

Vol. 87

## CONTENTS

【コラム】タイピング／社会的スキルとプログラミング講義の成績との関連… 三浦 元喜

【解説】高校生の皆さんへ、研究を通して自分の可能性を広げよう!… 間辺 広樹

【解説】哲学を込めたネットワーク技術者教育… 鈴木 常彦

## COLUMN

### タイピング／社会的スキルと プログラミング講義の成績との関連



筆者は工業系大学の工学部で、プログラミング講義（必修）を担当しています。いわゆる情報系の学部ではないので、プログラミングの重要性は頭では分かっているが、なかなか馴染めない学生も多いです。大学生対象ということで、C言語やProcessing等のテキスト記述によるプログラミング言語を用いて講義をしていますが、かなり時間をかけて説明したり見せたりしたつもりでも「進度が早くてついていけません」という意見が毎年出てしまいます。

過去4年間に筆者が担当した講義における、学生のタイピングスキルと成績との相関を調べたところ、有意水準5%において相関が有意に高いクラスが半数程度ありました。タイピングは一般に重要なスキルですし、高める方向に努力することは重要です。しかし、特定のスキルの優劣がプログラミング講義の成績に強く影響してしまっているという状況は、あまり望ましいことではないと感じています。最近は説明をさらに丁寧にしたり、エディタの自動補完機能をカスタマイズして、タイピングスキルの影響を軽減する工夫<sup>1)</sup>をしたりしています。ちなみに、これらの工夫による効果かどうかは分かりませんが、今年と昨年の講義については、タイピングスキルと成績との有意な相関は見られなかったです。

そのほか、社会的スキルに着目した研究<sup>2)</sup>があります。この研究に触発され、筆者も「菊池の社会的スキル尺度」(KiSS-18)<sup>3)</sup>と成績との関連を調べてみました。その結果、「相手から非難されたときにも、それをうまく片付けることができますか」や「あちこちから矛盾した話が伝わってきても、うまく処理できますか」といったトラブル処理に対する項目と、講義の成績とに弱い負の相関が見られました。また、社会的スキルが高い学生は、相談しながら回答可能な演習や、グループ協働活動に対する点数が高い傾向にあり、逆に社会的スキルが低い学生は、1人で回答する定期試験の点数が高い傾向がありました。これは、あくまで筆者が担当したあるプログラミング講義における事象であるため、一般的な傾向として結論づけることはできていません。しかし学習者のスキルや特性によって、一部の受講者が不利益を被らないようにするために、各種スキルと成績との関連や、評価項目とその配分について継続的に調査・検討していくことは、特に必修の講義において重要ではないかと思っています。

#### 参考文献

- 1) 三浦元喜：初学者向け Processing プログラミング環境におけるコード補完機能の導入と実践，情報処理学会情報教育シンポジウム，pp.142-149 (2018)，<http://id.nii.ac.jp/1001/00190699/>
- 2) 内 正也 ほか：社会的スキルに着目したプログラミング教育の学習効果の分析，信学技報，116(85)，pp.65-70 (2016)，<https://ci.nii.ac.jp/naid/40020881265>
- 3) 菊池章夫：KiSS-18 研究ノート，岩手県立大学社会福祉学部紀要，6(2)，pp.41-51 (2004)。

三浦元喜(九州工業大学)

# 高校生の皆さんへ，研究を通して 自分の可能性を広げよう！

間辺広樹

神奈川県立柏陽高等学校

## 高校生に「今，求められる力」

変化の激しい社会を生きていくために，高校生に求められる力も変化している。文部科学省は「今，求められる力」を「課題発見・解決能力」「論理的思考力」「コミュニケーション能力」とし，総合的な時間を柱とした探究的な学習などを通して育成することを求めた<sup>1)</sup>。

この力が育つ学習活動は「研究」である。多くの高校生にとって本格的な研究をした経験はないであろう。そのため「研究すること」は，雲を掴むような話に思えるに違いない。

しかし，本会誌8月号のコラム<sup>2)</sup>で紹介されている通り，高校生でも「新規性・有用性のある研究をすることは十分可能」である。私は柏陽高校の「総合的な学習の時間」で，研究の指導をしてきた。研究は高校生にとって楽な学習活動ではなく，教員にとっても難しい指導となる。

その一方で，高校生の活動の様子を見ていると，誰もが陥りがちな誤りや甘さがあることに気づく。そこで，カリキュラムや指導法を見直した結果，主体的に取り組む生徒が増えたように感じている。また，一部ではあるが，指導した高校生が本会の研究会で発表して学生奨励賞を受賞してくれた<sup>3)</sup>。また，他校の生徒ではあるが（実は息子です），指導した論文が本会論文誌「教育とコンピュータ」特集号に掲載される<sup>4)</sup>という成果を残せるようになった。

本稿では，研究することに不安を感じたり，漠然としたイメージしか持てない高校生の皆さんに，研

究を行うためにどのような力を身に付ければよいかを指南する。内容の一部は高校生の研究指導をまとめた以前の記事<sup>5)</sup>と重なるが，今回は多くの高校生が躓くポイントを中心に示すことで，研究活動を充実させるための高校生へのメッセージとしたい。その上で，研究することの楽しさ・素晴らしさを示すとともに，研究によって自分の可能性を広げられることをお伝えする。

## 研究するってどういうこと？

実は私自身は大学院に入ったのが40歳代と遅く，いまだ十分な研究実績を残せているわけではない。そんな私が，研究することについて語ろうとすることには無理があり，多くの研究者の方々から厳しい目で見られるであろう。しかし，高校生と接している立場だからこそできる指導もあるかもしれないということで，お許しいただきたい。

さて，高校生が研究を始めようとするとき最初にぶつかる壁が，「研究するってどういうこと？」という問題である。高校生に向けた研究の指南書<sup>6)</sup>には，『研究』とは「何らかの学術的問題を提起し，その解決に貢献する」と説明されている。学術的問題とは「自分が知らないこと」ではなく「人類が知らないこと」を意味し，「その問題の解決を多くの人が望んでいる」ことが必要である。

しかし，高校生の多くが研究とは「自分が知らないことを知ること」と捉えてしまうようである。その結果，「なぜ三角形の内角の和が180°なのか」な

ど、分かりきったことを調べただけで終わってしまうケースもある。「自分が知らないことを知ること」は『研究』ではなく、『勉強』である。

逆に「人類が知らないこと」に過剰に反応して「宇宙の謎を明らかにする」などと大がかりなテーマを考える高校生もいる。夢は大きい方がよいが、自分(たち)ができる範囲での研究を考えなければ意味がない。そこで、身の周りにある題材に目を向けさせることになる。実は、我々の身の周りには「人類が明らかにできていない未解決問題」がたくさんある。学校の中にも家庭の中にも、生徒一人ひとりの心の中にさえも存在する。したがって、まずは高校生ができる研究テーマを見つけようとする姿勢が、研究の第一歩である(テーマ選びについては次のページにて改めて説明する)。

## 高校生が躓くポイント

研究は人類最高の知的生産活動であり、さまざまな力を統合して成し遂げられるものだと思う。私は研究に必要な力を「1. 創造力」「2. 統計的思考力」「3. 批判的思考力」「4. 論理的思考力」「5. 情報収集能力」「6. プレゼンテーション能力」「7. 表現力・文章力」として示し、意識してそれぞれの力が身に付くように指導をしている。この中から、高校生が身に付けることが困難な力について、課題などを示す。

### □ 統計的思考力

まずは、統計的思考力である。研究では、実験や調査で得られた客観的なデータから、何が言えるかを考えることが必要である。しかし、高校生の研究発表を聞くと、次のような不十分な状態で結論を述べてしまうケースが多い。

- 実験や調査の精度が低い
- 分析で必要とするだけのデータがない

つまり、「精度の低い実験を1～2回行って、その結果から結論付ける」という発表になっているの

である。たとえば「頑張れと言えば植物は伸びる」といった仮説に対して、話しかける植物と話しかけない植物はそれぞれ1本ずつしかなく、偶然にも話しかけた植物の方が伸びたとき、「頑張れと言った植物はよく育つことが分かりました」と、結論付けてしまうのである。

このような研究をしてしまう生徒に対しては、「実験や調査の精度を上げなさい」「十分な量のデータを用意しなさい」と指導するわけだが、それを実行に移せる高校生は思いのほか少ない。そこで、私はこの課題に対して表-1のような対策を施してきた。

これらの対策には一定の効果は見られるが、残念ながら十分なものではない。たとえば、数学I「データの分析」で標準偏差を算出できるようになったとしても、2つのグラフを比較して散らばりの大きさを論ずることができない生徒が多いのである。

日本は統計教育が遅れているといわれるが、研究指導をしているとその現実を目のあたりにする。本誌を読む高校生の皆さんには、統計的なものの見方や考え方を身に付けてほしいと思う。

### □ 批判的思考力

統計的思考力と関連して指導が難しいのが、批判的思考力である。批判的思考力とは、「本当にそれが正しいのか」と慎重に情報や物事を捉えようとする力・姿勢である。しかし、高校生段階では疑うことや批判することを『悪』と考えてしまうのか、自分(たち)の研究や友人の研究に批判的な目を向けようとしないことが多い。あるいは、心で思っている「お友だち」の研究の不備等を指摘することに躊躇いを感じてしまうのかもしれない。

しかし、その結果として根拠や信頼性等が不十分な研究が「まかり通ってしまう」ことになる。このこ

表-1 統計的思考力向上に向けた対策

1. カリキュラムの再構築	年度当初に数学I「データの分析」を学ばせて統計の基礎を理解させ、情報の科学にてパソコンを使ったデータ分析の実習を行う。
2. データ分析のためのミニ実験	紙コプターというおもちゃを用いて、翼の長さや幅が、紙コプターの落下速度や回転速度にどのような影響を与えるか調べる実習を行う。



とは研究活動の質に大きくかわる。

この問題に対して、私が施した対策は、ポスターセッションなど、相互の研究をチェックし合う機会を増やしたことである。対策としては決定的なものではないが、それでも何度も第三者の批判の目に晒すことには一定の効果がある。

「自分がよければいい」という価値観ではなく「他人を納得させることが必要」と思えるようにならなくてはいけない。また、他者からの指摘を受け入れることも必要である。「そうか、こういう風に解釈する人もいるのか」と真摯に捉えて、改善を検討することも必要である。

一方で「皆さんはそう思うかもしれませんが、私たちはこのように結論付けました」と自分たちの考えを聴衆に強要するような発表も聞くことがある。客観性を失ってしまった「残念な」例である。その意味で、研究を成功させるためには、他人の意見に耳を傾ける謙虚な姿勢や、より深く物事を考えようとするしぶとさなども大切な要素といえるかもしれない。

## 研究テーマ選び

### □ 独創性

研究を進める上で最も大切なことは「テーマ選び」である。これまで見てきた高校生の研究でも、「良いテーマを選べば、良い研究(学習)活動に繋がる」と言っても過言ではない。「広く浅く」ではなく、「狭く深く」掘り下げられるテーマであることが必要である。しかし、テーマ選びは実に難しい。

「高校生でもできる」を基準に考えたとき、身近な題材で考えようとする。それ自体は問題ないのだが、残念ながら多くの生徒が「似たような」題材を選んでしまう、という現象が毎年起きる。たとえば頻出するテーマは以下のようなものである。

- 授業中眠くならない方法
- 色による記憶力の違い
- 頑張れと言えば植物は伸びる

もちろん、これらのテーマであっても、研究になるかもしれない。しかし、これまで私が見た例では、前述したような「不十分の実験・調査の報告」であることが多い。そもそも誰もが思いつきそうなテーマは「安易である」と言わざるを得ない。深く考えていないことが、テーマ選びや研究の質に影響を与えているのであろう、と私は解釈している。

では、どのようなテーマが良いのか？ そのポイントの1つは「独創性」である。誰も知らないことを明らかにしようとするのが研究であるから、誰も考えたことがないようなことに着眼することが必要である。そのために、私は次の2点を考えさせるようにしている。

1. 自分自身を見つめ直す(興味あること/こだわりを持っていること/ほかの人とは異なる考え方)
2. 高校生であることや、地域性を活かす

まず、「自分」がどのようなことに興味があり、こだわりを持って行動しているのかを考えさせる。特に、ほかの人との違いは、研究の原石となる宝が眠っていると私は考える。文献4) でいえば、漢字をこよなく愛する高校生が「漢字を理解するためには機械的な反復学習ではなく、一字一字の意味を理解することが必要である」というこだわりからスタートした研究である。

このように自分の世界で研究を進めることで、研究の面白さや意義を感じやすくなり、より積極的に研究活動を進めていけるのではないかと思う。その意味で、私は研究活動はグループでなく、個人で進めるべきだと思っている。ここは意見の分かれるところと思うが、グループでは「個人のこだわり」を押し出すことは困難である。その結果、「宝」が封印され、誰もが共通に疑問に思うようなことがテーマとなってしまうのである。

また、高校生であることや、地域性を活かした研究を行うことにも意味がある。たとえば柏陽高校は戦時中の第1海軍燃料廠跡地に建てられているが、その痕跡や地域の人とのかかわりなど、明らかにされていないことがまだたくさん残されていると思

う。地域の人の話を聞きながら進めることで、学校や地域への愛着が湧くと同時に、新たな史実の発見によって地域に貢献できるかもしれない。

## □ 情報技術の活用

情報技術の活用についても着目したい。特に、スマートフォンはカメラ機能やセンサ機能を用いることで、これまで個人では難しかった撮影や計測が可能になった。使い方次第でさまざまな研究を助けてくれる機器になるであろう。また、SNSのデータやインターネット上で使える分析ツールなども有効活用できそうである。

さらに、プログラミングを習得すれば、これまで世の中に存在しなかったソフトウェアを開発することが可能である。その効果等を検証すれば立派な研究になる。

## 研究を通して広がる世界

研究をすることで変わるものがある。それは「ものの見方・考え方」である。抽象的な表現だが「視野が広がる」のである。この違いが研究をすることの最大の意義であると思う。

しかし、このことを高校生に認識させることは難しい。それはちょうど、高い山に登ったときにしか見ることのできない景色を、これから山に登ろうという人に想像させるようなものだからである。

研究者はよく「研究は楽しいよ」と言うが、なるほど高みからの景色を想像することは、その経験がある人には楽しみとなるが、高校生の皆さんには「今是我慢して登ろうね。後で良い景色が見えるから」としか言いようがない。しかし、登る過程で身に付くものが「今、求められている力」であり、研究する

力である。この力は社会へ出た後にもさまざまなシーンで活用できる。たとえば何らかの書類1枚書くだけでも、研究経験は活きるのである。おそらく、一生の財産になるであろう。

この力に価値があることは、大学の推薦・AO入試の要項などを見ても分かる。推薦・AO入試では高校時代の研究経験を問う大学が実に多いのである。冒頭で紹介した高校生らは、研究成果を用いて、いわゆる難関大と呼ばれる大学に推薦入試で合格し、夢を叶えている。国立大学協会は推薦・AO入試による入学者を、2021年度までに定員の30%に拡大する目標を立てているが、一生懸命『研究』に取り組むことが、今後憧れの大学へのパスポートとなるかもしれない。

## 参考文献

- 1) 文部科学省：今、求められる力を高める総合的な学習の時間の展開（高等学校編），[http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/sougou/1338359.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/sougou/1338359.htm)
- 2) 奥村晴彦：べた語義：ジュニア会員に向けて、情報処理，Vol.59，No.8，p.737（Aug. 2018），<https://www.ipsj.or.jp/magazine/9faeag0000005al5-att/5908peda.pdf>
- 3) 根本美由樹 他：高校文芸部による文化祭でのスマホを利用した作品展示の試み，研究報告コンピュータと教育（CE），2015-CE-129(5)，pp.1-7（2015）。
- 4) 間辺美樹 他：意味の理解に着目させる漢字学習ソフト『熟語マニア』の開発と評価，情報処理学会論文誌教育とコンピュータ（TCE），4(1)，pp.16-30（2018）。
- 5) 間辺広樹：べた語義：高校生も学会で発表しよう！，情報処理，Vol.56，No.11，pp.1118-1121（Nov. 2015）。
- 6) 酒井聡樹：これから研究を始める高校生と指導教員のために，共立出版（2013）。

（2018年8月3日受付）

間辺広樹（正会員） [manaty2005@mh.scn-net.ne.jp](mailto:manaty2005@mh.scn-net.ne.jp)

1986年より神奈川県立高校教諭として勤務。2010年より大阪電気通信大学の社会人大学院生となる。2013年同大医療福祉学研究所博士後期課程修了。博士（工学）。主に、情報科学教育に関する研究に従事。2010年本会山下記念研究賞受賞。現在、神奈川県立柏陽高等学校情報科・数学科教諭，ならびに東海大学理学部情報数理学科非常勤講師。



# 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"<sup>☆1</sup>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"<sup>☆2</sup>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<sup>1)</sup>。

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<sup>☆3</sup>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<sup>2)</sup>。

### □ 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。

<sup>☆3</sup> <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。

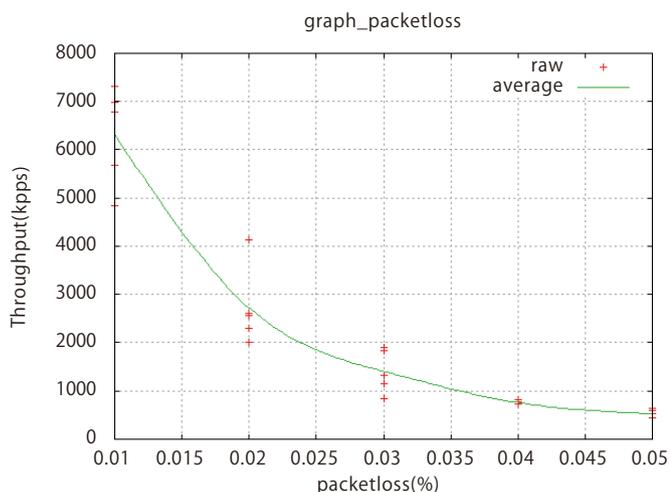


図-2 実験データのグラフ例

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)。

