

社会的な事例学習を取り入れた 情報通信ネットワークの授業実践の試み

鈴木大助¹

概要: 情報通信ネットワークは、一般ユーザにとっては普段その実態を目にすることがないため、いざ学習しようとしてもその理解は容易ではない。筆者が担当する授業では、より現実感を持ち、より身近に感じてもらうため、受講生各自が保有する PC を利用したパケットキャプチャ演習やコマンドを用いた経路調査演習を考案・実践してきた。しかし、大学の一般情報教育の一環として実施することを想定した場合、ネットワークの技術や仕組みに興味を持っている受講生ばかりではないこともあり、技術的な側面に偏らない親しみやすい演習が必要である。そこで本研究では、ネットワークに関して実際に起こった社会的な事件や事故の事例学習を通じて、情報通信ネットワークの仕組みを学習する演習を考案し、実践を通じてその効果を検証する。まずはその予備的研究として、3 年生対象専門科目において、ネットワークコマンドを用いた経路調査実験とネットワークに関する社会的な事件・事故に基づく事例学習の両方を実践し、その効果の比較検証を予定している。本稿では、実験・演習の内容、実施計画と効果測定のためのアンケート、これまでに得られた受講生の反応について報告する。

キーワード: 情報通信ネットワーク、経路調査、事件から学ぶ、事例学習

Practice of a computer network course incorporating case-based learning

DAISUKE SUZUKI^{†1}

Keywords: Computer network, traceroute, learning from incidents, case-based learning

1. はじめに

情報通信ネットワークは、一般ユーザにとっては普段その実態を目にすることがないため、いざ学習しようとしてもその理解は容易ではない。筆者が担当する授業では、より現実感を持ち、より身近に感じてもらうため、ロールプレイ演習[1][2]や、受講生各自が保有する PC を利用したパケットキャプチャ演習[3][4]、ネットワークコマンドを用いた経路調査実験等を考案し、実践してきた。

しかし、大学の一般情報教育で実施する場合、ネットワークの技術や仕組みに興味を持っている受講生ばかりではないこともあり、技術的な側面に偏らないような親しみやすい演習が必要である。

そこで本研究では、ネットワークに関して実際に起こった社会的な事件や事故の事例学習を通じて、情報通信ネットワークの仕組みを学習する演習を考案し、実践を通じてその効果を検証する。まずはその予備的研究として、3 年生対象専門科目において、ネットワークコマンドを用いた経路調査実験と社会的な事件・事故に基づく事例学習の両方を実践し、その効果の比較検証を予定している。本稿ではこれらの内容と、これまでに得られた結果について述べる。

2. 授業方法

2.1 科目全体像

本稿で取り上げる実験・演習は、2022 年度北陸大学経済経営学部 3 年前期選択科目「情報通信ネットワーク I」の一部として行う。授業日程を表 1 に示す。

表 1 2022 年度「情報通信ネットワーク I」授業日程

授業回	テーマ
1	基礎 1 (L1/L2) ネットワーク機器、海底ケーブル
2	基礎 2 (L3+) IP, ISP, ICANN, DNS
3	基礎 3 ネットワークコマンドを用いた経路調査
4	基礎 4 ネットワークに関する社会的な事例学習
5~10	TCP/IP の学習
11~14	Packet Tracer を用いたネットワーク構築演習
15	小テスト/まとめ

2022 年度前期「情報通信ネットワーク I」の履修者数は 128 名である。3 年次配当の専門科目であるが、特に IT を専攻する学生のみが受講しているわけではなく、経済経営学部の 3 年生・4 年生が自由に履修している。本学部では 1 年次に「情報学入門」という履修指定科目を置いており、編入生以外の学生は、この授業を通じてネットワーク基礎についてもある程度修得していると期待される。しかし、多様な専攻の学生が受講していることをふまえ、本科目の

¹ 北陸大学
Hokuriku University

最初の4回でネットワーク基礎について改めて学習する機会を設けることとしている。

第1回はLANやインターネットがネットワーク機器やケーブル等を用いてどのように構成されているかといった主にL2以下の概念について学習する。第2回はIPやISP、DNS、ドメイン名やIPアドレスを管理調整する組織等、主にL3以上について学習する。第3回はネットワークコマンドを用いた経路調査実験、第4回はインターネットに関する社会的な事件や事故の事例に基づく学習を行う。第5回～第10回はTCP/IPについてWireshark[5]等を用いて学習し、第11回以降はCisco Packet Tracer[6]を用いてネットワーク構築演習を行う計画である。なお、本科目はすべての回をオンデマンド授業として実施する。

以下、第3回「ネットワークコマンドを用いた経路調査実験」および第4回「ネットワークの事件・事故に基づく事例学習」の内容について述べる。

2.2 ネットワークコマンドを用いた経路調査実験

本実験では、受講生は、海外にある任意のサーバをひとつ取り上げ、各自のPCでそのサーバに対してtracert (Macであればtraceroute) を実行し、その結果に関してWhoisサービスを利用するなどして、クライアントからサーバに至るまでどのような経路をたどったかを調査する。実験の説明のために例示したスライドの一部を図1に示す。

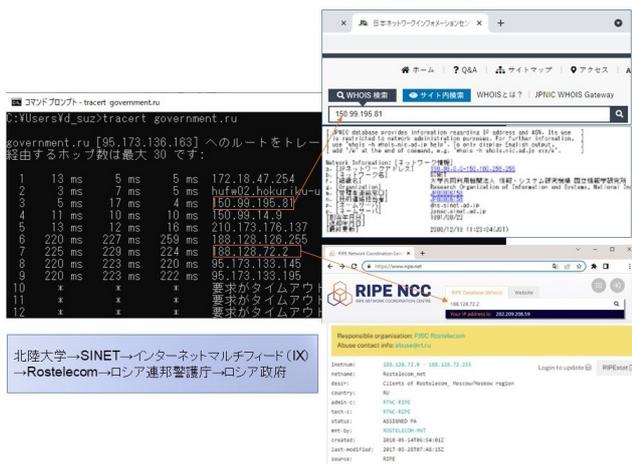


図1 tracert と Whois を利用した調査の実行例

図1の例では、Windowsのコマンドプロンプトにおいてtracert government.ruを行い、得られた経路におけるルータのIPアドレスをJPNIC [7]のWhoisやRIPE NCC [8]のWhoisで調べている。その結果、本学からSINETを経てインターネットエクスチェンジでRostelecomに接続され、ロシア連邦警護庁を経てロシア政府ページに到達している様子が確認される。

コマンド実行の実演動画をオンデマンドで公開し、受講生が好きな時間に実験できるようにした。実演動画では、

中国の検索エンジン最大手である百度のパブリックDNSサーバ[9]へのtracertを実行し、結果についてCNNIC [10]のWhoisで調べたり、Macユーザのために筆者の自宅からターミナルでロシア政府までのtracerouteを実行し、APNIC[11]のWhoisで調べたりなどの実演を示した。

なお、本課題は第1回授業で学習した、インターネットを支える光海底ケーブル、第2回授業で学習したIPやISP、ICANN、DNSに関する理解を促進するための課題である。IPアドレスが組織的・階層的に管理・分配されていることや目的のサーバまで複数のルータ、複数のISPを経由することなどを知り、以てネットワークのネットワークであるインターネットに対する興味と理解が促進されることを狙っている。

2.3 ネットワークの事件・事故に基づく事例学習

本時の授業は、ネットワークに関する事件や事故の事例の学習を通じて、情報通信ネットワークに対する興味を喚起し、理解を促進することを目的とする。

授業では3つの記事を紹介し、それぞれの大筋を説明する。そのうえで、各自の課題として、3つの記事のうちどれか1つを選んで改めて詳細に読んでもらい、その記事の内容に関する問題への解答と、その記事を読んで各自が感じたことや考えたことについて100字以上で記述することを求めた。

記事とそれに対応する問題からなる3つの課題をそれぞれ表2、表3表4に示す。

表2 課題①『『ロシアをインターネットから切り離せ』というウクライナの要求をICANNが拒否』[12]

1. ICANNは何を行う団体であると述べられているか
2. ロシアを「インターネットから切り離す」ために、ウクライナはICANNに対して具体的には何を要求したか
3. ICANNは要求を拒否したが、それはどのような理由によるものであったか
4. 記事を読んであなたが感じたことや考えたこと

表3 課題②「[BGP経路ハイジャック] 誤った経路に導く、難しい根本対策の徹底」[13]

1. BGPとは何であると述べられているか
2. パキスタン政府はどのような方法によって、国内からのYouTubeへの接続を遮断しようとしたか
3. 結果として全世界においてYouTubeへ接続できない状態となったが、それはどのような設定ミスが原因であったか
4. 記事を読んであなたが感じたことや考えたこと

表 4 課題③「海底ケーブルの切断でインターネットが接続不能に. イエメンで発生した事態からの教訓」[14]

- | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ol style="list-style-type: none">1. 切断された原因は何であったか2. 切断された結果インターネットが接続不能になったというが、具体的にどのような状況になったか3. 切断されたケーブルはどのように修復するのか4. 記事を読んであなたが感じたことや考えたこと |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

課題①は第2回授業で学んだ ICANN や DNS に関する事例として、課題②は第2回授業で学んだ IP や ISP に関する事例として取り上げた。課題③は第1回授業で学んだインターネットを支える光海底ケーブルの内容に関する事例である。

3. 教育効果の検証方法

大学1年生を対象とする一般情報教育でも実施可能、かつ、ネットワークに対する興味や理解を喚起するような実験・実習であることが望ましい。その点を検証するため、第3回課題提出後および第4回課題提出後にそれぞれ、表5と表6に示すアンケートを実施する。

表 5 経路調査実験に関するアンケート

- | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ol style="list-style-type: none">1. tracert の対象として選んだサーバは何か2. tracert の宛先としてなぜそのサーバを選んだか3. 本課題に取り組むことがネットワークの理解に役立ったか (5段階)4. 本課題に取り組むことでネットワークに対する興味は深まったか (5段階)5. 本課題は難しかったか (5段階)6. 本課題に対する意見・感想 (100字以上) |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

表 6 事例学習に関するアンケート

- | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ol style="list-style-type: none">1. どの記事を選んだか (3択)2. なぜその記事を選んだか3. 本課題に取り組むことがネットワークの理解に役立ったか (5段階)4. 本課題に取り組むことでネットワークに対する興味は深まったか (5段階)5. 本課題は難しかったか (5段階)6. 本課題に対する意見・感想 (100字以上) |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

本稿執筆時点では、第3回オンデマンド授業の課題提出期限(2022年5月11日)を迎えていないため、アンケートはまだ実施していない。授業進行に合わせて今後の実施を予定している。

4. 受講生コメントから

ネットワーク経路調査実験に関して、5月8日現在、すでにレポートを提出した受講生42名とLMSでコメントをやり取りする中で見えてきた成果や課題を示す。

課題に楽しみながらしっかり取り組むことができている受講生は少なからずおり、「何気なく見ていた web がどのような経路を通っているかを見るのは面白い」「どのような経路で海外のサーバーにいつているのか、実際に自分で調べて面白かった」といった肯定的なコメントも得られている。

また、「プロバイダー同士が繋がる事で大きなインターネットができる事やそのプロバイダー同士という物は日本の国内だけではなく海外などの大きな規模でも繋がっている事が驚いた」「自分で実際にネットワークの経路を調べることで、今まで学んだことの理解が深まっていくと感じた。」といった、理解が進んでいることがうかがえるコメントも見られた。

一方で、以下のような課題が見られた。

tracert を実行し、その結果からいくつかの IP アドレスを拾い上げていずれかの NIC の Whois で検索することはできるものの、その結果が英語で書かれている場合に内容を理解できず、翻訳エンジンにかけた結果をいかんまんで提出している例が見られた。

また、そもそもコマンド入力に苦手意識があり、一文字も間違えてはいけないと緊張して取り組んでいる様子が見られた。

また「WHOIS を使って IP アドレスを調べるときにどのサイトから入って調べればいいのかわからなくて、いろいろなサイト開いて調べるのが大変だった。」といったコメントも見られた。IANA Whois から再帰的に調べるのは煩雑であり、地域や国のあたりをつけて、該当するであろう地域インターネットレジストリや国別インターネットレジストリの Whois で調べるが、親しみやすい容易な課題とは言えない可能性がある。

実験を行う上では、別の問題として調査対象としたサーバが Akamai や Cloudflare 等の CDN を利用しているものであった場合、tracert は本来のオリジンサーバまでの経路を示さない。これまで提出されたレポートを見る限りにおいても、このようなサーバを対象として選んでいる受講生は少なくない。CDN については授業で紹介していないため、実験結果の解釈で困惑する懸念がある。

現在までのところ、ネットワークコマンドを用いた経路調査実験については、以上のような若干の課題を認めている。詳細な評価分析は授業の進行に応じて実施する。

5. おわりに

情報通信のためのコンピュータネットワークは、一般ユーザは普段その実態を目にすることがないため、いざ学習

しようとしてもその理解は容易ではない。本研究では、大学の一般情報教育の一環として実施することも想定し、ネットワークの技術や仕組みに興味を持っていない受講生に対しても実施可能かつネットワークに対する興味や理解を喚起するような親しみやすい演習の開発を目指している。

本稿では、各自の PC を用いたネットワーク経路調査実験とネットワークの事件・事故に基づく事例学習の内容、および、その実施計画と効果測定のためのアンケートについて述べた。今後、実践とアンケート結果分析を通じて、効果を検証する。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 19K03015 の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] 鈴木大助：通信の仕組みを理解するためのロールプレイ演習の開発と実践，情報処理学会研究報告，Vol.2017-CE-140，No.10，pp.1-7 (2017).
- [2] 鈴木大助：通信の仕組みを理解するためのロールプレイ演習の実践と評価，情報処理学会論文誌：教育とコンピュータ Vol.4，No.2，pp.37-46 (2018).
- [3] 鈴木大助：パケットキャプチャ演習が通信の仕組みの理解にもたらす効果，情報教育シンポジウム論文集 Vol.2018，pp.76-83 (2018).
- [4] 鈴木大助：TCP/IP ネットワークの理解を促進する無線パケットキャプチャ演習の開発と実践，情報教育シンポジウム論文集 Vol.2019，pp.341-346 (2019).
- [5] Wireshark, available from <<https://www.wireshark.org/>> (accessed 2022-05-08).
- [6] Cisco Packet Tracer, available from <<https://www.netacad.com/ja/courses/packet-tracer>> (accessed 2022-05-08).
- [7] JPNIC, available from <<https://www.nic.ad.jp/ja/>> (accessed 2022-05-08).
- [8] RIPE NCC, available from <<https://www.ripe.net/>> (accessed 2022-05-08).
- [9] 百度的公共 DNS, available from <public-dns-a.baidu.com> (accessed 2022-05-08).
- [10] CNNIC, available from <<https://www.cnnic.com.cn/>> (accessed 2022-05-08).
- [11] APNIC, available from <<https://www.apnic.net/>> (accessed 2022-05-08).
- [12] GIGAZINE：「ロシアをインターネットから切り離せ」というウクライナの要求を ICANN が拒否， available from <<https://gigazine.net/news/20220304-icann-denies-ukrainian-request-shut-down-russian-internet/>> (accessed 2022-05-08).
- [13] 日経 XTECH：[BGP 経路ハイジャック] 誤った経路に導く，難しい根本対策の徹底， available from <<https://xtech.nikkei.com/it/article/COLUMN/20090225/325481/>> (accessed 2022-05-08).
- [14] WIRED：海底ケーブルの切断でインターネットが接続不能に。イエメンで発生した事態からの教訓， available from <<https://wired.jp/2020/01/15/yemen-internet-blackout-undersea-cable/>> (accessed 2022-05-08).