

コンピュータネットワークの技術教育を 昔と今で比較する

Difference in the Education of Computer Networks between in 1990s and Current.

横田正恵*, 内藤彰美**

Masae YOKOTA, Ayami NAITO

概要：本学は、1995年(当時は短期大学)にInternetへ接続した。その前年から『コンピュータネットワーク論』の授業が開始されている。本稿では、はじめに情報通信に関する当時の国内、および本学の、ネットワーク環境とコンピュータネットワーク論の授業内容を振り返る。また、現在の国内、および本学のネットワーク環境を踏まえ、『コンピュータネットワーク I』、『コンピュータネットワーク II』、『情報管理』の授業内容を説明する。ネットワークを考える上で、1995年当時は情報セキュリティを意識する必要性が低かったが、現在では最重要項目になった。それにより、1995年当時には実施することができたネットワーク機器の見学が現代では不可能になり、机上での講義授業にならざるを得ない現状である。さらに、ネットワークに関する学生達の現状や学生達が望む授業内容等についてアンケートを取り、その結果を示すことと併せて、現代のコンピュータネットワークの技術教育の問題点を考察する。

Abstract : Nagoya Bunri College which is the predecessor of the university has connected to the Internet in 1995. In this article, first, an environment of computer network and the class syllabus of technology on them in 1995 was looked back. Next, current computer network environment and class syllabuses of "Computer Network I", "Computer Network II" and "Information Management" were described. Furthermore, a questionnaire about computer network to the students was taken, used a questionnaire tool in Webclass e-learning system. Based on the result of the questionnaire and these syllabuses in 1995 and 2017, current problem on the education about computer network technology was considered.

キーワード：コンピュータネットワーク, インターネット, 情報教育

Keywords : computer network, Internet, education of information and computer

1. はじめに

東京都内の3大学を電話回線で結ぶJUNET (Japan University Network) から日本のInternetが始まった。1990年には学術と研究利用の目的で、専用回線によるSINET, (Science Information Network) が運用開始され、都市を結ぶバックボーンの構築が始まった。これにより、全国の大学や研究機関が専用線でネットワーク接続できるようになった [1]。現在では全都道府県のノードが100Gbpsの回線で結ばれ、850を超える大学や研究所

がつながる大規模ネットワークへと成長している [2]。

名古屋文理大学では、前身の名古屋文理短期大学であった1995年7月から、名古屋大学を介してSINETに接続し、Internetの運用を開始した [3,4]。著者 横田は、当時本学 情報処理センターで、教育用情報システムとネットワークの管理を担当した。また、1994年度から1999年度の間、短大情報処理科で『コンピューター・ネットワーク論』の授業を担当した。再び、2010年度から名古屋文理大学 情報メディア学部 情報メディア学科

*名古屋文理大学 情報メディア学部 情報メディア学科

**名古屋文理大学 図書情報センター

にて『コンピュータネットワーク I』、『コンピュータネットワーク II』、『情報管理』などの授業を担当し、ネットワーク技術や情報セキュリティ技術に関する授業を行っている。

著者 内藤は、2009年4月より本学図書情報センターに勤務し、現在は学内全体の情報システムの運用管理を任されている。

本稿では、「コンピュータネットワーク技術」を教授する授業の今と昔（1995年）を比較し、現代のコンピュータネットワーク教育における問題を考察する。

2. 1995年の情報ネットワーク環境と科目内容

2.1 1995年の情報ネットワーク環境

1995年は、Docomo やデジタルホングループ、ツーカーグループによって携帯電話サービスが開始された翌年である。Windows95が11月に発売され、Yahoo, Amazon が誕生した [5]。PC に本格的な GUI (graphical user interface) 環境とネットワークを用いた商用サービス環境が整い始めた年でもある。一方、当時の学生たちの多くは、ポケットベル (ポケベル) を身近な人達との通信手段に持ち歩いた。

1995年1月17日に起きた阪神淡路大震災では、電話回線が利用できない中、神戸大学など SINET につながるサイトが情報発信基地となり、Internet が注目された [6]。

本学の情報ネットワークシステムは、1995年に、従来の汎用機と TSS 端末を結ぶシステムから、UNIX の X 端末や PC を Ethernet で接続する LAN へと再構築された [3-4]。再構築されたネットワークの構成を図1に示す。情報実習室内 PC などの IP アドレスは、「プライベートアドレス網のアドレス割当規約 (RFC1918)」 [7] が未発効であったため、すべてグローバルアドレスとした。実習機器には、複数のウィンドウが表示される X 端末を導入し C-shell を使って UNIX マシン (SONY News) をコマンド操作した。Windows PC からは Netscape を用いて web サイトにアクセスでき、telnet や FTP 等のネットワークコマンドのほか、メーラーの AL-Mail が使用できた。

ネットワーク、特に Internet を取り巻く技術の飛躍的な進歩により、1995年当時と現在では同じ『コンピュータネットワーク技術』をテーマにした科目でも授業内容が異なるので、以下にそれを俯瞰する。

2.2 1995年のコンピュータ・ネットワーク論 授業概要

授業科目に関して、当時はシラバスやカリキュラムツ

リーを作成する教育機関は少なく、本学でもシラバス、カリキュラムツリーとも作成されていなかった。『コンピュータ・ネットワーク論』は、短大情報処理学科 2 年生 約360名を対象に選択科目として、1994年からカリキュラムに組み込まれた。著者 横田の1995年当時の講義ノートから、『コンピュータ・ネットワーク論』の授業内容を以下に挙げる。

- 第1講 ガイダンス、アンケート
- 第2講 新しい学内 LAN の説明
- 第3講 通信の歴史、通信の方法
- 第4講 日本の通信回線と通信網
- 第5講 LAN, WAN, 接続形態など
- 第6講 LAN の方式とプロトコル
- 第7講 Internet とは
- 第8講 電子メールを使う
- 第9講 WWW, NetNews
- 第10講 talk, telnet, FTP
- 第11講 学外見学 (名古屋栄 NTT)
- 第12講 将来のネットワーク
- 第13講 これまでのまとめ

第2回の授業では、学内 LAN を知るために、DNS サーバ、メールサーバ、Ether switch やルータが格納されたラックなどを見学した。第3回、第4回では、WAN の構築に欠かせない通信回線について講述した。第5回、第6回の中でネットワークの形態、プロトコル等を扱った。第8回から第10回は、PC から UNIX マシン (News) に接続する実習を行った。第11回は、小グループに分かれ名古屋 栄 NTT を見学した。現在までの通信機器や将来の情報通信の話聞き、いろいろな通信機器、通信ケーブルなどを見学した。近未来には体に装着して持ち運べる (ウェアラブル) コンピュータが実現すること、曲がるディスプレイとして研究されていた有機 EL などの内容だった。学生たちが、将来の情報ネットワークに対し、明るい期待を持つことができたことを実感した。

なお、1年後期開講科目『オペレーティングシステム』の中で、UNIX コマンドの操作などを実習した。

ところで、情報セキュリティに関する内容は当時のカリキュラムには入っていない。当時の Internet は、「Internet は大学や企業などの組織で使用するものであるからマルウェアの拡散やサーバ攻撃などの脅威を与える利用者はいない」という性善説を前提としていた [8]。その一方、将来起こるであろうサイバー攻撃に対する対策が研究されていた [9,10]。

3. 2017年の情報ネットワーク環境と科目内容

3.1 2017年の情報ネットワーク環境

現時点で1995年から22年が経過した。Internet は社会インフラとなり、いつでもどこでも繋がって当たり前存在と化した。企業などの組織では、運用管理やセキュリティ管理の困難、コストなどの面から、自社で web サーバやデータベース (DB) サーバを持つことを止め、ホスティングやクラウドストレージサービスなどを利用する、ICT のクラウド化が進められている。それらのサービスを担うのは主にデータセンター (DC) であり、Windows サーバや UNIX 系のサーバ類が運用管理されている。

今後、あらゆる場面で利用されるであろう人工知能 (AI) でもネットワーク化が始まり、昨年から総務省に AI ネットワーク推進会議が設けられている [12]。

本学では、稲沢キャンパスと SINET 愛知 DC との間を1Gbps 高速 Ethernet 専用回線で、また稲沢キャンパスと名古屋キャンパスの間は (max.) 1Gbps の EtherLink で接続している。ネットワークの監視は、トラフィック量やホストの負荷を図2 (a) に示す GUI 画面で確認できる。2015年に本学でネットワーク・トラブルが発生した際には、図2 (b-1)、(b-2) のようなトラブルが授業実施日に確認できたため、Ethernet 専用回線の速度が問題であることが早期に分かった。

ネットワーク管理は GUI 環境で便利になったが、細かな作業や複数コマンドの一括処理には、ネットワークコマンドが使われる。DC 等、コンピュータネットワークに関わる仕事では UNIX や Windows 上でネットワークコマンドを使用できることが求められる [13]。

3.2 2017年のコンピュータネットワーク I, II 授業概要

現在の ICT を取り巻く状況を考慮し、2017年度にはシラバス (図3 (a) (b) の内容に沿って『コンピュータネットワーク I』『コンピュータネットワーク II』の授業を実施している。それぞれの科目は、2年後期、3年前期に開講される。通信に関する科目がカリキュラムに無いことから『コンピュータネットワーク I』の前半は通信の要素技術を扱い、その後にコンピュータネットワークの大枠を説明する。『コンピュータネットワーク II』は、一般的な『コンピュータネットワーク技術』の授業内容である。第14回の中で、本学図書情報センター職員 (著者 内藤) が、学内の情報システム管理の仕事内容を紹介している。このほか、情報セキュリティや情報システムの設計管理に関わる内容は、『情報管理』(2年後期選択科目) の中でも伝えている (参照: 図3 (c))。

1995年当時と2017年現在との科目内容の比較は第5章で行う。

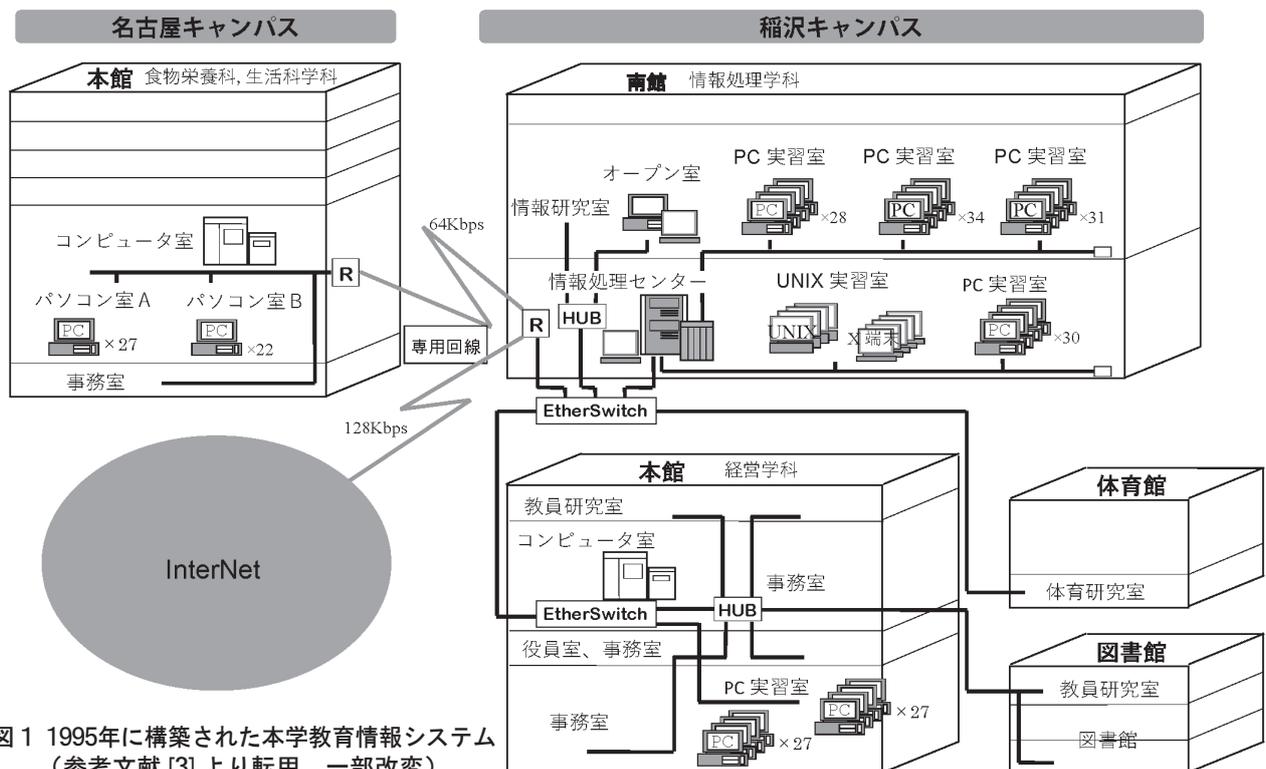
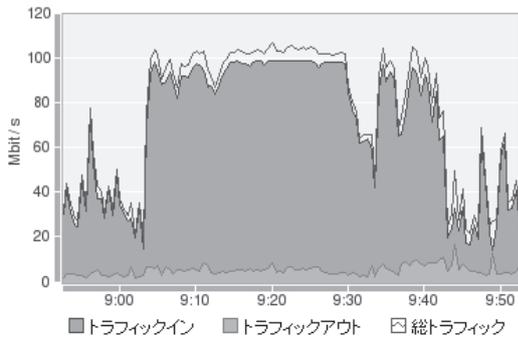


図1 1995年に構築された本学教育情報システム (参考文献 [3] より転用、一部改変)

(a)



(b-1)



(b-2)

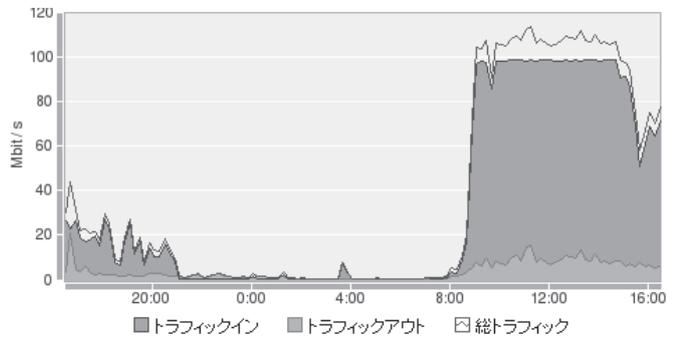


図2 GUIによるシステム管理用システム (2017年10月 現在運用中)

(a) コンピュータネットワーク I

第1週	■ ガイダンス ■ コンピュータ・ネットワークの技術、およびネットワーク技術の仕事
第2週	■ 情報の基礎 ○通信と情報の基礎1 2進数と16進数
第3週	■ 情報の基礎 ○通信と情報の基礎2 アナログ信号とデジタル信号
第4週	【演習】 デジタルデータを作る
第5週	■ データ通信に必要なこと ■ データ通信 ○通信路 ○変調と復調
第6週	■ データ通信 ○通信速度 ○同期方式
第7週	■ データ通信 ○多重化 ○誤り制御
第8週	■ データ通信 ○通信回線 ○通信サービス
第9週	【演習】 資格試験の問題に挑戦 ■ コンピュータネットワークの目的
第10週	■ ネットワーク基礎 ○ネットワークの形態 ○代表的なネットワーク Ethernet
第11週	■ ネットワーク基礎 ○ネットワークの歴史的背景
第12週	■ ネットワーク基礎 ○ネットワーク・プロトコル ○OSI参照モデルとTCP/IP
第13週	■ ネットワーク基礎 ○ネットワークの機器
第14週	■ ネットワーク基礎 ○ネットワーク・アドレス
第15週	【演習】 資格試験問題を解いてみよう

(b) コンピュータネットワーク II

第1週	■ ガイダンス ネットワーク技術に関わる仕事とその現状を知る
第2週	■ プロトコル ○プロトコルとは ○OSI参照モデル
第3週	■ プロトコル ○プロトコルの歴史的背景 ○TCP/IP
第4週	■ アドレス ○MACアドレス ○IPアドレス ○アドレス・クラス
第5週	■ アドレス ○ネットマスク
第6週	【演習】 ネットマスクを使ってアドレスの計算をしよう
第7週	■ アドレス ○IPアドレスの割当てと管理 ○IPv4アドレスの枯渇問題
第8週	■ アドレス ○ドメイン・ネーム
第9週	■ アドレス ○ローカル・アドレスとグローバル・アドレス
第10週	■ アドレス ○MACアドレスとIPアドレス ○ドメインネームとIPアドレス
第11週	【演習】 検定試験問題に挑戦
第12週	■ ネットワーク機器 ○ネットワークをつなぐ各機器の役割
第13週	■ ネットワーク・アプリケーション・プロトコル
第14週	■ 無線LAN ■ ネットワーク・システム管理の仕事
第15週	【演習】 検定試験の問題を解いてみよう

(c) 情報管理

第8週	■ 企業情報システム 企業では、どのような情報システムが利用されているのか業務系の様々な情報システムを知る
第9週	■ 企業情報システム 業務システムで考慮しなければならない事柄
第10週	■ 企業情報システム 企業情報システムを支援なく稼働するための対策
第11週	■ 企業情報システム 企業情報資産と様々な脅威
第12週	■ 情報セキュリティ 情報システムのセキュリティの方法
第13週	■ 情報セキュリティ 暗号化の手法
第14週	■ 情報セキュリティ 電子署名、電子証明書
第15週	■ 全体のまとめと練習問題 資格試験の問題を解きながら、これまで

図3 著者が担当するコンピュータネットワーク技術に関する科目のシラバス (2017年度) から授業内容を一部抜粋

4. 学生のネットワーク利用、環境と意識

著者横田が担当する2017年前期科目『コンピュータネットワーク II』および『色彩学』の初回授業でアンケートを実施した。『コンピュータネットワーク II』は情報システムデザインコース 3年 選択科目（受講者48名）、『色彩学』は映像メディアコース 2年 必修科目（受講者47名）である。実施には Webclass のアンケート（無記名式）を用いた。授業に出席した対象者は2科目を合わせて88名。そのうち85名から回答を得た。

質問項目は、次の通りである。

- A あなたの自宅では、いつから Internet に接続していますか？（選択式）
- B 自宅では、どのような回線で Internet 接続していますか？（選択式）
- C Internet を普段、どのように利用していますか？（複数選択式）
- D 1日のうち、Internet を利用している時間はどれだけですか？（選択式）
- E ネットワーク技術の分野で、しっかり勉強したい内容はどれですか？（複数選択式）
- F ネットワーク技術の分野で、自分の将来に役立つと思うものは何ですか？（複数選択式）
- G Internet が世の中から無くなることを想像すると、どのように思いますか？（選択式）
- H ネットワークに関して、自分自身の現在の知識や技術をどのくらいに感じていますか？（選択式）
- I Internet はどのように変化していくと思いますか？ 将来 Internet でできるようになると思うことを書いてください。（記述式）

アンケートの質問項目ごとに、選択項目に対する回答数を図4に示す。

質問項目 A より、「わからない」を除く）約80%の学生が、中学校入学前に Internet を利用できる環境にあったことが分かる。質問項目 C,D からは、Internet を検索や調べものに使うほか、情報メディアの習得に関わる、動画閲覧、ゲームや SNS、音楽視聴に多く用いている。1日の利用時間は4~6時間の回答が最も多いが、6時間以上利用する学生が51%と過半数に達していることは特筆することであろう。質問項目 F,G では、勉強したいネットワーク技術と将来役立つと思う技術は、ネットワークプログラミング、ネットワークやサーバの構築・管理、セキュリティや法律を選んだ学生が多い。また、

質問項目 H から Internet が無くなると生活できないと思う学生が42%に達し、Internet への依存が高いことがうかがえる。

記述式質問項目 I の回答を、おおまかに分けて以下に挙げる。中でも AI に関する記述が多い特徴が見られた。

- AI が進化し、生活が変わる。
- 個人情報や個人の行動が AI によって Internet 上で管理される。
- ヒトの感覚がデータ化されビッグデータとして共有される。
- ヒトの意識を読み取り Internet で意思疎通できる。
- ヒトの五感を実現する仮想現実が Internet とつながり、実世界のように機能する。

5. 考察：コンピュータネットワーク技術教育を今と昔で比較する

本学は1995年に、全国の短期大学の中でも早期に Internet 接続を果たした。1995年当時は商用プロバイダが誕生したとはいえ、Internet につながる組織は少ない状況だった。日本の Internet は SINET を中心に発展した経緯から、当時は圧倒的に大学や研究機関の接続が多い環境だった。Internet 利用者性善説が成り立ち、現代に見られる様々な脅威はまだ希少だった。本学の情報教育システム構築時には、情報セキュリティに関してはほとんど考慮する必要はなかった。プライベートアドレス割当技術が標準化されていなかったことから、情報実習室の PC には外部から分かるグローバルアドレスが割り当てられた。

一方、2017年現在は、さまざまな攻撃が報告されており、その対策が不可欠である。対策の一つとしてネットワーク構成や配線、サーバ設置場所等の秘匿がある。図1に示すようなネットワーク構成図やサーバ設置場所は、管理者および管理責任者以外に秘匿するのが一般化している。本学でも、システム管理者以外の教職員には、それらを知らせないポリシーがある。

また、web サーバやストリーミングサーバ等についても頑強なセキュリティ対策が必要であり、個人やゼミのレベル、ましては授業のレベルでサーバを立ち上げることは事実上困難である。

このような状況下で、学生たちに、自分たちが利用し実際に運用されているネットワーク設備を見学させることは不可能である。学外の IT 系企業を見学する際にも、関係者外の者を社内のほとんどのエリアに立入りさせない企業も多い。

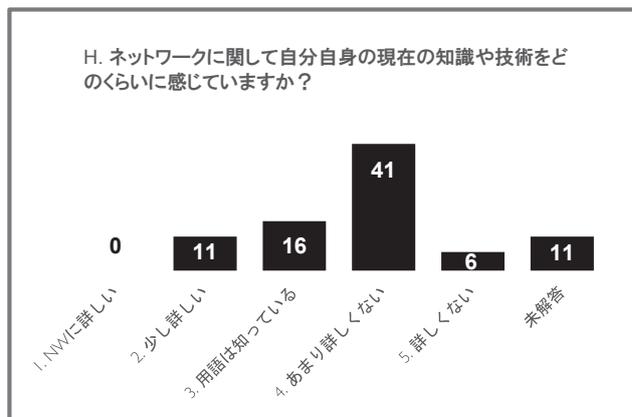
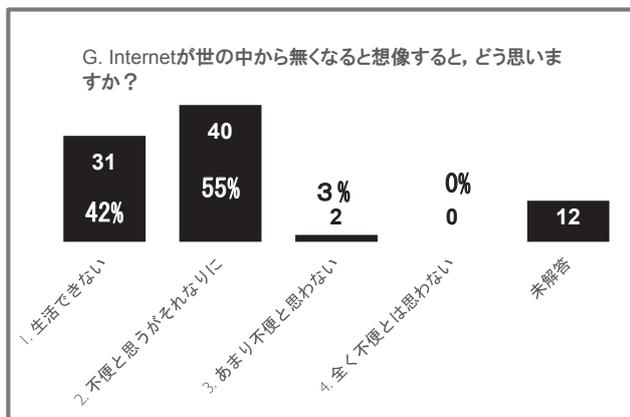
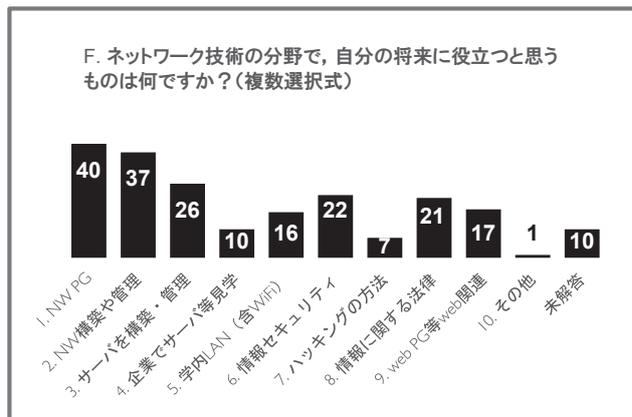
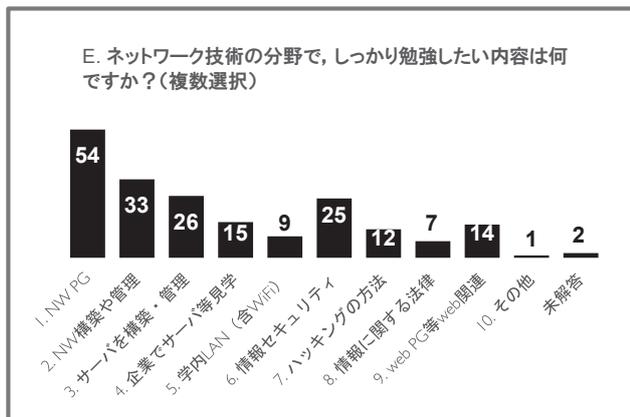
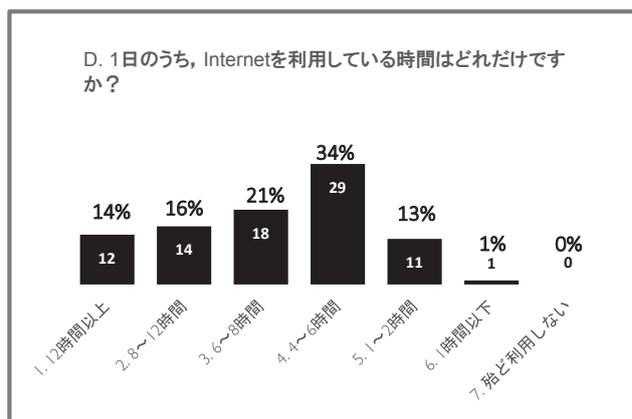
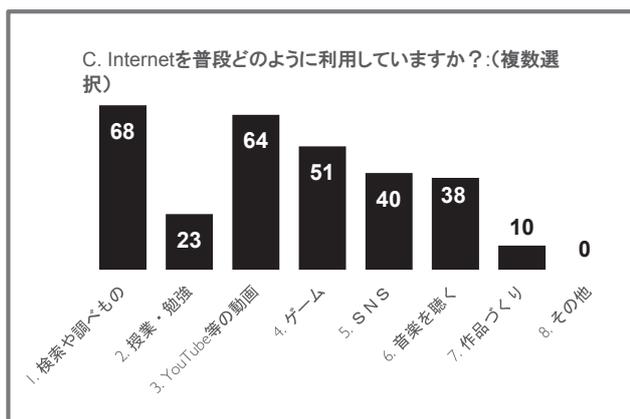
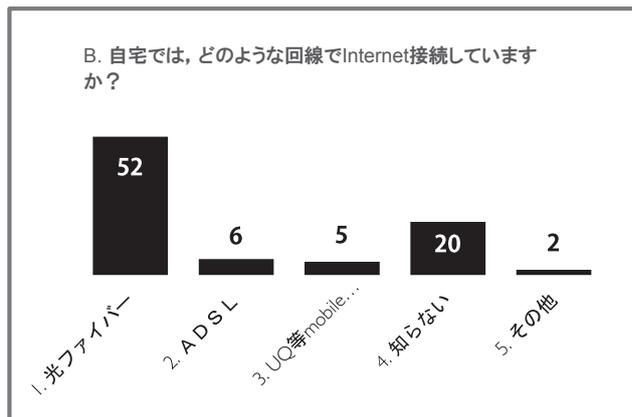
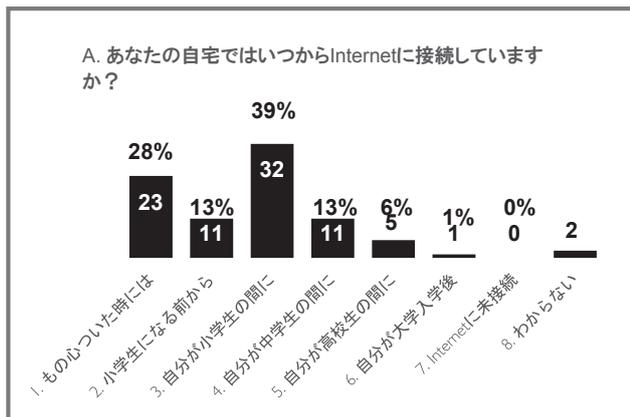


図4 2017年前期に実施したアンケート結果

選択項目の中で次の略を用いている。NW: ネットワーク、PG: プログラミング

質問項目Hには、次の注釈を付している。1. 中小企業のネットワーク構築ができる程度。2. 自宅や個人の家のネットワーク管理ならできる。

3. ネットワーク構築や管理をしたことはないが用語は知っている。4. コンピュータネットワーク I(CN1) の内容を理解している程度。

5. CN1の内容を理解していない。

こうした環境の2017年現在は、コンピュータネットワーク教育の中で、ネットワーク機器の見学やサーバ構築実習を実施することは難しい。そのため、講義やディスカッション形式を中心に、机上の授業でネットワーク技術を習得してもらうことになる。サーバ構築の実習を希望する学生達の希望には沿えてはいない。

1995年には有機ELの実用化や、光ファイバの普及による動画の大容量データ配信が実現する社会を想像させることで、コンピュータネットワーク技術について学生たちに夢を与えることができた。ネットワーク技術はシンプルで分かりやすかった。

22年後の現在は、様々な脅威に対する情報セキュリティのために、一部の実習や学内外のネットワーク設備見学が不可能になった。現在の授業内容の多くは1995年以降に登場したネットワーク技術であり、歴史的経緯を含めて仕組みを解説している。さらに、情報資産に対する様々な脅威や情報セキュリティ技術の範囲を包含している。授業内容は多様になり、かつ複雑化している。

第4章に述べたアンケート結果では、多くの学生達にとって現代のInternetは、1日の起床時間の3分の1以上を過ごす場所であり、欠かせないインフラであることが分かった。しかしながら、8K動画、3D動画配信にも耐えうるネットワーク技術が開発され実用化される現代、更なるネットワーク技術の進展へと、学生達のモチベーションを持たせることは難しい。1995年時には、ネットワークの仕事のやりがいや楽しさを伝えられたが、2017年現在は、社会需要や賃金、仕事の安定性をモチベーションとしてネットワーク技術を伝えなければならない。

コンピュータネットワークが成熟期を迎えた今、その技術習得へのモチベーションに、楽しい夢を持たせることはできるのだろうか。2017年現在は、1995年当時の夢の多くが実現したが、現代の秘匿されたコンピュータネットワークでは、実例を交えることは困難で、実習を主としたの技術教育には苦慮する現状がある。

6. おわりに

本稿では、本学がInternetに接続した1995年時点と2017年現在のコンピュータネットワークの技術教育を比較した。

1995年と現在の、Internetを含むネットワーク全般の環境を俯瞰し、それを踏まえたコンピュータネットワーク技術に関連する授業内容を提示した。

また、情報メディア学科の一部の学生を対象にアン

ケートを実施した結果から、現在の学生達が、どのような授業内容を望んでいるか、Internetをどのように活用し、毎日何時間程度使用しているかなどを知ることができた。

学生達が望むようなネットワーク技術を伝える授業内容に近づけることは学生満足度を得る上で必要である。しかし、1995年当時はほとんど無かった情報資産に対する脅威のため情報セキュリティが強化されたこと、およびInternetがインフラ化されたことなどによって、1995年当時のように夢を与えられるような授業が難しい、かつ学生が望む授業内容を提供できていない実情を示した。

IoTが生活の中に浸透しつつある現代、ネットワーク技術の基礎知識は情報処理技術者に不可欠である。将来、コンピュータネットワークは更に高速化し複雑化するであろう。この20余年でコンピュータネットワーク環境が激変したように、今後数十年の間には新たな情報環境の革新があるかもしれない。理想のコンピュータネットワーク技術教育が難しい環境ではあるが、新たな情報環境の変化に柔軟に対応できる情報技術者の育成が最大の課題であろう。

《参考文献》

- [1] 村井 純, 岩波新書「インターネット」第4章, 岩波書店, 1995
- [2] 「SINET5 学術情報ネットワーク2017」, 国立情報学研究所, 2017 (パンフレット)
- [3] 森博, 杉江晶子, 横田 正恵, 滝川嘉彦, ‘名古屋文理短期大学におけるキャンパスネットワークシステム’, 名古屋文理短期大学紀要, 第21, pp.3-9 (1996)
- [4] 森博, 杉江晶子, 横田 正恵, 滝川嘉彦, ‘名古屋文理短期大学におけるキャンパスネットワークシステム’, 平成7年度文部省情報処理教育研究集会講演論文集, pp.185-188 (1995)
- [5] 砂田 薫, ‘情報革命がもたらすパラダイムシフト’, AD Studies, vol.49, pp.14-17 (2014)
- [6] 奥乃 博, ‘阪神大震災でインターネットが果たした役割/情報ボランティアの登場’, インターネット白書1996 第1章, インプレスR&D, pp.14-17 (1996)
- [7] Y. Rekhter, B. Moskowitz, D. Karrenberg, G. J. de Groot, E. Lear, ‘Address Allocation for Private Internets’ RFC1918, IETF (1996)
- [8] 鈴木 幸一, ‘性善説という神話’, 日本経済新聞 電

子版 (Jun. 8.2016)

- [9] C. Kaufman, R. Perlman and M. Speciner, 'Network Security : Private Communications in a Public World', Prentis-Hall, Englewood Cliffs, NJ. (1995)
- [10] D.V. Klein, 'Foiling the Cracker', Survey and Improvements to Password Security (1990)
- [11] インターネット白書編集委員会, '10大キーワードで読む2014年のインターネット', インターネット白書2013-2014 すべてがつながる未来へ, インプレス R&D (2014)
- [12] 総務省 AI ネットワーク社会推進会議 ホームページ, http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/kenkyu/ai_network/ 2017.11.14現在閲覧可.
- [13] 「インフラエンジニア教本 ネットワーク構築技術入門」 Software Design 別冊, 技術評論社 (2015)