelligentであり端末はstupidだったのです。この関係が逆転するというパラダイムシフトを説いたIsenberg氏はこれにより会社を追われました。

また、Doc SearlsとDavid Weinbergerによる"World of Ends"^{☆2}というエッセイも学生に紹介しています。副題は"What the Internet Is and How to Stop Mistaking It for Something Else." となっており、インターネットとは何であるかの10カ条と、それが誤解されている現状への警告が書かれています。10カ条の2つめは"2. The Internet isn't a thing. It's an agreement."です。「インターネットはものではない。合意である。」というわけです。どこにもインターネットというものはありません。それぞれの組織が自律的に運用するネットワークがあり、それがお互いに合意のもとに協調的に繋がっているだけであることを

☆1 <http://www.rageboy.com/stupidnet.html>

☆2 <http://www.worldofends.com/>

述べたものです。

また10カ条の8つめにはインターネットの3つの利点として、「誰もそれを所有していない」「誰もがそれを使える」「誰でもそれを改善できる」と書かれています。特に3つめは重要で、『インターネットが死ぬ日』を書いた Jonathan Zittrain も「生み出す力」を持っていたのがインターネットなのだと語っています。

さて現在のインターネットとやらはどうなっているでしょうか。Isenberg を追放した当時の電話会社のような intelligent network を目指す存在が再び台頭してきてはいないでしょうか。自律は喪失し他律・規制強化へと向かい、分散運用は立ち行かなくなり集中管理へ向かい、協調の喪失から世界は分断へと向かい、エンドたちの生み出す力は喪失しつつあるようには見えないでしょうか。こうした状況がかつてのインターネットの定義は幻想となり崩壊したと私は見えています。現在インターネットと呼ばれているものを私は得体のしれない「インターノット」と呼んでいます。

学生の自律ネットワーク ConvivialNet

さて、悲観的なことばかり言っているかもしれませんが、この現状を打破してくれる若者たちを私たちは育てなくてはなりません。

2009年秋のことでした。ある学生がキャンパスネットワークの不自由さに不満を訴えていました。彼を呼び「自分たちの自由なネットワークを作れば？」と1冊の本を彼に与えました。ネットワーク技術書ではありません。私が読ませたのは1989年に書かれた Ivan Illich の書『コンヴィヴィアリティのための道具』です。技術は人々が自律共生するために自由となる道具であらねばならず、テクノクラートに管理され利用者が管理される技術ではいけないと説いた書です。

書にはこうあります。「豊める国々の囚人はしばしば、彼らの家族よりも多くの品やサービスが利

用できるが、品物がどのように作られるかということに発言権を持たないし、その品物をどうするかということも決められない。彼らの刑罰は、私のいわゆるコンヴィヴィアリティ（自律共生）を剥奪されていることに存する。彼らは単なる消費者の地位に降格されているのだ。」

この本を読んだ学生は興奮しどうすればよいかと相談してきました。そこで私はなけなしの研究費から高い登録費を捻出して、PI (Provider Independent) な IPv6 アドレスブロック 2001:df:68::/48 と AS (Autonomous System) 番号 45689, そしてドメイン名 convivial.ne.jp を登録してあげました。そして仲間を集めて自律ネットワークを作るよう彼を煽りました。彼は奮起して仲間10人弱を集め、学生たちの学生たちによるネットワーク管理団体 ConvivialNet が2010年1月に立ち上がりました。図-1のデザインはAS番号とIPv6アドレスが描かれた世界初の壁画です。学生たちがサーバルームの壁に紙を貼って描いたものです。

彼らの活動を支援しつつ、地域の技術者たちとともにコンヴィヴィアリティをネットワークに取り戻すべく、産学連携 IPv6 実験地域ネットワーク研究会 (v6tokai) という会も2010年11月に立ち上げ、毎月30人程度の学生と社会人が集まって勉強会を開くようになりました¹⁾。

convivialnet



You connected via IPv6. Your address is 2001:df:68:fe03:2::a1
[Wiki](#) | [Blog](#)

図-1 ConvivialNet 初期の WWW トップページ



■ 仮想ネットワーク構築ライブラリ VITOCHA

ところで私の最近の研究の主要テーマは DNS セキュリティです。ルーティングとメール、そして DNS はインターネットの崩壊を観察するにはもっとも適した領域でしょう。これらは 30～40 年前の古い実験技術でありながらいまだに新しい技術に取り替えることができず、インターネットの基盤であり続けています。多少の仕様改良と運用技術者たちの努力で騙し騙し延命が図られていますが、実態はボロボロであり、技術の悪用者は利用者を容易に危険な状況へと誘い込むことが可能です。

私はこの DNS の脆弱性について社会への警告を行うべく、これまでいろいろな研究を行ってきましたが、そのためには実験基盤として仮想ネットワークが必要でした。そこで開発したのが VITOCHA^{☆3}です。

VITOCHA は FreeBSD の jail と VIMAGE という仮想化機構を制御するための Ruby のライブラリ群として作成したものです。ノートパソコン 1 台の上で数十台規模の仮想ルータ、仮想サーバからなる仮想ネットワークを簡単に組むことができます²⁾。

□ VITOCHA の研究利用

VITOCHA は私の研究や教育活動を大きく加速してくれました。まず活用したのは DNS のキャッシュポイズニング手法の検証です。BIND や NSD, Unbound 等の各種バージョンのサーバ実装を仮想環境にインストールし実験を行いました。これにより、2008 年に世間を騒がせた Kaminsky の DNS キャッシュポイズニング手法の説明に誤りがあったことを 2011 年に解明でき、2014 年には真に機能する非常に危険な DNS キャッシュポイズニング手法を元東京工業大学の前野年紀氏とともに解明することができました。

☆3 <http://sim.internot.jp/>

□ VITOCHA の教育利用

VITOCHA はネットワーク技術教育でも大いに役に立つ道具となりました。物理的にルータやスイッチングハブを数多く並べてネットワークを構築する実習は多人数教育では困難です。これが 1 人 1 台のパソコンで可能となるのですから教育現場も大きく変わります。

● v6tokai での活用

まず VITOCHA が教育に役に立ったのは先に紹介した v6tokai でした。社会人技術者と学生たちが一緒になって行うハンズオンの勉強会を何度も行っています。ノートパソコンを持参してもらい、そこに VITOCHA を入れ、IPv6 ネットワークを構築します。アドレスの自動割り当てを観察したり、ルーティングの設定をしたりと IPv6 の勉強に大いに役に立てることができています。

● DNS 温泉での活用

DNS を理解した技術者を増やそうと DNS 温泉という合宿形式の勉強会を毎年開催しています。DNS 温泉では VITOCHA を用いて各種の演習を行っています。演習環境にはルートサーバをはじめ、数個のトップレベルドメインと 10 数個のセカンドレベルドメインが用意され、ゾーンの分割と委譲による DNS の階層構造が学べるほか、キャッシュサーバの実装の違いによる応答の違いや脆弱性を実験によって確認できます。1泊2日で温泉と夜の酒宴を交えた楽しくディープな DNS 技術者教育の場はほかにはないのではないのでしょうか。

● 大学での活用

私の研究室はインターネット崩壊研究室を名乗り、ゼミ生たちはインターネットの哲学からネットワーク技術の基本、そしてネットワークのさまざまな脆弱性まで多くを学び研究に勤しんでいます。また、中京大学には情報工学実験 1 という選択科目があり、受講生は例年 30～40 人程度です。5 人の教員が 5 つのテーマの実験を受け持っており、私は 3 週計 12 時間のネットワーク実験を担当しています。この実験では TCP の特性である

帯域遅延積を理解する課題を扱っています。

ネットワーク実験において学生は仮想環境が入ったUSBメモリを受け取り、演習室のパソコンにインストールされているVirtualBoxで読み込み、環境を起動します。

FreeBSDやエディタの使い方もままならずRubyも初めての学生たちが、一週目には授業の説明を受けたのち2時間程度で仮想ブリッジと2つの仮想マシンを起動し接続するスクリプトを作成し実行します。できあがったネットワーク上でpingを通し、自分で設定したFTPサーバからデータファイルをダウンロードできれば実験環境の完成となります。

演習室では困惑から始まり、TA (Teaching Assistant) や教員にヘルプを求める拳手がずっと続きます、そして自分の作ったネットワークでpingが通ると歓喜の声もあがり、なかなか賑やかな演習室となります。

2～3週目には仮想マシンを繋ぐ仮想ブリッジで帯域、遅延、パケットロスを変化させ、FTPのスループットを計測するのが実験の課題です。実験を終えた学生たちはその結果をLATEXとgnuplotを用いてレポートにまとめて提出しなければいけません。学生たちはLATEXをライティングの授業で習っていますが、それ以外のツールはたぶん皆初めてです。しかし私の方針で使い方は教えません。

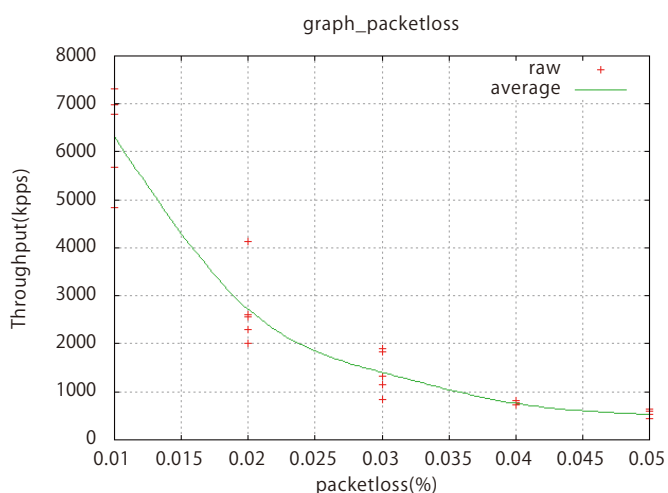


図-2 実験データのグラフ例

道具の使い方は自分で学べという方針です。図-2に学生がレポートに載せる実験データをまとめたグラフの例を示します。

インターネットなんて最初から繋がっていて当たり前と思っていた学生たちが、こうしてネットワークの仕組みを実感できるわけです。しかし仮想環境だけでは何が仮想化されているかを理解できないでしょう。そこで興味を持った学生をConvivialNetへと誘うわけです。

生み出す力の継承

クラウドが大流行している現在、必要なものは何でもクラウド上にすでに用意されているように見えます。パソコンなどという面倒な環境はもはや不要に見え、タブレットやスマホといったクラウドの窓があればそれで満足できてしまえるかもしれません。しかしそれではIllichが言うところの囚人です。私たちはこれからの若者たちに生み出す力を残さなければいけません。そのためには流行に流されない哲学と基盤技術の伝承を忘れないようにしていかなければならないでしょう。

参考文献

- 1) 鈴木常彦：学生の自律ネットワークと学術クラウド，研究報告インターネットと運用技術 (IOT)，2012-IOT-16, 8, pp.1-4 (Mar. 2012).
- 2) 鈴木常彦：仮想ネットワーク構築ライブラリ VITOCCHA とネットワーク技術者教育，研究報告コンピュータと教育 (CE)，2018-CE-145, 9, pp.1-5 (June 2018).

(2018年8月30日受付)

鈴木常彦 (正会員) tss@suzuki.sist.chukyo-u.ac.jp

1985年電気通信大学卒業，同年中部電力 (株)，1992年東海インターネットネットワーク協議会理事，1997年東海インターネット (株)，2000年中部電力 (株) 退職，(株)リフレクション取締役就任 (現職)，2002年中京大学講師，2012年中京大学工学部教授 (現職)。

