

TYCOON の 28 年間と私

土橋 朗¹

本学基幹ネットワークは TYCOON (ToYaku COmputer Open Network) と呼ばれています。このネットワークは 28 年前の 1992 年に、実にささやかなローカルエリアネットワーク (LAN) として芽生えました。

TYCOON は 1995 年から全学的な構築に入り、同年にネットワーク運営委員会が設置されました。2012 年には全学組織として情報教育・研究を行うと共に、TYCOON の維持と、その将来計画の策定に当たる情報教育研究センターが新設されました。この 1995 年から今日まで、TYCOON の運営に深く関わることになりました。

1. 現在 (2020 年) の TYCOON

TYCOON を支える中核スイッチングハブは医療薬学棟 4 階ネットワークセンターに 1 つ、図書館棟図書サーバ室に 1 つ、この 2 つが最大通信速度 10Gbps の光ケーブルで結ばれて、どちらが故障しても本学のネットワーク通信は止まりません。この 2 つのスイッチングハブは 2 つの電源をもち、どちらが故障しても大丈夫。ここから研究棟や教育棟の建屋に 1Gbps の光ケーブルが敷設され、これを受けたスイッチングハブから、さらに 1Gbps の UTP ケーブル (最大長 100m、LAN ケーブルとも呼ばれているもの) が建屋各階に引き込まれています。こうしたスター型の配線が大学全体を覆っているのです (図 1)。

これらの中核スイッチングハブの前に TYCOON を防衛するファイアウォールが 1 つずつ設置され、この 2 つも 1Gbps の光ケーブルで結ばれて、どちらが故障しても本学のネットワーク通信は止まりません。これらのファイアウォールの 1 つは学術情報ネットワーク SINET と通信速度 1Gbps の専用線で、もう一つは WIDE インターネットと 100Mbps の専用線で結ばれています。TYCOON は、この 2 本のインターネット (拠点間通信) 回線で世界と結ばれているのです (2021 年 1 月現在のお話)。

1) ロードバランサー、ついに導入

この拠点間通信のどちらかが不調になっても本学のネットワークは、完全には止まりません。そこをさらに「止まりません！」と言い切れるように、ファイアウォールの前にそれぞれロードバランサーを導入し、この 2 つを光ケーブルで結ぼうとしています。ロードバランサーの名前の通り、本学に結ばれたインターネット回線の通信量や通信種別を識別して、上り (送信)、下り (受信) いずれの通信でも最適で高速な回線を選択してくれるのです。

2020 年度には 1 台目のロードバランサーを導入し、インターネット回線もさらに 2 回線を増やします。2021 年度には 2 台目のロードバランサーを導入して 2 重化を完成させる予定です。乞うご期待！

¹ 情報教育研究センター センター長・教授

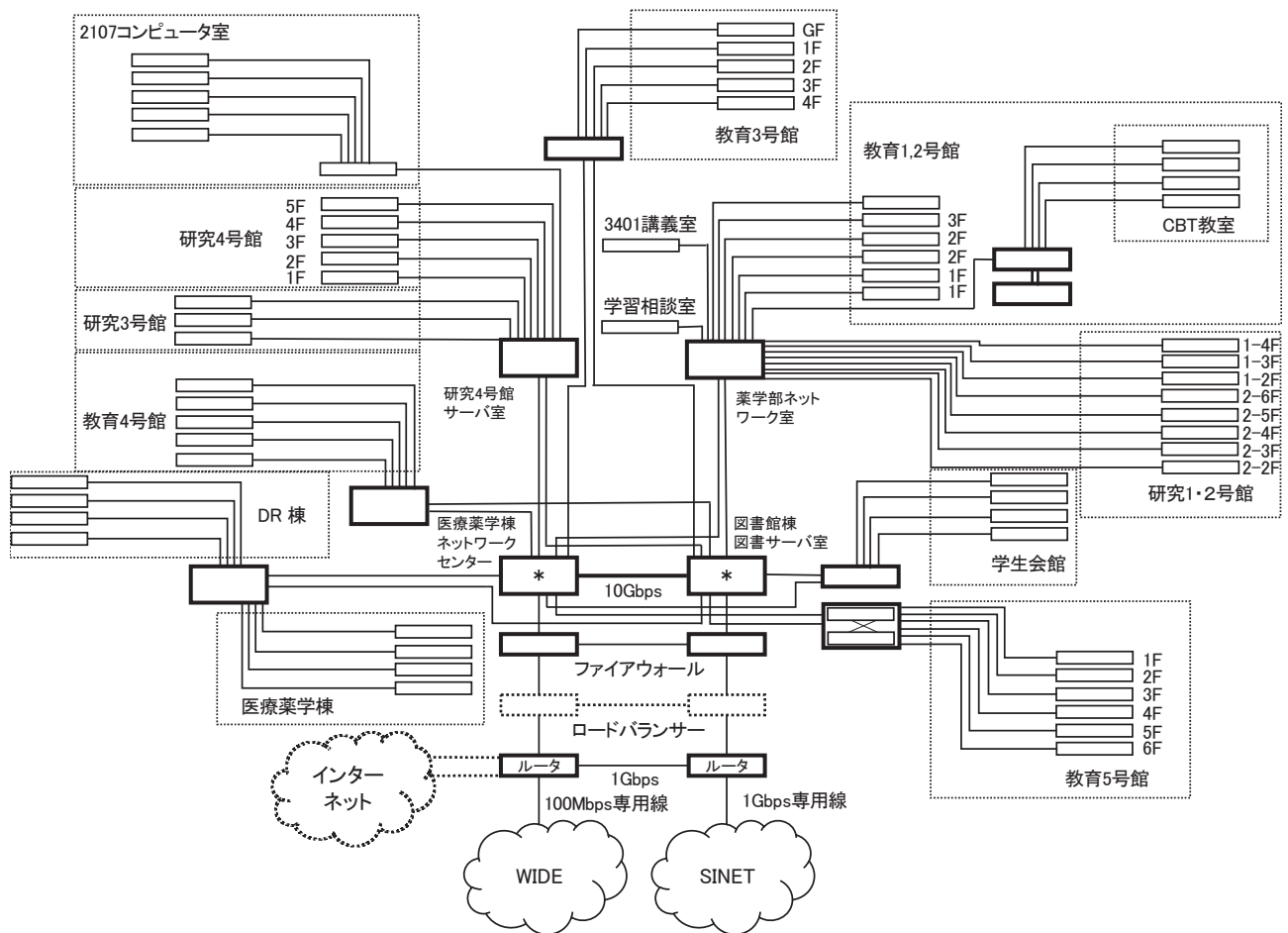


図 1 2020 年の TYCOON 医療薬学棟 4 階ネットワークセンターと図書館棟図書サーバ室に設置された中核スイッチングハブを*で、研究棟や教育棟などの建屋各階に設置された終端のスイッチングハブを、で示します。今後、導入されるロードバランサーと、新規インターネット回線 2 本は点線で示しました。紙幅の都合上、事務系ネットワークは割愛しました。

2) ネットワークを止めるな！

何でも 2 台が必要な 2 重化（冗長化）は、ネットワークを止めないための必要です。「何で 2 台必要なの？」と問われる（資金の問題）一方で、止めてはならない（運用の問題）と求められます。この大いなる矛盾に苦しみつつ、「資金の問題」として予算獲得に努めてきました。どの理事会の時代でも、「止まってもいいよ」と言われたことはありません。

電気や水道はインフラと言われますが、ネットワークは電気がないと動かない二次的なインフラでしかありません。また、インターネットは 90%の信頼性できています。送信された「データが絶対に着かなくてもいい。でも『ほとんど着く』ということなのです。（中略）その上の信頼性がほしいときは、『ほとんど着く』のだから何度もやれば確実につくだろう」と語るのは日本のインターネットの草分け、村井 純です¹⁾。

ムカデが出てきた日 停電するとネットワークは止まります。2013年5月、学内電力施設にムカデは入り込んで全学停電となり、ネットワークを支えるすべての基幹サーバとネットワーク機器が停止しました。予期しない停電で全学メールシステム Zimbra が故障し、復旧に2日余りが必要でした。どうしてメールシステムが動かないのかと問われましたが、施設課にムカデに強い電力施設にしてくださいとお願いして、一件落着となりました。

2. 過去（1997年）のTYCOON

TYCOON が全学的なネットワークとなったのは1997年のことです。医療薬学研究棟のネットワークセンターを中心として100MbpsのFDDIリングと155Mbpsのスター型のATMを用いて冗長化された基幹ネットワークから、10MbpsのUTPケーブルが敷設されました。このネットワークがWIDEインターネットに通信速度256kbpsで結ばれました（図2）²⁾。

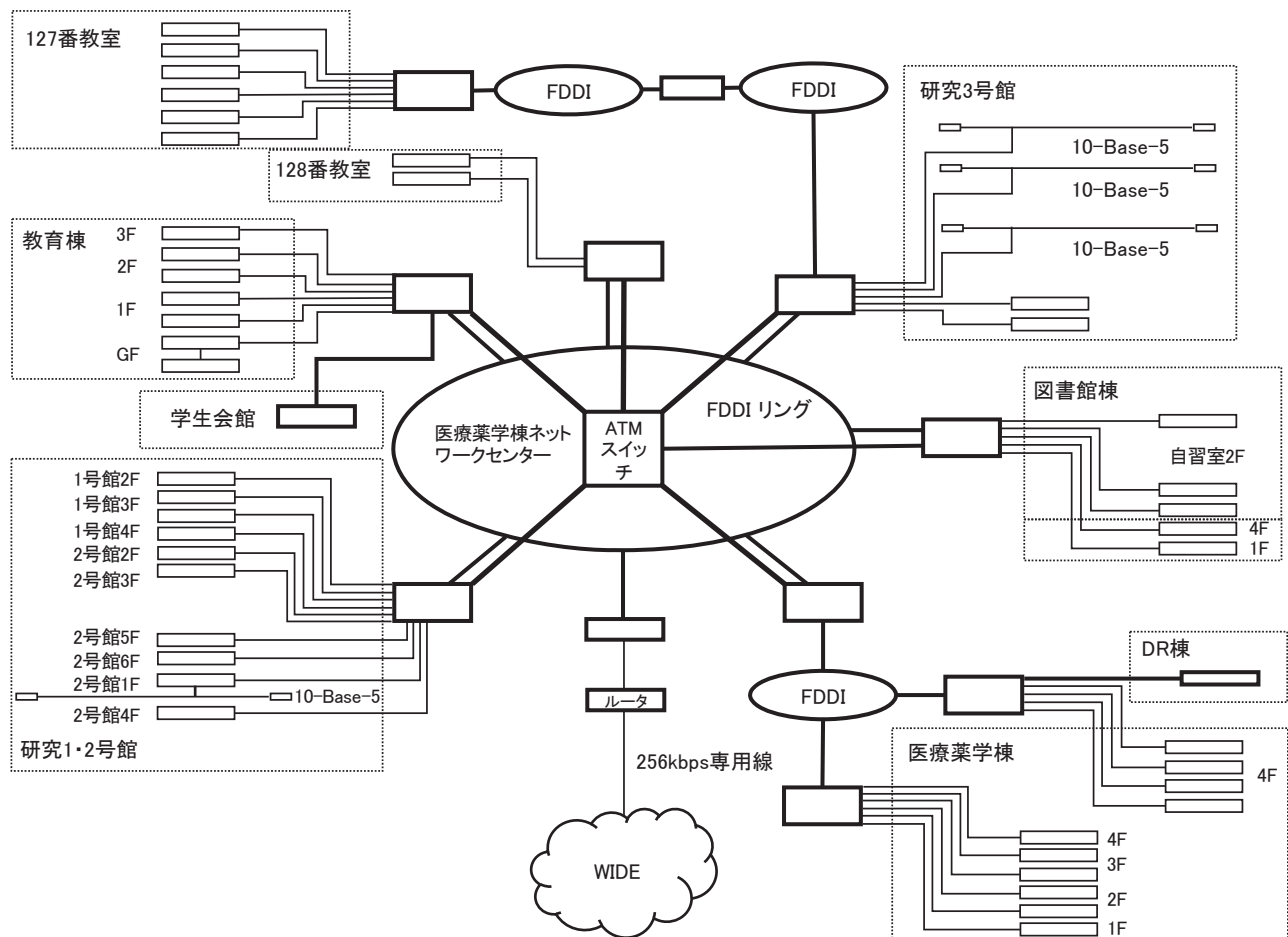


図2 1997年のTYCOON ATM (Asynchronous Transfer Mode) スイッチから延びるスター型配線を太線（最大通信速度155Mbps）で、FDDI (Fiber distributed data interface) リングは、これよりもやや細い太線（最大通信速度100Mbps）で示しました。いずれの配線も研究棟や教育棟などの建屋に延び、各建屋のスイッチングハブから、さらに10MbpsのUTPケーブルが配線されて終端のスイッチングハブ、に至ります。

FDDI リングも ATM も光ケーブルで作られたネットワークですが、光ケーブルの耐用年数は 20 年と言われつつ、今でも組み直されて使われ続けています。

1) 生命科学部と薬学部の小さな LAN

1997 年の TYCOON の中には、生命科学部研究 3 号館内に敷設された 10Mbps の 10-Base-5 イエローケーブル（最大長 500m、初期製品のケーブル外皮が黄色であったことからイエローケーブルと呼ばれました）を見ることができます。この小さなネットワークは 1994 年に敷設され、TCP/IP を通信プロトコールとする本格的なネットワークとして WIDE インターネットに 128kbps で接続されました。

その当時、薬学部の研究 1・2 号館にも 10-Base-5 イエローケーブルが張られていました。このネットワークを使って、分子モデリングソフトウェア SYBYL を搭載した SGI ワークステーションが、私が所属した第 2 薬化学教室を含めた 4 教室で共同利用されました。今でも研究 1 号館から 2 号館の 1 階廊下を歩いていけば、このイエローケーブルの名残を天井配管の中に見ることができます。この敷設を行ったのが 1992 年でした。1993 年には UUCP プログラム（UNIX マシン同士でデータ転送を行う通信プロトコールで、初期のインターネットで使われたもの）を用いて、本学初の電子メール通信が ISDN 回線（64kbps）を使って開始されました。

この 2 つの小さなネットワークが全学的なネットワークに吸収されていったのです。UUCP 接続における電子メールアドレスのドメイン名は tcp.ac.jp でした。この tcp は、本学英名として Tokyo College of Pharmacy が使われていた時代の名残です。本格的なネットワークの構築が進む中で、本学のドメイン名は現在の toyaku.ac.jp に統一されていきました。

現在の基幹ネットワークは中心部で 10Gbps、末端部でも 1Gbps の速度を持ちます。1997 年当時と比べると、内部的には実に 100 倍の速度向上が図られました。インターネット回線速度に至っては、おおよそ 4000 倍となっています。

2) 何で廊下にローゼットがある？

1995 年から 1997 年を掛けて完成した TYCOON の総工費は実に 1 億 5 千万円余にのぼりました。時の水野睦郎理事長の英断によるネットワーク構築でしたが、理事長からの指示で基幹ネットワーク配線は各研究室の廊下側入り口までとなりました。当初は UTP ケーブルを研究室前に垂らし、後の配線工事は各研究室に任せよというものでした。その程度のことでは真のネットワークユーザにはなれないという理事長の信念に基づくものでしたが、それでも廊下側にローゼットだけは付けてもらいました。

どうして廊下側にローゼットがあるのかを思案した方、きっとおられることでしょう。ネットワークの利用者は「自分のことは自分です!(Do it yourself!)」。この精神はネットワーク黎明期から生き続けているのです。

3. TYCOON を守れ!

1997 年当時の TYCOON (図 2) は、グローバル IP アドレスの付けられたサーバ群がインターネッ

トと直接、繋がっていました。開放的で平和な研究者のためのインターネットの時代です。IP アドレス枯渇の問題（2011 年アジア太平洋地域で IP アドレスは事実上枯渇しました）を解決するためにプライベート IP アドレスの利用が始まり、ファイアウォールで完全に閉じられたネットワークが作られるようになりました。

Windows 95 OS が販売開始されたのは 1995 年のこと。日本でも購入のために早朝から列ができたことを記憶されている方も多いことでしょう。ここから一般のインターネット利用者が爆発的に増えていくこととなります。薬学部の情報教育は教職課程のためのコンピュータ教育として出発し、Windows 95 OS を搭載したパーソナルコンピュータ（PC）がコンピュータ演習用教室（現在の教育 2 号館学習相談室）に並べられたのは、1997 年のことでした³⁾。

1) ファイアウォール、TYCOON を守る

それから 10 年後の 2007 年に、本学に初めてファイアウォールが導入されました。もうインターネットは平和な世界ではなくなっていました。グローバル IP アドレスとプライベート IP アドレスの変換を行って TYCOON を世界に繋げると同時に、ウイルスやスパイウェアなどのマルウェアの脅威から TYCOON を守る不正侵入防止システム（IPS）が稼働を始めました⁴⁾。

2016 年には、さらに強力な次世代型と呼ばれるファイアウォールが導入されました。IPS 機能だけでなく、VPN 通信からの不正侵入を防ぎ、2018 年には危ない Web サイトとして申告されたサイトのフィルタリングが実施されるようになりました。

過去の不正通信の履歴による防衛ですので、「初物」による攻撃（ゼロデー攻撃）には無力です。不正侵入が従来の総当たり攻撃から、特定組織狙い撃ちの標的型攻撃となり、身代金狙いのランサムウェア攻撃もいよいよ激しさを増しています。今後も、TYCOON のネットワーク機器やサーバの脆弱性をできる限り早く繕いながら、外敵から防衛していかなければなりません。

2) SPAM、マルウェアを退治せよ!

TYCOON の中でメールサービスは最も長い歴史を持つ情報サービスです⁵⁾。SPAM（迷惑メール）はどんどん増えていき、2008 年に SPAM フィルタ装置が導入されました。当時、およそ 9 割のメールが SPAM でした。

2017 年には SPAM フィルタ装置に代わり、メールに添付されたウイルスやスパイウェア、さらにメール本文に記載されたフィッシング URL を削除することができるメールゲートウェイが導入されました。Web メールシステム Zimbra が受信したメールのおよそ 4 割が SPAM やウイルスメールであったことが確認されています⁶⁾。皆さんを襲うフィッシングの手口もますます巧妙になり、学内での被害も決してゼロにはなりません。くれぐれも、「釣られません」ように。

4. TYCOON の情報サービス

TYCOON は Web メールシステム Zimbra を始めとして、東薬学生ポータル、キャンパスライフ支援システム、DeskNet's、そして WebClass (Katharina) や Moodle (Codex) などの Learning Management System (LMS) などの多数のサービスを学内サーバから提供しています。また、学外サーバ（パブリ

ッククラウド)に置かれた本学公式 Web サイト、Reiki-Base (本学規程集)、そして図書館システムなども TYCOON の中で利用されています。

取り分け重要なサービスは、教育を支える LMS です。

1) WebClass (katharina)と Moodle (codex)

両学部学生のオンライン学習を支える LMS は、WebClass を用いた Katharina と、Moodle を用いた Codex です。WebClass は主に薬学部に向けて 2004 年に、Moodle は主に生命科学部に向けて 2007 年に導入されました。薬学部では、WebClass 以前にも、IBM Learning Space を導入していましたが、利用者を開拓することができませんでした⁷⁾。よく練り込まれた LMS コンテンツを作成することには長けたソフトウェアでしたが、私たちがまだそこに到達していませんでした。そこで、まずは教材などを簡単にダウンロードできる FTP サイトのような使い方を模索し、WebClass に辿りつきました⁸⁾。今日、WebClass はあらゆる講義・演習・実習で使われ、授業用資料・マテリアルの配布、レポート課題の提出、学生意見の聴取、演習問題への解答などを支える LMS に成長しました。

2005 年には、Media Site Live により、講演者とパワーポイントデータなどの講演資料の同時収録を試み、さらに板書代わりに電子ペンで板書記録ができる電子黒板システム EduCanvas による講義収録も試みました。いずれも講義をアーカイブ化し、動画サーバから配信しようとするものでした⁷⁾。残念ながら、どちらのシステムも設定などを含めた教員の負担が大き過ぎ、いずれも定着させることができませんでした。全ての講義室に設置しなければとても使えないシステムであったともいえます。

そうした授業動画が配信できるようになったら、「教員はもう講義をする必要がないだろう！」と、薬学部教員から言われたことを今でも覚えています。現在のコロナ禍の中で、こうしたことを言う教員はもういません。

2) メールを止めないで！

2019 年、楠 文代理事長からの「メールを止めないで！」の指示を受け、Microsoft のアカデミック包括ライセンスを使って非常用メールシステムを作りました。本学の法定停電などによるメールシステム停止時に運用され、復旧後に自動的にメールを Zimbra に転送する仕組みです。

本学は 2019 年より、Microsoft 包括ライセンス契約を進め、両学部の教員と学生の全てに Microsoft Office 製品の提供を始めました。この過程で教職員の希望者に o365.toyaku.ac.jp ドメインの緊急メールアカウントを発行しました。Zimbra に送信されたメールは、TYCOON が再起動すれば、必ず各自のメールボックスにやってくるのです。

5. 未来の TYCOON

TYCOON の未来を語るキーワードは、今後も「止まらないネットワーク」と「セキュリティーの確保」であり、さらにそこに「無線 LAN 化」と「仮想化」が加わります。

1) 無線 LAN 化

今日、学生らは PC を LAN ケーブルで TYCOON に接続する有線 LAN 方式よりも、無線 LAN 方式で接続の方が日常になっています。自宅でも同様の接続を経験していれば、PC の電源を入れれば通信ができると考える学生も多いことでしょう。

本学で無線 LAN のためのアクセスポイント (AP) が学生会館や研究棟の一部に設置されたのは 2010 年のことです。2013 年からは薬学部の情報教育の重要拠点である教育 4 号館を皮切りに、順次、教育 2 号館、教育 5 号館、教育 1 号館と 3 号館の無線化工事を進め、2018 年には、まがりなりにも学内全講義室の無線化を実現することができました。

その後も無線化工事は進み、2020 年時点での AP 総数は 224 台になりました。無線化工事を開始してから早 10 年が経過し、2021 年には学生会館を始めとして老朽化した AP を更新し、さらに教育 1 号館や 2 号館などでも講義室・実習室で AP を増設する予定です。

AP の通信速度は飛躍的に向上し、初期の最大通信速度 600Mbps (IEEE 802.11n) の時代から、6.9Gbps (IEEE 802.11ac) を経て、9.6Gbps (IEEE 802.11ax、Wi-Fi6) になろうとしています。2021 年には本学有線 LAN の終端通信速度を超える Wi-Fi6 の AP が導入されることとなります。従来以上に高速な無線 LAN 通信が可能になるだけでなく、従来よりも同時接続できる端末数を増やすことができるようになるのです。

1 教室当たりの AP 数を増やし、さらに新規格の AP を導入することで、講義室や実習室での学生らの無線 LAN への接続需要を満たすことができるようになります。既に無線 LAN は講義・演習・実習で活用されており、「アクティブラーニング」などの学びの工夫が無線 LAN を基盤として実践されています⁹⁾。

ボトルネックはどこにある？ 無線 LAN 通信のための AP が Wi-Fi6 になれば、それを集約的に受けとめる基幹ネットワークの通信速度がボトルネックとなり、こちらも高速化する必要に迫られます。本学基幹ネットワークの周辺部の速度はまだ 1Gbps です (図 1)、これを 10Gbps まで増速するためのスイッチングハブの更新作業も 2021 年に実施されます。

この「いたちごっこ」は、TYCOON 構築の黎明期から面々と続いてきたことです。ネットワーク技術の革新を追っていくかぎり、逃れることはできないものです。もちろんお金がかかります。

残された部室棟と植物園 本学内には離れた場所に立つ建物があります。体育館、植物園、部室棟です。これらの建物をどのように TYCOON と結ぶかは長く難問でした。

2013 年に体育館を研究 4 号館と結ぶ高指向性無線 LAN が敷設され、体育館も TYCOON の仲間入りを果たしました。2020 年には、通信キャリアの無線通信を利用して、外回りで無線 LAN を展開しました。植物園にフリー Wi-Fi 装置 (現状では 4G 通信) を導入したのです。現在の 4G 通信が 5G 通信となれば、10Gbps を超える通信速度が期待でき、部室棟や体育館へも導入していくことになりそうです。

今後は、TYCOON の内側を Wi-Fi6 で高速化するか、外側の 5G 通信を使って高速化するかを見極めていく時代となることでしょう。

Eduroam とは何か? 本学は 2015 年に「学認 (<https://www.gakunin.jp/>)」に加盟し、本学のユーザ情報を他大学と ID 連携するシングルサインオン(SSO)型認証基盤を作りました。無線 LAN の接続認証を相互に共有する eduroam (国際学術無線 LAN ローミング基盤)にも参加して、本学教員が他大学の無線 LAN に本学 ID を用いて接続できるようになりました。逆もまた真で、本学における学術集会の開催でも利用されています。

TYCOON の認証システムは、TYCOON 黎明期以来、セキュリティー保護の本丸です。サービスを提供するサーバごとの個別認証から LDAP 認証などの統合的な認証システムへ移行してきました¹⁰⁾。学認への加盟により、統合認証システムにさらに Shibboleth 認証が導入され、2018 年には、前年に SINET クラウドに上がった図書館システムに適用されました。本学ユーザのログイン ID やパスワードをインターネットに流すことなく、認証が達成される「魔法のような認証」システムです。

2) 仮想化

仮想化とは、1つのサーバ(物理的なサーバ)を何台もの論理的な「仮想サーバ」に分割する技術です。物理的なサーバ台数を減らすことで、システム構築費用が削減でき、関連する保守経費も削減することができます。本学はたくさんのネットワーク機器と、たくさんのサービスを支えるサーバを持ち、これらの保守のために毎年5千万余の経費を支出しています。これらの経費を削減するための方策が「仮想化」なのです¹¹⁾。

一度、構築したネットワーク設備にはそれを保守するための経費が発生し、設備そのものの老朽化によって更新時期が訪れます。機器類の保守満了は一般的に5年で、その後の保守延長により「使えるものは使う」を原則としているものの、7年を超えて使用できることはまずありません。

TYCOON 仮想化基盤構築 4 カ年計画 2013 年の Web メールシステム Zimbra の構築で、初めて「仮想化」技術を採用しました。2015 年には TYCOON 利用のための認証システムを仮想化し、2019 年には更新時期を迎えた Zimbra と認証システムを含め、基幹ネットワークを支える多数のサーバ群を TYCOON 仮想化基盤に移行する 4 カ年計画を開始しました。

TYCOON 仮想化基盤を支えるサーバ群は総工費 7 千 5 百万円余をかけて作られ、2019 年には LMS の 1 つである Moodle (Codex) も仮想化基盤に移行しました。また、NextCloud を用いた大型オンラインストレージ (TYCOON Secure Storage (TSS)) も新たに作成されました。

TYCOON 仮想化基盤は、従来のサーバを移設する場所であるだけでなく、その内部に必要なサービスを提供してくれるサーバを、必要な時に作り出すことができます。まさに変幻自在に、欲しいサービスを提供するという威力が、コロナ禍の中で遺憾なく発揮され、学生に向けたオンライン授業を支えるシステムとなりました。

6. コロナ禍の TYCOON

新入生による PC の必携化は生命科学部では 1995 年から、薬学部では 2002 年から進められ、両学部とも PC 活用能力を育成するための情報教育を 1 年次から実践してきました。全学生が PC を持ち、TYCOON あるいは自宅ネットワークから学内 LMS などを用いて自学習する経験をもっているこ

と、コロナ禍の中にあってもオンライン学習することの「メンタルモデル」が育まれていたことは幸いでした。

オンライン学習を支える Moodle (Codex) は、TYCOON 仮想化基盤構築 4 カ年計画の最初の年、2019 年に同基盤への移行を完了していました。WebClass (Katharina) は、2022 年に同基盤へ移行する予定でしたが、COVID-19 感染拡大によりオンライン授業を余儀なくされ、2020 年中に移行することになり、さらに従来の WebClass の同時アクセス数 300 人から、その 3 倍の 900 人に対応できる機能強化を図りました。

両学部共に、従来からの LMS の利用法に加えて、音声付き PPT の配布や、Mpeg4 形式の動画配信を行うようになりました。本学では 2020 年 4 月より、Web 会議システム Zoom によるライブ授業を開始しましたが、このライブ授業に本学学生だけを参加させるため、LMS による学生認証 (Zoom-LTI 連携) を実施しました。しかし、この負担は薬学部が用いる WebClass で大きく、この負担を軽減するため、薬学部学生向けの認証用 LMS、Moodle (Petruccio) を急遽、翌月 5 月に作成しました。

仮想化基盤だからこそできた Moodle (Codex) のコピー作成でした。また、WebClass (Katharina) や Moodle (Codex) などの LMS の動画配信の負荷を軽減するために、大型オンラインストレージ (TSS) から動画ファイルの配信を行ってもらいました。こうした配信では、授業科目と紐づいた教員のグループによるファイルの共有と管理が求められ、TSS にグループ管理機能を追加しました。

ここにお話したさまざまな作業には、もちろん沢山のお金が必要でした。速やかに学長予備費を出してくださった平塚 明学長には心より御礼申し上げます。

7. おわりに

仮想化技術を用いてサーバを運用するのがパブリッククラウドですが、本学の仮想化基盤はプライベートクラウドといえるものです。その柔軟性を生かして、Moodle (Petruccio) で見たように新しい学内サービスを展開し、WebClass (Katharina) で見たように従来からの学内サービスを強化することができたのです。

Web メールシステム Zimbra で、メールは Web メールとなり、どこからでも、どのような端末からでも送信・受信できるようになりました。そしてメールに添付文書を付けて、多くの人々と共有するようになりました。ですが、これは無用に文書を拡散することにも繋がります。本学メールは教員、事務職員にとって、業務を進めるための生命線となっていますが、メール中心の働き方からの脱却を進める時が来ています。TSS は、こうした拡散を避け、文書を共有するために使えます。メールには TSS への URL だけを示して情報共有し (外部業者さんとの情報共有も同様に)、メール添付しない、転送しない、新しい (世の中にとって当たり前) の働き方を進める準備を始めましょう。

本学では「学外への電子メールの自動転送禁止」が宣言されています。今後、情報システム運用や個人情報保護に関わる規程が整備されていく中で、学内情報の機密レベルが定められ、学内・学外での文書情報のコピー禁止、持ち出し禁止などが、メールの自動転送とは別に規制されていくことになるでしょう。

TYCOON が新しい学び方や働き方の時代を支え、今後も成長していくことを願っています。

謝辞

情報教育研究センター副センター長である森河良太先生は、1994年に生命科学部研究3号館内の小さなLANを構築されて以来、TYCOONと共にあります。森河先生のネットワークへの造詣無しにTYCOONはありません。多年に渡り、ご苦労いただいたことに心より御礼申し上げます。また、倉田香織先生は、2004年以来、WebClass(Katharina)を薬学部教育に浸透させるため、教員・学生・事務職員への利用支援を熱心に続けてこられました。その多年の努力に深く感謝申し上げます。

文献

- 1) 村井 純、インターネット、p43、岩波書店、1996.
- 2) 森河良太、林 昌樹、宮川 毅、土橋 朗、TYCOONの概要と現状、東京薬科大学研究紀要、1、77-84、1998.
- 3) 渡辺徳弘、薬学部コンピュータ教育の歩み、東京薬科大学研究紀要、1、85-90、1998.
- 4) 森河良太、小杉義幸、宮川 毅、倉田香織、松崎日出海、土橋 朗、TYCOONにおける情報セキュリティの現状と対策、東京薬科大学研究紀要、16、55-62、2013.
- 5) 森河良太、倉田香織、宮川 毅、小杉義幸、土橋 朗、TYCOONにおけるZimbraの更新とメールシステムの将来、東京薬科大学研究紀要、18、27-34、2015.
- 6) 森河良太、倉田香織、宮川毅、土橋朗、強化されたTYCOONのセキュリティと今後の課題、東京薬科大学研究紀要、21、61-66、2018.
- 7) 倉田香織、土橋 朗、薬学部における情報教育のe-learning化の取り組み、東京薬科大学研究紀要、9、87-94、2006.
- 8) 倉田香織、土橋 朗、WEBCLASSを利用した課題解決型演習の実施とそのフィードバック、東京薬科大学研究紀要、10、57-64、2007.
- 9) 倉田香織、宮川 毅、森河良太、土橋 朗、アクティブラーニング実践に向けたLMSの有効活用、東京薬科大学研究紀要、20、43-50、2017.
- 10) 森河良太、倉田香織、宮川 毅、小杉義幸、土橋 朗、TYCOON統合認証システムの仮想化による構築とその概要、東京薬科大学研究紀要、19、51-58、2016.
- 11) 森河良太、倉田香織、宮川毅、土橋朗、TYCOONにおける適切なクラウドの活用と仮想化基盤計画、東京薬科大学研究紀要、22、17-24、2019.