

リモートデスクトップ接続の遠隔授業への適用

On using remote desktop connection in remote teaching

田倉 昭¹⁾
TAKURA Akira

北原 俊一¹⁾
KITAHARA Shunichi

要旨

Web会議システムを使った遠隔授業にリモートデスクトップ接続を併用することで、特定のソフトウェアを必要とする演習系の授業やネットワークの仕組みを学ぶ授業を対面授業ではなく、ネットワークに大きな負荷をかけることなく実施することができることを示す。遠隔授業では、学生は所有するPC等を操作して授業を受ける。学内PCにあるソフトウェアや学内ネットワーク資源を使うためには、学内PCの操作が必要である。これらの課題は、学生所有PCから学内PCを遠隔操作することで解決することができる。リモートデスクトップ接続を使って学内PCを遠隔操作するためには、学生が使用するPCから学内ネットワークにVPN接続した上で、リモートデスクトップ接続を使って学内PCに接続し、さらに遠隔会議システムの会議室への入室を行う。遠隔会議システムのみを使う遠隔授業と比較して、VPN接続、リモートデスクトップ接続の通信が増加する。リモートデスクトップ接続の通信データ量を測定したところ、遠隔会議システムZoomのビデオ付き会議と比較して約30%である。通信データ量は、平均して約0.38Mbpsである。この値は、絶対値として十分に家庭LANの通信速度で対応できる値である。また、十文字学園女子大学の通信速度1Gbps^{*}でも十分に利用可能な値である。通信データ量以外に実際にリモートデスクトップ接続を遠隔授業に適用する際に問題となる項目について述べ、PC操作手順で解決できる範囲について解決策を述べる。以上より、リモートデスクトップ接続を遠隔授業において併用する手法が実用的であり、Web会議システムだけを使った遠隔授業では授業の目的を達成することができない授業を遠隔授業で行うことが可能であることが分かる。

1. まえがき

新型コロナウイルスの感染防止のため、2020年度は十文字学園女子大学を含め多くの大学でZoom¹⁾などのWeb会議システムを使った遠隔授業が実施された。遠隔授業を行うことにより、新型コロナ

¹⁾ 十文字学園女子大学社会情報デザイン学部 社会情報デザイン学科

Department of Social and Information Design, Faculty of Social and Information Design, Jumonji University

キーワード：遠隔授業、リモート接続、Web会議システム、VPN、Zoom

^{*} 測定時（2020年7月）の契約回線速度

ウィルスの感染リスクを抑えて授業を行うことが可能となる。一方で、遠隔授業への参加者が使う自宅LANのインターネット接続速度の不足により円滑に授業を受けることができないことがある。PC操作を必要とする授業では、それ以外の問題がある。学生所有のPCには様々な種類があり、性能不足による応答遅延に加えて、使い方や使用できるソフトウェアが異なることがある。OSやアプリケーションのバージョン毎に操作法であったり、機能が異なったりする。また、大学のネットワークに接続されているPCを使うことを前提とするネットワークの演習では、学生が自宅のPCを操作するだけでは授業の目的を達成することができない。

PC操作を行う遠隔授業における課題について述べる。学生が所有するPCは、ハードウェア、OS、アプリケーションを含めるとほぼ学生毎に異なる。たとえ同じアプリケーションがインストールされている場合でも、バージョンの違いにより機能や操作法が異なることがある。例えば、マイクロソフトオフィスの特定バージョンを前提とした授業がある。十文字学生女子大学人間生活学部生活情報学科における2020年度の前期の授業の一つとして、Microsoft Excel 2016の使用を前提とした授業「データ処理入門」²⁾がある。本授業で使用する教科書³⁾では、Windows上で動作するExcel 2016を使うことを前提としている。それに対して学生が自宅PCで使うExcelには、Excel 2016, Excel 2019, Excel for Microsoft 365の3種類がある。その他にmacOS上で動作するExcelを使う学生もいる。そこでこの授業では、WindowsとmacOSを使う学生によりクラス分けを行った。macOSのクラスで発生した問題を述べる。macOSでは、教科書として使用したテキストについているWindowsを前提とする模擬問題プログラムは動作しない。WindowsとmacOSで動作するExcelには操作法や機能の違いがあり、教科書通りに操作できない練習問題がある。

学生所有のPCを操作するだけでは目的を達成することができない授業の例として、「ネットワーク設定」⁴⁾がある。本授業では、大学のネットワークに接続されているコンピュータを操作することを前提とする。学内ネットワークやそこに接続されたコンピュータがどのような設定になっているのか、どのような機能を有しているのかを調べることによって、ネットワークの仕組みを学ぶ授業である。

以上に述べた2つの授業において、Web会議システムに加えて、Windowsに標準搭載されているリモートデスクトップ接続⁵⁾を使って、遠隔授業を行った。リモートデスクトップ接続は、インターネットに接続された他のWindows PCを手元のWindows, macOS, Android, iOSの端末から遠隔操作する機能を提供する。リモート接続を使うことで、機能的には対面授業で行うのと同じ内容を授業内容とすることができる。

本論文では、大学のネットワークに接続されているPCを操作することを前提とする授業において、リモート接続を併用する遠隔授業の手法が実用的であることを示す。リモート接続を使う遠隔授業では、Web会議システムによる双方向通信に加えて、VPNを介したリモート接続による学内PCの遠隔操作に関わる通信が発生する。後者のデータ通信量がZoomと比較して少なく、ネットワークに大きな負荷をかけることなく実現できる。この結果、リモート環境がFTTHやCATVでインターネットに接続された家庭内LANに接続されたPCをクライアントとする実用的な遠隔授業への参加手段であることが分かる。

2. 遠隔授業で発生するPC環境に関する課題

Web会議室システムを使って画面と音声の共有を行う遠隔授業のみでは、実施することができない

授業内容がある。PC操作を必要とする授業において、Web会議システムを使った遠隔授業を行った場合に発生するPCやネットワークに関わる課題を示す。

(1) ネットワークの仕組みを学ぶ授業

ネットワークの仕組みを学ぶためには、PCがネットワークに接続されているだけでは授業環境として機能不足である。ネットワークの構成要素であるルータやスイッチ、各種サーバが、それぞれの役割を果たすことでネットワークが機能する。このようなネットワークの仕組みを大学の授業において学ぶためには、学内ネットワークに接続されているPCを操作し、ネットワークがどのように機能し、通信がどのように実現されているのかを調べるのが適している。一般家庭のLANは、PCに加えて、プロバイダ経由でインターネットに接続するためのブロードバンドルータが設置されているだけであり、極めて機能が絞られたネットワークであることが多い。このような家庭内LANに接続されたPCを使うだけでは、ネットワークの仕組みを十分に学ぶことはできない。

(2) 学内PCにインストールされているソフトウェアを使用する授業

学内PCには授業の目的に合わせて、専用のソフトウェアがインストールされている。それらのソフトウェアは、ライセンスや性能の制約から学生が個人所有しているPCにインストールして使うことができないことがある。ライセンスの形態によっては、マイクロソフトのオフィスのように、学生が個人所有のPCにインストールすることができることがある。その場合でも、全員が大学と同じ環境にならないことが多い。ライセンスの問題が発生することなく利用可能なフリーソフトを使う場合においても、PCの種類が多岐にわたるためインストールがうまくできなかつたり、PCが性能不足だつたりすることがある。

(3) 学生所有PCのOSやハードウェアの違い

学生が遠隔授業で使用するPCのOSは、ほとんどの場合WindowsまたはmacOSである。十文字学園女子大学の生活情報学科と社会情報デザイン学科で行った2020年度前期の授業においては、90%~95%の学生がWindowsを使用しており、残りの5%~10%の学生がmacOSを使用している。Web会議システムのみを使う授業では、タブレットやスマホで遠隔授業を受ける学生もわずかにいる。WindowsとmacOSではコマンドを含めて操作法が異なる。同一バージョンのWindowsにおいても、そのWindowsが動作するハードウェアやハードウェアベンダの違いにより、操作法や機能が異なる。

3. 遠隔授業におけるPC環境に関する課題の解決策

3.1. リモートデスクトップ接続によるPCの遠隔操作

Windowsにはリモートデスクトップ接続が標準搭載されている。リモートデスクトップ接続を使うと、Windows、macOS、Android、iOSデバイスからネットワーク上の他のWindows PCを遠隔操作することができる。リモートデスクトップ接続（以下ではリモート接続と呼ぶことがある）は、2020年9月の時点でマイクロソフトがサポートしているすべてのWindowsで動作する。リモート接続は、遠隔にあるネットワークに接続されたWindows PCをリモート接続のサーバとし、手元のPCをリモート接続のクライアントとする。リモート接続のクライアントからリモート接続のサーバに接続すると、クライアントからサーバを操作することが可能である。リモート接続のサーバが動作するWindowsにおける画面への表示や音声出力は、リモート接続クライアントが動作するPCに転送され、転送先で画面に表示されたり、音声出力されたりする。リモート接続クライアントにおけるキーボードとマウスからの

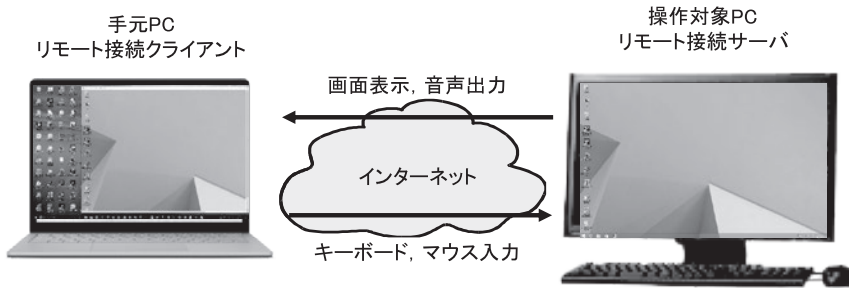


図1. リモートデスクトップ接続における入出力

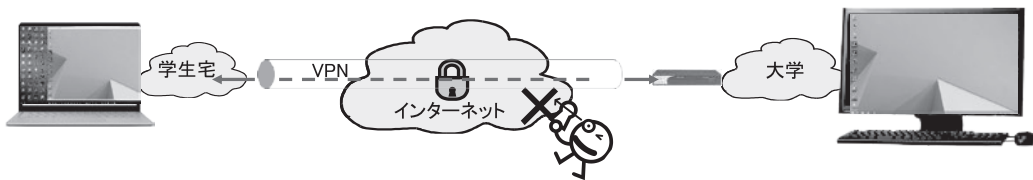


図2. VPN接続したPCからリモート接続

入力、リモート接続サーバに転送され、リモート接続サーバが動作するWindowsへの入力となる。これらの関係を図1に示す。

3.2. リモート接続の遠隔授業への適用

リモート接続を使えば、遠隔授業において、学生が自宅から学内PCを操作することが可能となる。リモート接続ではサーバとクライアント間の通信を暗号化する。この結果、リモート接続でやり取りされるデータが漏洩することはない。十文字学園女子大学では、インターネットから学内ネットワークに接続されたPCに直接のアクセスを禁止している。さらに、演習室のPCにはインターネットから直接接続することができないプライベートIPv4アドレスが付与されている。学内ネットワークにVPN接続したPCのみから、あらかじめ接続を許可しているPCに接続を許可している。このときの接続形態は図2のようになる。

3.3. VPN接続時のデータ通信経路

学内ネットワークにVPN接続してリモート接続を行う場合、遠隔会議システムZoomとリモート接続を同一端末で実行するか、それぞれ異なる端末で実行するかにより、Zoomの通信経路が異なる。それぞれの方式について述べる。

3.3.1. Zoomとリモート接続を同一端末で実行する方式

VPN接続を行っている状態では、VPN接続しているPCにおけるすべてのインターネットとの通信はVPN経由となる。VPNの設定によっては、リモート接続の通信のみをVPNに通して、それ以外の通信はVPNを通さないスプリットトンネリング⁶⁾とよばれる方式がある。スプリットトンネリングを使うと、インターネットからVPN接続しているPCを経由して学内ネットワークに不正アクセスするオンラインでの危険性が高まる。このため、十文字学園女子大学ではスプリットトンネリングは採用して

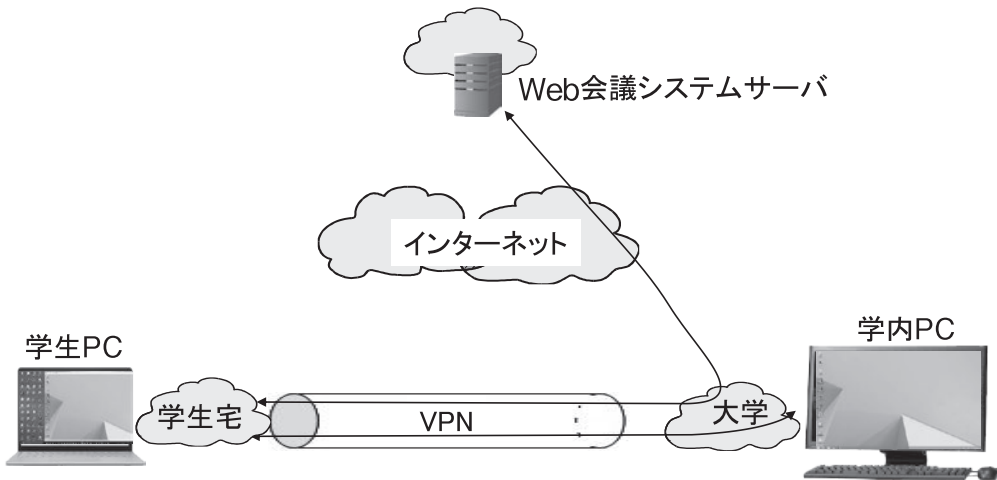


図3. Zoomとリモート接続を端末1台で実行する方式における通信経路

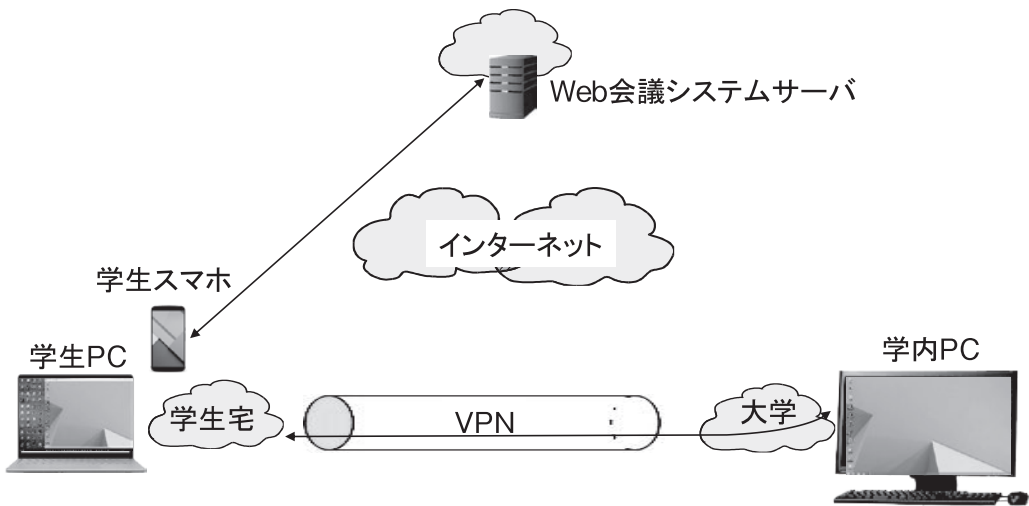


図4. Zoomとリモート接続を別端末で実行する方式における通信経路

いない。Zoomとリモート接続を1台のコンピュータ上で同時に利用して遠隔授業を受ける場合の通信は図3の通りとなる。Zoomの通信は、VPNを通して学内ネットワークを経由してZoomサーバと通信する。リモート接続の通信はVPNを通して学内PC上のリモート接続のサーバと通信する。

上の形態には、次の2つの特徴がある。

- ・学生宅において、Zoomとリモート接続の通信が同時に行われる。
- ・Zoomの通信が本来経由する必要がない学内ネットワークを経由する。

3.3.2. Zoomとリモート接続を別端末で実行する方式

十文字学園女子大学において2020年4月に1年生を対象に行った所有端末の調査結果によれば、ス

スマートフォンはほぼ全員が所有している。Zoomをスマートフォン、リモート接続をPCで動作させる2端末方式は多くの学生が利用可能である。2020年7月6日4限に実施した「ネットワーク設定」の授業では、出席者42名のうち、24名がこの2端末方式であった。この2端末方式は、上記で述べた2つの特徴から発生する可能性がある問題を解決あるいは軽減することができる。すなわち、端末の性能不足や学生宅LANの通信速度不足の問題を解決あるいは軽減することが可能となる。また、大学のネットワークでは、本来なら通過が不要なWeb会議システムの通信が通らなくなる。

4. 通信データ量と家庭LANの通信速度測定結果

4.1. リモート接続の通信データ量

「3.3 VPN接続時のデータ通信経路」において述べた通り、2つの通信方式のいずれにおいても、学生宅LANからWeb会議システムとリモート接続の2つの通信が同時に行われる。リモート接続の通信が、Web会議システムのみを使う遠隔授業と比べて追加となる。この形態が実用的か否かは、Web会議システムとリモート接続のデータ通信量に依存する。

Web会議システムZoomで必要とするネットワークの帯域についてはZoomのサポートサイト⁷⁾に掲載されている。Zoomのビデオ通話による通信量は、通話時間10分で100MBとなったという測定結果が報告されている⁸⁾。この報告によれば、通信速度は平均で1.33Mbpsとなる。Zoomもリモートデスクトップ接続も、使用する帯域幅は、端末や利用者のネットワークに基づいて自動的に最適化される。以下に示す通信データ量は、筆者が行った特定の授業における測定結果である。授業内容や通信内容が変われば、通信量は変わることに注意する。

2020年度前期開講の授業「ネットワーク設定」における通信データ量の測定結果を示す。測定日時は7月6日(月)4限であり、出席者数は42名である。測定は、授業で使用する演習室のネットワークに出入りするすべてのパケットをネットワークプロトコルアナライザ⁹⁾を使って計測したものである。横軸と縦軸は、それぞれ次の値を表す。

横軸：授業開始15分前からの経過時間(秒)

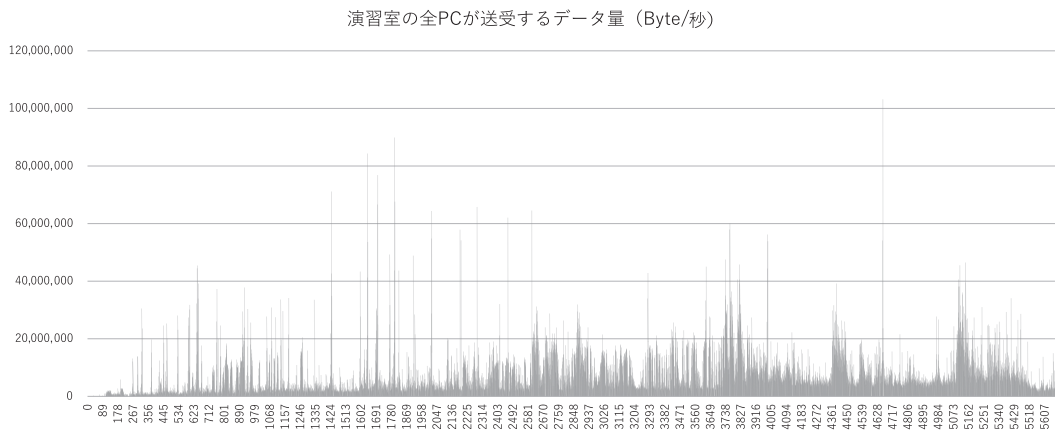


図5. 演習室を出入りするすべてのパケットの通信データ量

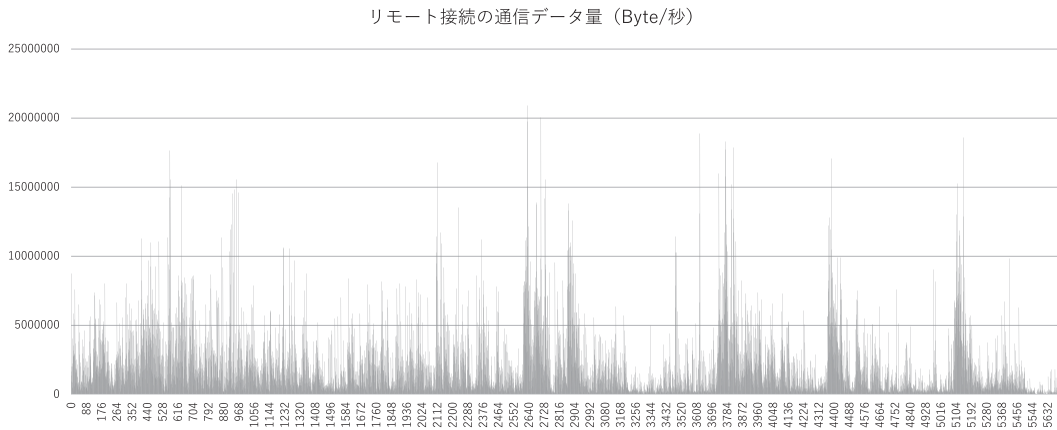


図6. 演習室を出入りするリモート接続のパケットの通信データ量

縦軸：通信データ量 (Byte)

グラフより、授業時間における最大の通信データ量は $104 \times 10^6 \times 8\text{bps} = 832\text{Mbps}$ である。1台当たりの最大通信データ量は、平均して $2.71 \times 10^6 \times 8\text{bps} = 21.6\text{Mbps}$ である。42台のPCが動作しているので、1台当たり最大で約22Mbps、平均で約0.51Mbpsの通信量である。

図6は、図5の測定結果からリモート接続のパケットを抜き出して、その通信データ量 (Byte/秒) を表示したグラフである。グラフより、授業時間におけるリモート接続の最大の通信データ量は $210 \times 10^6 \times 8\text{bps} = 168\text{Mbps}$ である。平均の通信データ量は、 $2.0 \times 10^6 \times 8\text{bps} = 16\text{Mbps}$ である。42台のPCが動作しているので、1台当たり最大で約20Mbps、平均で約0.38Mbpsの通信データ量である。これはZoomの平均の通信データ量1.33Mbpsと比較して、約30%である。この値は絶対値として十分に家庭内LANの通信速度で対応できる値である。また、測定時の大学の通信速度1Gbpsでも十分に利用可能な値である。

4.2. 家庭内LANの通信速度の測定結果

前記の通り、リモートデスクトップ接続を併用する遠隔授業で行われる通信のデータ量に関しては、実用的な範囲に収まることが分かる。インターネットの通信速度は絶えず変動しており、しかもインターネットの通信は原理的に利用可能な帯域幅を100%使えるわけではない。学生宅LANのインターネット通信の速度がどの程度あれば、遠隔授業に影響がないのか、あるいはどのような影響があるのかが分かる測定結果を示す。測定時間中に通信速度は絶えず変化し、画面共有の内容によっても結果に影響があることに注意が必要である。表1は、契約回線が戸建て住宅タイプ100MbpsのFTTHでインターネット接続している一般家庭において、PCの家庭内LANへの接続媒体別にどのような通信を行っているかにより通信速度がどのように変化するかを、通信速度測定サイト¹⁰⁾を使って測定を行った結果である。無線LAN接続時における無線の接続環境は、無線LANアクセスポイントとPCの距離は1m、間に障害物なしである。

有線接続、IEEE802.11aとIEEE802.11gの無線LAN接続時において、VPN接続、リモートデスクトップ接続、Zoom接続し静止画の画面共有、ZoomホストでYouTube¹¹⁾を使った動画再生を行い、それを画面共有の順に負荷を増やしていったときの通信速度を測定した結果である。インターネットの通

表 1. PCの接続媒体, 負荷別の通信速度測定結果 (Mbps)

通信の種類	有線		IEEE802.11a		IEEE802.11g	
	1回目	2回目	1回目	2回目	1回目	2回目
VPNなし, Zoomなし	82	88	25	23	20	19
VPN	32	36	19	7	16	17
VPN+リモート接続	35	36	20	14	19	12
VPN+リモート接続+Zoom	32	40	19	16	20	20
VPN+リモート接続+Zoomで動画共有	27	28	16	15	16	16

通信速度が絶えず変動しているため、負荷を増やした後で、速度が速くなっている逆転現象が発生していることがある。有線接続では、測定したどの負荷状態でも通信は円滑に行われた。無線LAN接続の場合、YouTubeによる動画再生時にリモート接続あるいはZoomが切断されることがあった。そのときの通信速度は15Mbps～16Mbpsであった。この結果では、有線、無線いずれの接続形態でも、リモートデスクトップ接続、Zoomによる静止画の画面共有を行っただけでは通信に影響はなかった。IEEE802.11aとIEEE802.11gの無線LAN接続時YouTubeの動画再生をZoomによって画面共有したときのみリモートデスクトップ接続またはZoomが切断され、再接続が必要となることがあった。

5. リモート接続に関わる通信データ量以外の課題と対策

5.1. ネットワーク混雑時の速度低下

遠隔授業を行う際によく発生する問題として学生宅のLANからインターネットへの接続速度が遅いことがある。この問題はリモート接続を使うか使わないかに関わらず発生する。現在、日本国内で一般家庭のLANをプロバイダに接続する回線として、光回線、携帯回線、CATVが主に使われている¹²⁾。広帯域回線が普及し始めた当初によく使われていたADSLの割合は少ない。ADSLは最大下り速度が理論的には約50Mbpsであるが、ADSL接続装置が収容されているNTT局舎までの距離が離れると極端に通信速度が低下する¹³⁾。光回線の契約速度は、100Mbpsあるいは1Gbpsであることが多い。光回線を使用する場合でも、混雑している時間帯には速度低下がみられる。その場合、多くの家庭で利用しているPPPoE方式ではなくIPoE方式を使えば、速度低下が避けられることがある¹⁴⁾。本論文では、広帯域回線を原因とする通信速度の問題は対象外とする。

5.2. Wi-Fi環境での通信速度

家庭内で無線LANを構築し、PCをインターネットに接続していることが多い。その場合は、速度不足になることがあり、有線接続に切り替えたり、PCをアクセスポイントに近づけたりすることで解決することがある。また無線LAN方式としてIEEE802.11aやIEEE802.11gを使っている場合には、IEEE802.11nやIEEE802.11ac、IEEE802.11axに変えることで速度が向上することがある。表2に現在規格化されている無線LAN規格を示す¹⁵⁾。「4.2 家庭内LANの通信速度の測定結果」で記述した通り、

表 2. 無線LAN規格の種類

無線LAN規格	通信速度(最大)	周波数
IEEE802.11ax	9.6Gbps	2.4GHz帯, 5GHz帯
IEEE802.11ad	6.8Gbps	60GHz帯
IEEE802.11ac	6.9Gbps	5GHz帯
IEEE802.11n	600Mbps	2.4GHz帯, 5GHz帯
IEEE802.11a	54Mbps	5GHz帯
IEEE802.11g	54Mbps	2.4GHz帯
IEEE802.11b	11Mbps	2.4GHz帯

IEEE802.11aやIEEE802.11gを使うと、Zoomホストにおいて、動画再生を行い、画面共有を行うと、クライアントにおいて、Zoomあるいはリモート接続が切断されることが頻発した。インターネットの通信速度は絶えず変動しているので、この現象が常に発生するとは限らない。Web会議システムとVPN、リモート接続を同時に利用する場合、IEEE802.11aやIEEE802.11gよりIEEE802.11n、IEEE802.11ac、IEEE802.11axが適している。無線LANを使う場所によっては、障害物に強い2.4GHz帯か家電製品の電波干渉を受けにくい5GHz帯を使うかの考慮が必要な場合がある。

5.3. リモートデスクトップ接続で利用可能な端末

リモートデスクトップ接続を使ってWindows PCに接続可能な端末は、Windows、macOS、Android、iOSである。Windowsが動作するSurfaceとmacOSが動作するMacは、リモートデスクトップ接続したときに、日本語キーボードを英語キーボードとして認識する。そのときは、英語キーボード配列としてキーボード入力が必要となる。

AndroidとiOSでは、リモートデスクトップ接続の接続先PCで仮想環境を使う場合に問題が発生することがある。「ネットワーク設定」の授業では、学内PC上で動作する仮想環境VMware Workstation Player¹⁶⁾上で動作するWindows 10を使う。AndroidやiOSが動作するスマートフォンをリモート接続のクライアントとして使うと、仮想環境上のWindowsに入力文字が届かないことがある。

5.4. リモートデスクトップ接続のクライアントPCに求められる性能

リモートデスクトップ接続は、PCの性能やネットワークの速度に合わせて最適化して動作する。2020年9月時点では、かなり性能の低いPCでも動作することを確認した。2008年製のPC（インテルCore 2 Duo プロセッサ T8100, 2.1GHz, 4GBメモリ）を使って円滑に遠隔操作することができる。リモートデスクトップ接続が端末に大きな負荷をかけないことが分かる。

5.5. Windows Update

毎月定期的に行われるWindows Updateでは、ときに大量のデータがダウンロードされる。また、Windows Updateはインストール時にPCに大きな負荷をかけることがある。PCによっては、データダウンロードやWindows Updateのインストール中に応答が極端に遅くなることもある。これは授業開始時に、Windows Updateを一時停止する手順を組み込むことで回避することができる。

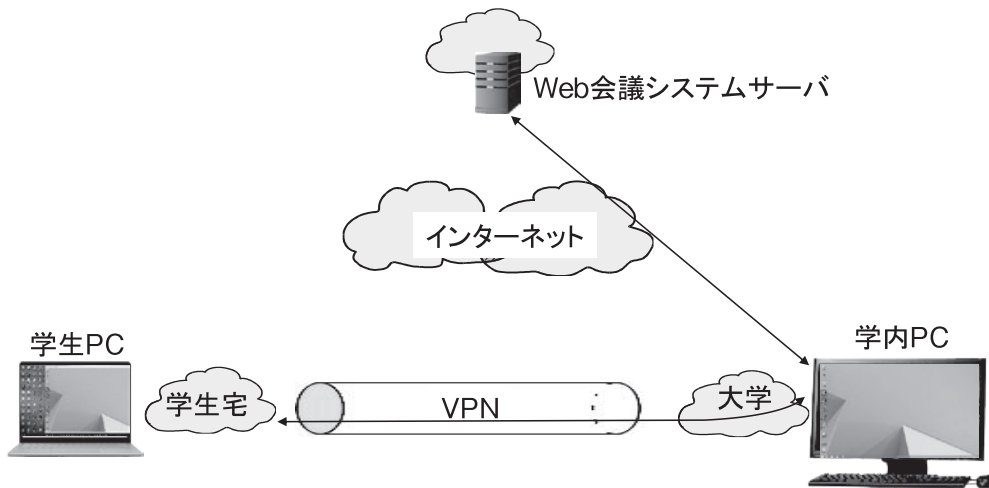


図7.通信データ量を抑える機能制限付き遠隔授業の方式

5.6. リモートデスクトップ接続が切断されたときの現象

インターネットの通信速度は絶えず変動している。リモート接続しているときに、通信速度が低下すると、リモート接続が切断されることがある。このとき、リモートデスクトップ接続のクライアント側の画面では、リモート接続先のPCの画面が動かなくなり、あたかもPCがフリーズしたかのように見える。その場合、リモート接続をもう一度行くと、リモートデスクトップ接続のサーバに接続することができる。再接続すると、リモート接続先のPCは切断される前と同じ状態で動作している。

5.7. 通信速度不足によりリモート接続できない場合の機能制限付き方式

学内PC上で、Zoomを起動すると、Zoomクライアントに出力される画面情報や音声出力は、リモート接続を通して、リモート接続クライアントである学生PCに出力される。この方式では、Zoomの通信がリモート接続の通信に埋め込まれるので、学生宅のLANと外部との通信データ量を減らすことができる。しかし、学生が使うZoomクライアントから教員に向けてチャットは可能であるが、学生PCの画面や音声の共有はできないという制限がある。学生宅のLANの通信速度が遅いために、Zoomとリモート接続の両方を同時に起動できない場合には、機能制限付きの利用形態として使うことができる。このときの通信を図7に示す。

5.8. ライセンスに関する問題

ライセンス上、遠隔利用を禁止しているソフトウェアがある。そのようなソフトウェアはリモートデスクトップ接続を通して使用することはできない。

6. むすび

新型コロナウイルスの感染防止対策としてリモート接続を必要とする授業がある。このような授業の例として、特定のソフトウェアを必要とする演習系の授業、学内ネットワークに接続されたPCから学内ネットワークを調べてネットワークの仕組みを学ぶ授業がある。これらの授業において、リモートデ

スクリーン接続を使って、学生が自宅にあるPCを通して学内PCを遠隔操作することで授業の目的を達成することができる。

リモートデスクトップ接続を使って学内PCを遠隔操作するためには、学生が使用するPCから学内ネットワークへのVPN接続が前提となる。その上で、リモートデスクトップ接続を使って学内PCに接続し、さらに遠隔会議システムの会議室への入室が必要となる。遠隔会議システムのみを使う遠隔授業と比較して、VPN接続による端末への負荷増、リモートデスクトップ接続の通信データ量の増加がある。リモートデスクトップ接続の通信データ量を測定したところ、遠隔会議システムZoomのビデオ付き会議と比較して約30%である。通信データ量は、平均して約0.38Mbpsであった。この値は、絶対値として十分に家庭LANの通信速度で対応できる値である。また、授業実施時における十文字学園女子大学の通信速度1 Gbpsでも十分に授業で利用可能な値である。

通信データ量以外に実際にリモートデスクトップ接続を遠隔授業に適用する際に問題となる項目について述べ、学生や教員が行う手順や方式の範囲内で解決できる課題について解決策を述べた。以上より、リモートデスクトップ接続を遠隔授業において併用する手法が実用的であり、Web会議システムだけを使った遠隔授業では、授業の目的を達成することができない授業を、遠隔授業で行うことが可能であることが分かる。

謝辞

学内PCが設置されている演習室の通信データ量を測定するに当たり、ご協力いただいた十文字学園女子大学情報センター戸塚勝美部長に感謝いたします。

文献

- 1) Zoom, Zoom ミーティングとチャット, 閲覧日 2020年9月23日, <https://Zoom.us/jp-jp/meetings.html>.
- 2) 十文字学園女子大学, 2020年度シラバス-2・3・4年生(K)/大学院(M)(D) 人間生活学部 (K)-生活情報学科 (KH), データ処理入門, 2020年4月, 閲覧日 2020年9月23日, http://syllabus.jumonji-u.ac.jp/ext_syllabus/syllabusReferenceContentsInit.do;jsessionid=yg7M9O9eF-+pt55nO3NdwcsU.kmap1?subjectId=023600022755&formatCode=1&rowIndex=74&jikanwariSchoolYear=2020.
- 3) 富士通エフ・オー・エム株式会社, MOS Microsoft Excel 2016 Expert 対策テキスト&問題集, FOM出版, 2017年4月。
- 4) 十文字学園女子大学, 2020年度シラバス-2・3・4年生(K)/大学院(M)(D) 人間生活学部(K)-生活情報学科 (KH), ネットワーク設定, 2020年4月, 閲覧日 2020年9月23日, http://syllabus.jumonji-u.ac.jp/ext_syllabus/syllabusReferenceContentsInit.do;jsessionid=yg7M9O9eF-+pt55nO3NdwcsU.kmap1?subjectId=023600022785&formatCode=1&rowIndex=35&jikanwariSchoolYear=2020.
- 5) Microsoft, リモートデスクトップの使い方, 2020年5月, 閲覧日 2020年9月23日, <https://support.microsoft.com/ja-jp/help/4028379/windows-10-how-to-use-remote-desktop>.
- 6) Pulse Secure, Pulse Secure Desktop Client Release 9.0R1, Pulse Connect Secure Split Tunneling Overview, , 閲覧日 2020年9月23日, https://docs.pulsesecure.net/WebHelp/PDC/9.0R1/Content/PDC_AdminGuide_9.0R1/Pulse_Connect_Secure_Split.htm.
- 7) 日商エレクトロニクス, システム要件およびネットワーク必要条件, 2020年9月, 閲覧日 2020年9月23日, <https://Zoom-support.nissho-ele.co.jp/hc/ja/articles/360004667592-%E5%BF%85%E8%A6%81%E3>

%81%AA%E3%83%8D%E3%83%83%E3%83%88%E3%83%AF%E3%83%BC%E3%82%AF%E5%B8%AF
%E5%9F%9F%E3%82%92%E6%95%99%E3%81%88%E3%81%A6%E3%81%8F%E3%81%A0%E3%81%95
%E3%81%84.

- 8) ネットセツ, 【検証】 ZOOMのデータ通信量と1GBまでの目安。他のビデオ通話アプリとの比較, 2020年9月, 閲覧日 2020年9月23日, https://net-torisetsu.jp/Zoom-traffic/#index_id0.
- 9) Wireshark, About Wireshark, 閲覧日 2020年9月23日, <https://www.wireshark.org/>.
- 10) FAST, インターネット回線の速度測定, 利用日 2020年9月22日, 27日, <https://fast.com/ja/>.
- 11) YouTube, 利用日 2020年9月22日, 27日, <https://www.youtube.com/>.
- 12) ガバージュニュース, 光回線は54.5%... 自宅パソコンのインターネット接続回線の種類をグラフ化してみる (最新), 2020年6月23日, 閲覧日 2020年9月23日, <http://www.garbage-news.net/archives/2064858.html>.
- 13) NTT東日本, フレッツ・ADSL通信速度チェックコーナー, 閲覧日 2020年9月23日, https://flets.com/adsl/adspeed/check_01.html.
- 14) NTT PC, ICT DIGITAL COLUMN, 【初心者でもわかる】 PPPoE方式とIPoE方式の違いとメリット, 2019年12月6日, 閲覧日 2020年9月23日, https://www.nttpc.co.jp/column/network/pppoe_ipoe.html.
- 15) NTT東日本, フレッツ NTT東日本公式ホームページ, ネットの知恵袋「Q. IEEE802.11b / 11g / 11a / 11n / 11ac / 11ad / 11ax」って何?, <https://flets-w.com/user/point-otoku/knowledge/wi-fi/wi-fi06.html>, 2019年6月21日, 閲覧日 2020年9月23日。
- 16) VMware, Workstation Player, 閲覧日 2020年9月23日, <https://www.vmware.com/jp/products/workstation-player.html>.