はじめに

現在のコンピュータネットワーク

インターネットに代表されるコンピュータネットワークは，情報をやりとするためのインフラとして，必要不可欠となっている．情報提供や検索のみならず，インターネットショッピングや，電子メール・SNS・ブログなどのコミュニケーションから，電子商取引など，幅広い用途でインターネットが利用されている．現在の人とコンピュータ，人と人の情報交換のみならず，センサやアクチュエータが搭載された多様なモノにネットワークが接続されるモノのインターネット（IoT: Internet of Things）にも注目が集まっている．社会におけるコンピュータネットワークの重要性が増大するにつれ，情報の盗聴や不正アクセス，意図的なネットワークシステムへの攻撃なども発生しており，その対策を検討する必要性が増している．

今現在でも，利便性，速度，信頼性向上を目指して，世界中で様々な研究開発が積極的に行われており，これからもコンピュータネットワークに関しての多種多様な新規技術が登場すると予想されている．このような状況において，将来登場してくる技術を把握する際，さらに，新しい技術を自分で創造する場合も含め，現在の技術の概念から動作までを理解しておくことが重要となる．

コンピュータネットワークを理解するには

コンピュータネットワークは複数の技術の融合であり，そのため，個々の技術を部分的に入れ替えることが可能となっている．たとえば，コンピュータの接続を電気的なケーブルから無線方式に変更しても，それ以外の部分は変更することなく，利用の継続が可能である．また，パソコンであっても，スマートフォンであっても，同じようにインターネットにアクセスができる．

このようなコンピュータネットワークの特性に基づき，全体構成を把握しつつ，個別の技術を詳細に理解する必要がある．特に，それぞれの技術がコンピュータネットワークのシステム全体の構成の中でどのような位置づけと役割を担っているかを理解しておくことが重要となる．

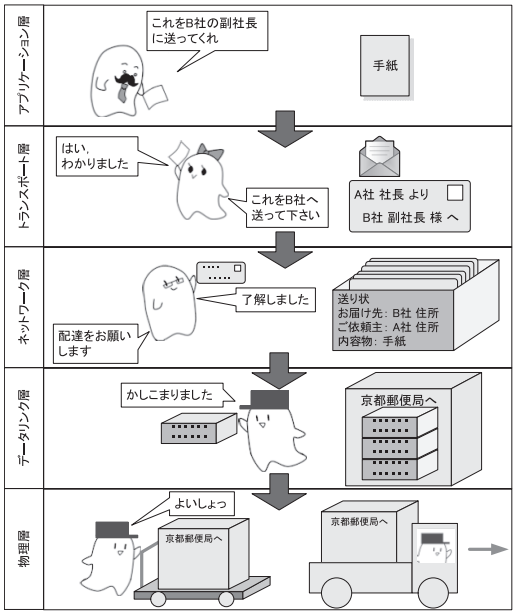

図 1　郵便配達の例による概念理解

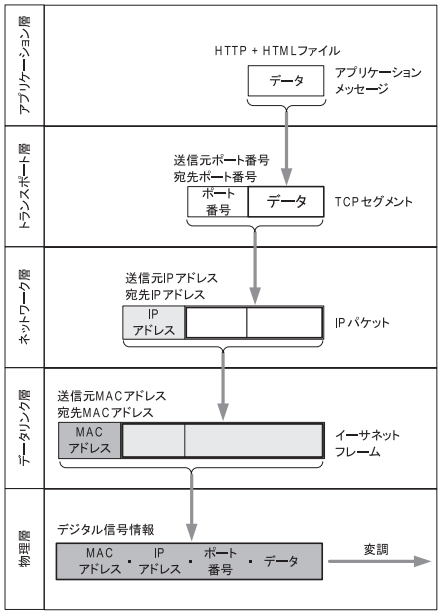

図 2　構成図による具体的説明

```
No.     Time    Source          Destination     Protocol        Length Info

1       0.000000        192.168.1.1     8.8.8.8         DNS     77      Standard query
2       0.054344        8.8.8.8         192.168.1.1     DNS     93      Standard query
3       0.057739        192.168.1.1     202.23.184.245TCP       66      58942 > http [SYN]
4       0.072112        202.23.184.245192.168.1.1       TCP     66      http > 58942 [SYN,
5       0.072198        192.168.1.1     202.23.184.245TCP       54      58942 > http [ACK]
6       0.074182        192.168.1.1     202.23.184.245HTTP      464     GET /class/index.h
7       0.086922        202.23.184.245192.168.1.1       TCP     60      http > 58942 [ACK]
8       0.087464        202.23.184.245192.168.1.1       HTTP    481     HTTP/1.1 200 OK
9       0.287131        192.168.1.1     202.23.184.245TCP       54      58942 > http [ACK]
10      5.092318        202.23.184.245192.168.1.1       TCP     60      http > 58942 [FIN,
11      5.092405        192.168.1.1     202.23.184.245TCP       54      58942 > http [ACK]
12      5.092582        192.168.1.1     202.23.184.245TCP       54      58942 > http [FIN,
13      5.105521        202.23.184.245192.168.1.1       TCP     60      http > 58942 [ACK]

+ Frame 6: 464 bytes on wire (3712 bits), 464 bytes captured (3712 bits)
+ Ethernet II, Src: AsustekC_bd:6b:a0 (90:e6:ba:bd:6b:a0), Dst: Buffalo_ea:2b:ee
+ Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.1.1 (192.168.1.1), Dst: 202.23.184.245
+ Transmission Control Protocol, Src Port: 58942 (58942), Dst Port: http (80), Seq:
+ Hypertext Transfer Protocol
```

図 3　プロトコルアナライザによる実データ提示

本書のねらいと構成

まず**図 1** に示すようなコンピュータネットワーク全体を郵便配達の会社モデルに例えることで，まずはコンピュータネットワークの全体像を概念的に理解する．そこに登場する人やモノが実際のネットワークにおいて何に相当しているかを**図 2** のような構造図を通して具体的な説明を行うことで，個々の技術の目的を把握する．さらに，実際のコンピュータネットワークを動作させ，機能に関して**図 3** で示すプロトコルアナライザによるデータを提示することで，実

状況を通した詳細な理解を深めることを目指している．

本書で説明に利用しているプロトコルアナライザのデータは，http://w3.doshisha.ac.jp/class/ からダウンロード可能となっており，無償で提供されているプロトコルアナライザ Wireshark を起動しそれぞれのデータを読み込むことで，実際のネットワークにおけるデータの流れやプロトコルのやりとりを詳細に理解することができる．また，本書内で利用した HTML 等で記載したプログラムも同じところからダウンロード可能である．ファイル名は本文中に記載しているとおりである．

謝辞

本書を作成するにあたり，多くの方々の協力を得た．本書の構想を作る段階でアイデアを出して頂いた大阪大学大学院情報科学研究科博士後期課程所属で PIRIKA 最高技術責任者（CTO）の綾木良太さん，プロトコルアナライザ用データ取得のために実験用機材を貸して頂いたネットワンシステムズ株式会社の諸星隆明さん，Cisco 社製ルータ操作等のアドバイスを頂いたシスコシステムズ合同会社で当研究室卒業生の松村百合さん，その他，実験用ネットワーク構築やデータ取得，文書校正など，同志社大学情報支援課の今西覚さん，および，同志社大学大学院情報工学専攻ネットワーク情報システム研究室のみなさんに感謝致します．

2014 年 3 月 1 日

佐藤 健哉・昔農 凜太朗