

①Web サーバと Web ブラウザ間の通信

■www

これは world wide web の略。ハイパーリンクを活用したコンテンツ配信の仕組みが普及していて、ハイパーリンクが蜘蛛の巣のように広がっていることから www という。規格は WWW コンソーシアムなどにより標準化が行われている。

web ブラウザと web サーバーの間の通信プロトコルは HTTP(hypertext transfer protocol) が利用される。ユーザは web ブラウザに閲覧したいコンテンツの URL(uniform transfer protocol)を指示してリクエストを行う。そして web ブラウザ側でリクエストメソッドや HTTP のプロトコルバージョンなどの情報を付加して web サーバーに送る。それに対してコンテンツを返してブラウザがレンダリングエンジンにより解釈して画面に表示される。このレンダリングにもいろいろあり、3 章で学ぶ。リクエストメソッドには、DELETE、GET(指定データの取得)、HEAD、OPTIONS、POST、PUT がある。

HTTP は通信に対する暗号化を行わないため、通信路上で第三者から盗聴などを受ける恐れがある。HTTPS では通信を暗号化してセキュリティを向上させている。HTTPS は一般に広く使われている。HTTPS 通信を行う際は、https://で始まる URL を用いてサーバーにアクセスする。

■HTTP の挙動

これも 3 ウェイハンドシェイクで通信を確立して行う。

■HTTP のセッションとステートレス問題

接続から切断までの処理をまとめてセッションという。

状態を維持しないプロトコルをステートレスという。ステートレスな通信では 1 回のリクエスト、レスポンスごとに TCP/IP コネクションが生成され、そのため毎回接続と切断が繰り返され効率が悪い。

■HTTP のプロトコルバージョン

バージョンは 0.9 が初めて、HTTP/1.0、長く使われてきたのが HTTP/1.1、の 1.1 の問題を解決した HTTP/2、さらに高速化のために最新の HTTP/3 がある、4 も開発中だという。

HTTP/1.1

これはステートレス問題を解決するための仕組みが追加された。

HTTP/2

コンテンツが増えてきており、その数に応じて HTTP リクエストの数とコンテンツ転送時間が増加している。こうした問題に対処するために SPDY(スピーディ)というアプリケーション層のプロトコルが Google 社により提唱された。1 つの TCP 接続で複数の HTTP リク

エストを同時に受け付け無制限のストリームを可能としている。ただし古いサーバでは対応していないものもある。

HTTP/3

さらに高速化するのが HTTP/3。これも Google 社が開発し、QUIC というトランスポートプロトコルがある。

QUIC では UDP を利用して接続と転送で生じる遅延を短縮し、暗号化による安全な通信を行う。QUIC はどこでもできるわけではなく、Google Chrome などでも有効にすることができ、Google のサーバで利用できるが、Google Chrome 以外のブラウザやサーバに取り入れられつつある。

■HTTP ヘッダー

ブラウザとサーバ間の通信では HTTP ヘッダーが渡される。ヘッダーに含まれる情報は、ブラウザ上には表示されない。

リクエストヘッダー、レスポンスヘッダー、エンティティヘッダー、一般ヘッダーの 4 つに分類される。

■ステータスコード(覚えること有)

サーバはブラウザからのリクエストを処理し、結果をステータスコードとして返す。結果を 3 桁の数字で表したものの。

100 番台は一時的なレスポンス、200 は OK でリクエストが正常に処理されたことを表す。これは覚えておいてほしい。

200 番台はリクエストの処理は正常に完了した。400 番台はクライアントエラーで、サーバが処理できなかったことを表す。

401 から 408、これも覚えてほしい。

401 は Unauthorized でリクエストには追加で認証情報が必要。

403 は Forbidden でアクセスが拒否された。

404 は Not Found でリソースがサーバ上に存在しない。

408 は Request Timeout で受付が時間切れ。

413 が処理可能なサイズを超過している。

500 番台はサーバに不備があり処理に失敗したことを表す。500 は Internal Server Error でリソースの実行時にエラーが発生で、これも覚えておいてほしい。

■クライアント端末の判別

スマートフォンは PC 上のブラウザとほぼ同等の機能のブラウザを搭載している。しかし画

面が小さいのでスマートフォン向けに見え方を変える web サイトも多い。端末ごとに見え方を変えるためアクセスしてきたユーザがどのような端末かを判別する必要がある。ユーザエージェント情報と IP アドレスが有用な情報になる。ただプライバシーの観点から Google Chrome ではユーザエージェント情報を送信するのは非推奨となっている。携帯端末が移動通信事業者(NTT とかソフトバンク)のゲートウェイを経由するとどこからアクセスしたかが大体わかるが、無線 LAN でのアクセスやフィーチャフォンでのアクセスもあるため IP アドレスだけで判別することは確実ではない問題もある。

■MIME タイプ

メールのところでもでてきた言葉。エンティティヘッダーにメディアタイプを指定するように規定され、このメディアタイプを MIME タイプという。これはヘッダーの中で、Content-Type:text/html のように(タイプ/サブタイプ)という形式で送信される。

②Web コンテンツ記述言語

HTML のことである。

■HTML 規格の進化

HTML の規格は W3C で策定される。もともと SGML という汎用的な言語が作られていた。これは文書などをまとめるために考え出された。これがおおもとにあって、そこから XML や HTML が派生している。数式を書くための MathML、画像のための SVG などもある。最初は 2.0 から始まった。2.0 では文字装飾などは HTML で書いていた。それが後に HTML4 では CSS でデザインを書くようになった。2014 年に HTML5 になり、現在は HTML Living Standard が HTML の標準にすることになり、WHATWG が標準化を担うことになった。

■HTML 文書の構造

タグを使って文書の構造を作っていく。昔はテーブルタグでグループを表したが、今は <div> タグを使う。この辺は HTML の授業でも習うので飛ばします。

■CSS

CSS を使うことで複数の見出しなどに一括で色を付けたり大きさを変えたりできる。

■ファビコン

favorite icon に由来。タブなどに表示される小さなアイコン。

■スマートフォンを意識したページ作成

レスポンスデザインで作られたページが増えている。当校の HP も表示域を狭めるとデザインが変わる。

●アクセシビリティは様々な人やデバイス、状況からコンテンツを利用しやすくするもの。すべてを満たすのは難しいができるだけ従う法律として、2016 年 4 月に「障害を理由とする差別の解消の推進に関する法律(障害者差別解消法)」が施行された。

W3C が公開している WCAG では原則が 1.知覚可能、2.操作可能、3.理解可能、4.堅牢である。

●レスポンスデザイン

●動的配信

●アダプティブデザイン

●AMP(Accelerated Mobile Pages)

●PWA(Progressive Web Apps)

この辺は飛ばしていきます。

■XML

拡張可能なマークアップ言語で 1998 年に W3C により策定された。HTML の機能を補い、情報交換が効率的にできる。HTML は自分でタグを定義できない。それに対して XML はタグを自分で独自に定義できる。XML により定義された主な言語に XHTML、SVG(ベクター画像記述言語)、RDF、RSS がある。RDF と RSS は似たようなもの。Word のファイルで.doc と.docx の拡張子がある。.doc のほうは 1997 年版など古い形式。2007 年から.docx に変わった。.docx の x は XML で定義されているものと示す。エクセルやパワーポイントも XML 形式に拡張子が変わっている。古いのと新しいので同じ内容の文書でもファイルサイズが異なったりする。

■HTML 文書におけるファイルの指定

絶対パスと相対パスの指定方法があり、HTML の授業でも習いました。

ドキュメントルートという階層のトップにあるディレクトリがあり、そこからツリー構造で下位のディレクトリやファイルがある。絶対パスはルートからのディレクトリを/で区切って書くが、相対パスは現在のディレクトリからの相対的な位置を示すために親ディレクトリは../で表し、../file1/file2/index.jpg などと書く。絶対パスで書くと移動させたときに全部書き換ええないといけなくて、相対パスで書くのが一般的。当校の HTML は絶対パスで書かれている。ワードプレスで作っているので絶対パスで書く必要があった。

③Web サーバー技術

ユーザからの入力等に応じて変化する動的コンテンツを利用するためにサーバも様々な機

構を備えるようになっている。

■CGI(Common Gateway Interface)

Web サーバがユーザのリクエストに応じて別のプログラムを呼び出し、そのプログラムに応答を任せる仕組み。そのプログラムのことを CGI プログラムという。いろんな言語が使われていて、Perl、PHP、Ruby、Python、C/C++など。CGI を用いることで、アンケートフォーム、電子掲示板、アクセスカウンターなどのインタラクティブな Web ページが作れる。アクセスが多いとサーバを数台用意して負荷分散させるなどが必要。

■SSI(Server Side Includes)

最近はあまり使わない言葉だが、HTML ファイル内に記述されているコマンドを実行し、結果を HTML ファイル内に埋め込む仕組み。

④Web ブラウザの技術

■プラグイン

いろんな言い方があってアドオンとかアドインなどという。プラグは差し込むという意味。音声や動画等ブラウザだけで処理できないファイルを読み込んだ時に呼び出すプログラム。PDF の表示を行う Adobe Reader などがある。ただ PDF は最近ブラウザでも表示できるようになってきている。サポートが終了しているが、Flash Player というものがあった。ゲームなどもできたが、セキュリティの問題から終了したという。

■リッチインターネットアプリケーション

柔軟な表現や操作などを実現するアプリケーションのこと。リッチクライアントともいう。

■クライアントで実行するスクリプト

主にスクリプト言語と呼ばれるものが使われる。クライアント側スクリプトを記述する代表的なものに JavaScript がある。

■JavaScript

クライアント側のブラウザで実行されるのでサーバーに負担をかけない。最近 Node.js などサーバー側で実行するものもある。文字をかけるエディターなら記述して使用できる。ユーザの操作に応じてインタラクティブなページを製作できる。

■Ajax(Asynchronous JavaScript+XML)

非同期のという意味がある。ユーザ側のリロード(再読み込み)によるストレスを軽減できる。Google Map で地図上を移動しようとする、地図の先の情報を読み込んだりするのに使われる。

⑤Cookie

HTTP はステートレスなプロトコル。毎回認証したりする必要があるが、その負担を軽減する技術。サーバーからの情報をクライアント側に保存し、再接続するときにそれを利用する。しかし Cookie には期限が決まっている。ブラウザ単位で共有され、タブやウィンドウごとには保存されない。Cookie を使うことでユーザごとに固有の HTML が出来上がる。悪意のある使い方をされることもある。クライアント側の個人情報が盗まれたりといったこともあるため、注意を要する。

ログインセッションの確立、

表示モードの変更、

ショッピングカート(清算するまで商品名や数量を保持する)、

閲覧記録の収集(サイト内でどのページを見ていったかを分析できる。ファーストパーティーCookie とサードパーティーCookie がある)、

などに使われている。Google 社はサードパーティーCookie を廃止しようとしている。

■Cookie によるセッション管理

Cookie にはパラメータというフォーマットを持つ文字列情報が含まれます。

expire(Cookie の有効期限)、httponly(HTTP 以外のよる Cookie へのアクセスを禁じる)などがある。任意のパラメータをサーバー側で設定できる。ブラウザはサーバーから送られてきた Cookie を保存する。有効期限が設定されていないとメモリ上に保持され、ブラウザを閉じるたびにメモリ上から削除される。期限付きだとディスク上(補助記憶装置)に保存される。

⑥Web プロキシサーバー

プロキシ(Proxy)は代理という意味。クライアントとサーバの通信を仲介するサーバ。NAT や NATPT を使うことが多いがプロキシでやることもある。プロキシサーバを介することで内部ネットワーク構成などをインターネットから見えなくできるため、セキュリティ対策として使われたりする。しかし、プロキシサーバにウィルスを仕込まれたりするリスクはある。キャッシュサーバとしても機能するので通信量の削減もできる。昔はプロキシサーバをいくつも経由してアクセスするといったことができたが、今はできない。クライアント側で設定が必要になるが、設定不要なプロキシを透過型プロキシという。

⑦Web プッシュ

通常クライアントからのリクエストで通信が始まるが、サーバからクライアントへデータ

を送るようなアプリケーションもある。その際に使われる通信方法がプッシュ、サーバプッシュという。HTTP/1 のプッシュでは通信リクエストはサーバからクライアントに対して開始される。

⑨WebSocket

W3C が API を、IETF が通信プロトコルを規定している規格。複数の通信を並行して行える双方向通信を実現する。

タブにはカレントタブとバックグラウンドタブとがあり、バックグラウンドのタブの通信もしてくれるが、通信リソースを消費してしまう問題もある。

⑩WebAPI

API とはアプリケーションプログラミングインターフェース。共通する機能を用意して、ほかのアプリで使えるようにするもの。その Web 版が WebAPI。GoogleMapAPI などがあり、ほかのアプリから GoogleMap を見れたりする。API を組み合わせて新しいものを作るマッシュアップという手法もある。

◆その他のアプリケーション

①FTP(file transfer protocol)

ファイルのダウンロードやアップロードを行うためのプロトコル。2021 年に GoogleChrome は FTP のサポートを終了している。ファイルやディレクトリにアクセス権が設定されているが、これはパーミッションといい読み出し、書き込み、実行の権限を設定できる。同じような権限の仕組みは Linux でも習いました。FTP ではユーザ名やパスワードが暗号化されないのでセキュリティ上の問題がある。ファイルを暗号化する方法としては TLS を用いて FTP を行う FTPS、SSH を利用する SCP(Secure Copy Protocol)や SFTP などがある。

■アクティブモードとパッシブモード

FTP にはこの 2 つのモードがある。アクティブモードではユーザは制御用ポート(TCP21 番ポート)を利用して FTP サーバへアクセスを要求する。サーバはユーザの PC にデータ転送用ポート(TCP20 番)で接続を行う。接続が完了するとファイルを転送できる。パッシブモードではファイアウォールの影響を受けずにファイルのやり取りができる。

■Anonymous FTP

不特定多数のユーザにファイルを公開するためにサーバ上の ID をもたないユーザでもアクセスできるようにしたもの。参照しかできない場合が多く、ダウンロードだけができる。

■ASCII モードとバイナリモード

ファイル転送を行う形式

テキストファイルで開けるのが ASCII モード。OS により改行コードが異なる。Windows では CR と LF、macOS などでは LF のみを使う。ASCII モードではそういった改行コードを自動で変換してくれる。バイナリモードはテキストエディタで開くことができないもの。ファイルが変更されると正常に機能しなくなるプログラムの実行ファイルや画像ファイルなどの転送に適している。

②ストリーミング配信

ダウンロードと再生を並行して行う技術。プログレッシブダウンロードだとダウンロードできるので著作権的によくないが、ストリーミング形式では再生した動画は PC 上に保存できない。

CDN(Content Delivery Network)という配信を最適化するネットワークが用いられる。コンテンツデータを蓄積・再配信するキャッシュサーバを分散配置して配信元のサーバの負荷を軽減する。CDN を利用すると多数のユーザを対象にしたライブ放送などをスムーズに実施できる。Akamai Technologies 社や Limelight Networks 社などが代表的な CDN 事業者。

③プログレッシブダウンロード

Youtube など動画配信サービスでは HTTP を利用したプログレッシブダウンロードによる配信をしている。ダウンロードが完了しないうちから再生できる。機器の性能や通信回線速度に応じて自動的に動画品質を変更する仕組みがあり、それをアダプティブビットレート (ABR) という。静止画ファイルでもダウンロードしながら徐々に鮮明に表示するインターレース GIF やプログレッシブ JPEG などの形式がある。

④NTP(Network Time Protocol)

ネットワーク上で時刻情報を共有し、正しい時間にセットされるように同期するプロトコル。ファイルの更新時刻を打刻するのにも使われる。サーバ上のデータベースにアクセスする PC などになると時刻がずれてると整合性が取れなくなってくる。PC に内蔵の時計は精度が低く 1 日に数秒ずれることもある。ボタン電池が PC 内部に入っている。その電池によって時刻情報を保持している。通常の使用方法なら 4~5 年もつが電池が切れるとずれてくる。最近は充電型電池を使っているものもある。NTP サーバは階層構造でアクセスを分散できるようになっていて、上位の stratum1 から下の階層の stratum2、3 などへ階層的に時刻同期していく。こうしてホストの時計の誤差を 1~50 ミリ秒程度に収めている。1000 年に 1 秒程度の誤差の精度の腕時計は高価だが売っている。現在の PC は NTP サーバと定期的に同期して時刻合わせをしている。ネットワークとの時刻合わせのチェックを外すと自分で時間を設定することもできる。ntp.nict.jp の時計はデフォルトの同期先よりも

正確です。スマホの時刻も同じように同期している。

⑤SNMP(simple network management protocol)

ネットワーク経由で機器や端末を制御する管理プロトコル。管理する側をマネージャー、管理対象をエージェントという。

●コンテンツ形式

ファイルの識別のためにファイル名が付けられ、どのような種類のファイルかを識別するために末尾に拡張子が付けられる。.html や.css など。macOS や Linux では拡張子がなくても認識ができる。

①インターネットで送受信されるファイル形式

■文書ファイル

いろんな形式があります。FTP でもやったけどテキストファイルとバイナリファイルに分けられる。

文字が並んでいるだけのがテキストファイル。CSV とか TSV ファイルもあり、これらはデータのやり取りをするのに適している。CSV はカンマによって分けるもので TSV はタブを使ってテキストを分けるファイル。HTML 文書、XML 文書、JSON、YAML、jQuery、OPML など多様なテキストファイルがある。

バイナリファイルは PDF 文書や Office 文書がそれにあたる。

■画像ファイル

大きく分けてビットマップとベクターがある。主なビットマップ形式に BMP や JPEG、GIF、PNG、HEIF、TIFF、WebP などがある。ビットマップは写真のような画像の保存の際によく使われる。

ベクター方式には SVG などがある。線や面の情報で記述されているため、拡大してもエッジがスムーズに保てる。SVG ファイルはメモ帳で開ける。データ量がビットマップより少なく転送時間が比較的短い。

JPEG は静止画の圧縮ファイル形式。拡張形式としてプログレッシブ JPEG がある。ダウンロードしながら徐々に鮮明にする。

GIF は現 AOL が開発した画像形式。256 色まで扱える。色数が少なく荒い。ロゴマークとかイラストなどに向く。ダウンロードしながら徐々に鮮明にするインターレス GIF などがある。LZW という圧縮技術が使われるが、それは Unisys 社が特許を持っている。特許のために GIF を出力するソフトの開発が見送られたので、代わるものとして PNG が作られた。

PNG はフルカラーであり、画質(色数)はきれいである。どうして新たに開発する必要があったかという、透過処理が欲しかった。GIF のライセンス問題を回避するために、圧縮方

式は Zip を採用している。

WebP は Google 社が開発したオープンソースの画像形式。まだそんなには使われていない。HIEF は HEIC と呼ばれることもある。JPEG の約 2 倍という高圧縮率で高画質を実現している。Apple 社の iPhone などでも採用されている。Microsoft の Windows や Google 社の Android でも採用された。

■動画・音声ファイル

映像データと音声データをコンテナ形式でまとめて同時に再生する方法が一般的。これらのデータを特定の形式に変換(coder)したり再生可能な状態に変換(decoder)するプログラムをコーデックという。

動画コーデックには MPEG(MPEG1、2、4 がある)、H.265(H.264 の後継規格)、WMV(MPEG4 をベースとする規格で 7 から 9 までバージョンがある)、AV1(AOMedia Video 1、YouTube でよく使われる)などがある。

音声コーデックには MP3、AAC、WMA、Vorbis などがある。

MP3 は人間が聞き取れない高温や低温部分をカットしてデータサイズを小さくしている。

聞ける人もいるかもしれないが、通常は聞こえない。ヒトは 2Hz～20kHz まで聞こえる。

AAC は MP3 と同じく ISO/IEC により定められた規格。

WMA は Microsoft が開発した規格。WMA1.0 から 10 まで複数のバージョンが存在する。多チャンネルに対応した高音質な音声形式。

Vorbis はオープンソースで開発されている。音質は CD と比べても遜色ないが、あまり使われていない。

◆コンテナ

コンテナは動画や音声データを格納する箱のようなもの。コンテナ形式は多数ある。

コンテナ形式によってはコーデックを自分で選べ、動画は H.264、音声は MP3 といった使い方ができる。

AIFF(Apple 社が開発した音声データを格納するコンテナ形式)

AIFC(AIFF の拡張形式)

WAV(音声専用コンテナ形式)

AVI(動画、音声形式のデータを格納できる、再生には対応するコーデックがインストールされている必要がある)

ASF(AVI の後継として開発、ストリーミング配信にも対応、動画、音声、画像、字幕等も格納できる)

MP4(一番よく使われている)

QuickTime(Apple 社のコンテナ形式で Mac 用に開発された)

WebM(Google 社の開発したコンテナ形式、YouTube で利用されている)

などがあり、動画、音声データの形式にあったコーデックが必要となる。

どういったコーデックを使っているか調べたいとき、たとえばメディアプレイヤーなどの再生ソフトから、ツール→コーデック情報、で見ることができる。情報トピックスのテキストにも書いてあるのでまた読んでみてください。

■リッチコンテンツファイル

動きのあるコンテンツのデータファイルを指す。HTML Living Standard ではリッチコンテンツ機能が Web ブラウザの標準機能として実装されていて HTML の<video>タグでプラグインやプレイヤーをインストールすることなく動画をブラウザ上で再生可能になっている。ブラウザによりサポートされている動画形式は異なる。主な対応形式に H.264 がある。最近はこのリッチコンテンツファイルという言い方はしなくなっている。

②圧縮技術

可逆圧縮と不可逆圧縮がある。圧縮したデータを戻すのを伸長、展開、解凍などという。解凍に対する言葉として圧縮することを凍結という言い方もあるが、あまり使わない。

元のデータに戻す際に完全に元のデータと同じにできることを可逆圧縮という。戻せないものを不可逆圧縮という。

③書庫と圧縮ファイル

書庫はアーカイブという。複数のファイルをまとめて1つのファイルにしたもの。本来、圧縮ファイルとは異なるが、圧縮ファイル形式の多くは複数のファイルを1つにまとめて圧縮できる。

事実上の標準となっているものが Zip 形式。この方法が考えだされて数十年経つ。

他にも

GZIP(GNU zip)は UNIX 上で標準的な圧縮ファイル形式

xz は UNIX 上で使われる。

bzip2 はあまり使われていないが Linux や UNIX で使われることもある。

RAR は圧縮ファイルがある程度破損しても修復可能

JAR は Java のプログラムやデータ等を1つのファイルに圧縮する方式。

7z はファイルの圧縮とアーカイブを行う方式。

LZH は日本人が開発した圧縮形式。セキュリティの問題があるので配布するときに使うのは望ましくない。

などがある。各形式だけでなく何を圧縮するかによっても圧縮率が変わってきます。

PPAP 問題というのがあります。

Password 付き zip 暗号化ファイルを送ります。

Password を送ります。

A ん号化

Protocol

で PPAP、少し無理があるかなという感じもするけど。問題としてあります。

■自己伸長形式の圧縮ファイル

伸長ソフトを必要としない自己伸長形式という圧縮ファイルがある。ただその分サイズは大きくなる。実行ファイルであるため、対応した OS においてのみ伸長ができる。

圧縮解凍ソフトにはいろいろあります。Windows 自身にも圧縮とか解凍の機能がある。無料でもいろいろソフトがあります。有料のもので有名なのは WinZip がある。5,280 円です。先生は 7zip というソフトをよく使っているそうです。

第 1 章の終わりにある

●プログラミング、と●システム開発方法論

は 2 つ星なので割愛します。興味があればまた見てもらえればいいかなと思います。

第 2 章

インターネット接続の設定とトラブル対処

●アクセス回線と通信機器

ホストをインターネットに接続するには通信機器が必要になります。一般には電柱から光ファイバーが引かれ、光回線終端装置を家庭に置くことでルーターを介して接続できる。有線に接続ならさらにスイッチングハブや LAN ケーブルが必要になる。

①家庭用ルーター

インターネット接続用にプロバイダーから割り当てられる IP アドレスが 1 つの場合でも、ルーターは NAPT 機能を有しており家庭内の複数のホストからインターネットへ接続できます。プロバイダは CGN という NAT 装置を設置してユーザにプライベート IP アドレスやシェアードアドレスを割り当てて、グローバル IP アドレスを節約している場合がある。

家庭用ルーターはプロバイダーと接続する機能のほかにも

DHCP、ファイアウォール、ポートフォワーディング、UPnP NAT トラバーサル、DNS プロキシ、無線 LAN アクセスポイントの機能がある。

②無線 LAN 機器

第 1 章でも少し載っていましたが。親機と子機で構成される。技適マークのついていない製品を日本国内で使用すると電波法違反になる場合がある。外国からの入国者は 90 日に限り利用できる。

国により基準などが異なるため、相互認証協定(MRA)という協定がある。これにより、電気通信機器や電気用品の輸出入が円滑になり企業の負担が軽減される。

③スイッチ/ハブ

ハブにはスイッチングハブとリピータハブがある。市販のハブは通常スイッチングハブである。

●ネットワーク接続端末

①OS

ハードウェアを管理し、ソフトウェアを動かすための基本ソフト。Windows、macOS、iOS、iPadOS、Android など。パソコンで一番使われているのは Windows なのかな。スマホやタブレットもあるので OS というくくりでは Windows のシェアは低くなっている。

■Windows

Windows11 は 2021 年 10 月に発売された。Windows はアップデートを重ね 23H2 とかになっている。11 は秋だけアップデートがある。おそらく 11 月ごろに発表があるのではないかと。その時は 24H2 になる。

バージョン見るときは Windows ボタンを右クリックしてシステムから見れます。

Windows10 は 2025 年 10 月 14 日以降サポートが終了する。企業では古いのを使っているところもあり、最新の 11 にしないといけなくなっている。

■macOS

Apple 社の Macintosh シリーズ専用の OS。UNIX として認証されている OS でもあり、BSD や Linux 用に開発されたソフトウェアを容易に導入できる。ライセンス的に Apple 社以外の開発したほかの PC に入れるのは難しい。1984 年に登場したときは System1 などと呼んでいた。MacOS9 までと X以降は大きく差があり、Xからは Linux の一つになっている。最新の macOS Sequoia は秋ごろに出る予定で AI が搭載されるなど話題になっている。CPU は当初は Apple 社が独自に開発したものを使っていたが Intel 社のものを使うようになり、再び独自の CPU を使うようになっている。仮想化することで Windows を使うこともできるが、その逆はできない。つまり Windows で macOS を使うのはできない。

■iOS/iPadOS

iOS は UNIX 系の OS である Darwin をベースにしている。APPLE 社が開発している。それと基本は同じけど違いがあるのが iPadOS です。アプリは APP Store からしかダウンロードできない。アプリは審査を受けるのでマルウェアなどが入り込むことは少ないが、過去にマルウェアが配布された事例もある。

■Android

Google 社が開発するオープンソースの OS でいろんなところで使われる。様々なメーカーが採用し、テレビなどにも使われている。アプリは Google Play で入手できるが、他社が運営するマーケットなどからでもダウンロードができる。いろんなところからアプリを入手できるため、App store より不正なプログラムが出回りやすい。

root 化という OS の特権を取得する操作もできるが、保証が無効になる。

■Chrome OS

Linux ベースで開発された OS。いろんなメーカーの機器に採用されているが、ChromeOS それ自体をインストールすることはできず、オープンソース化した ChromiumOS は公開されている。Google のオンラインストレージ上にデータを保存するため、ほかの OS のように内部ストレージを占めない。

②目的別端末

プリンター、ゲーム機、ネット家電、ウェアラブルデバイスなどネットに接続できる端末は多い。

■NAS

network attached storage の略。ファイルサーバー専用機。ネットワーク対応ハードディスクとも呼ばれる。学内の共有ファイルも NAS を使っている。以前はそうでなかったが NAS を使ったほうがいいということで NAS を導入した。ファイル共有用のプロトコルには SMB が使われる。このプロトコルは多くの OS で利用でき、事実上の標準プロトコルとなっている。ネットワークに接続していれば、許可されている端末からファイルの閲覧や編集ができる。企業で使うときには 4 台以上の HDD が多い。

複数の HDD を組み合わせて仮想的なドライブを作り出す RAID に対応したものもある。大きな容量の HDD は高かったので、安価な HDD をつなげて使おうというのが始まりでした。

この辺は国試対策のコンピュータ概論でも習いました。

データを分散記録し高速な入出力を実現する RAID0(ストライピング)、全ドライブにデータを冗長記録する RAID1(ミラーリング)などがある。

通常同じ容量の HDD を使う。RAID0 では例えば 2TB の容量なら、書き込みは 2TB できるが、RAID1 だと同じデータを書き込むので 1TB 分書き込めることになる。学校の RAID は 5 を使っている。

■ネット家電

Web ページの閲覧が可能なテレビや、家庭内ネットワークを介して動画などをやり取りできる AV 機器(BR ディスクレコーダー等)などがある。家庭向けの NAS で音楽などを入れ

でスマートフォンから視聴するなどもできる。

DLNA ガイドライン対応のデジタル家電からは DLNA サーバー機器に対応した NAS を利用できる。

DTLA が策定している DTCP を IP ネットワークに適用した規格 DTCP-IP は DLNA と共に使用され家庭内ネットワークにおける各種デジタル映像の配信に使用される。

■ウェアラブルデバイス

身につけることができるデバイス。半導体の小型化が進み、腕や頭に装着するデバイスが目されている。外部とのデータのやり取りは Bluetooth でスマートフォンと行うものが多い。

■ネットワークカメラ

インターネット経由でライブ映像をモニターできるカメラの利用が監視目的などで利用される。しかしアクセス制御の設定が不十分で自由にアクセスできる状態のカメラが多く見つかっている。

機器の接続規格

①Bluetooth

最近使っているかと思います。例えばマウスやワイヤレスイヤホン、キーボードなどもそう。無線 PAN 等で利用される。周波数帯は 2.4GHz 帯。複数のバージョンがあり、現在使われるのは 4.0 以上。4.0 以降は low energy bluetooth という低消費電力で使えるようになった。最新のは 5 以上がでている。

バージョンとは別に様々な機器に対応するためにプロファイルが規定される。HID や OPP、PAN などがある。日本国内で利用できるのには技適マークがついている。

②USB

universal serial bus のことで、1996 年公開のシリアル規格。プラグアンドプレイやホットスワップに対応していて、ユーザーが簡単に機器を扱える。プラグアンドプレイは機器につながだけで使える機能。ホットスワップは接続する端末が電源のついたままでも抜き差しできる機能。この辺は国試対策の授業でも学び、中間試験にも出題された内容です。

USB2.0 は 480Mbps

USB3.0 は 5Gbps

USB3.1Gen は 10Gbps

USB3.2Gen は 20Gbps

USB4Gen2×2 は 20Gbps

USB4Gen3×2 は 40Gbps

という速度になっている。単位はバイトではないことに注意。もともとタイプ A はホスト側、タイプ B はデバイス側というように分けていたが、タイプ C ではホストとデバイスの判別を機器側で行うようになった。

③Lightning

APPLE 社独自の規格。iPhone や iPad のような機器のコネクタに採用される。現在はタイプ C を採用することが多くなっている。ライセンスを受けて製造されたケーブルには認証チップが組み込まれており、ライセンスを受けていない機器を接続すると使用できなかったり発火の恐れがある。

インターネット接続サービスにおけるアクセス回線

ユーザがインターネットに接続するには ISP に接続するアクセス回線が必要となる。

有線なら FTTH、ADSL、CATV、無線は 5G や 4G など。いずれも Mbps クラス以上の速度を実現している。ベストエフォートで提供され規格上の最大通信速度を保証するものではない。実行速度は回線を共有するユーザ数やサーバーの混雑具合などに左右される。

それに対してギャランティ型は速度を保証するものであるが、価格が高い。法人とか速度を保証してほしいところが使うタイプになる。

おおよその回線速度が計算できる。

10MB のファイルが 4 秒でダウンロードできたとする。下り(ダウンロード)の速度は

$10\text{MiB} \div 4 \text{秒} = 2.5\text{MiB/秒}$

$2.5\text{MiB/秒} \times 8\text{bit} = 20\text{Mbit/秒}$

$20\text{Mbit/秒} \div 4 \text{秒} = 5\text{Mbps}$

計算される。下り 47Mbps の ADSL 回線だと $5\text{Mbps} \div 47\text{Mbps} \approx 0.106$ となり実行速度は約 10%、下り 100Mbps の FTTH なら $5\text{Mbps} \div 100\text{Mbps} = 0.05$ で実行速度は約 5%となる。

①FTTH

各家庭に光ファイバーを引き込む形態の総称。今一番普及している回線。

■機器、機材(2つ星になっていますが見ていきます)

光ファイバー

同線と比べて伝送効率が高いので遠距離でも高品質な通信が可能。電磁波の影響を受けにくい。現在は一本の光ファイバで 300Tbps の伝送が可能になっている。

こういった仕組みになっているかというと、ケーブルのコアの部分が 1mm くらいのプラスチックやガラスでできている。家庭用のはプラスチックがほとんどで、ガラスのは高品質な

ものに使われる。コアの周りにクラッドという層があり、コアとクラッドの屈折率の違いで光が境界部分で全反射してコア内を進む。コアの太いマルチモードファイバーとコアの細いシングルファイバーがある。

プラスチック素材のものは伝送損失が大きく伝送性能は劣るがガラス系に比べると折れにくくて扱いやすい。

光ファイバーの接続に使われる光コネクタには SC コネクタと LC コネクタがある。

光回線終端装置は ONU、メディアコンバーターと呼ばれる。これは光信号と電気信号を変換をする。単体としてもあるが多くの場合、ホームゲートウェイの中に ONU の機能が含まれている。ホームゲートウェイはルータの役割も担う。学校の光終端装置は単体であるが、教科書の写真より小型になっている。ホームゲートウェイは LAN ケーブルで PC 端末と接続される。

■FTTH の接続方式

一つの光ファイバを 1 ユーザが占有するシングルスター方式と一つの光ファイバーを複数のユーザで共有するパッシブダブルスター方式がある。シングルスター方式は高速だがコストが割高となるため企業などで使われる。パッシブダブルスター方式は最大 16 まで分けられる。基地局にはどの加入者からのデータかを仕分ける OLT が設置される。加入者側には光回線終端装置 (ONU) が設置される。

シングルスター方式は速いからといって必ずしもギャランティ型というわけではない。

どうやって回線を家庭に引き込むかというと、エアコンのダクトの穴を使って引くことが多い。そういうのがない時は許可を取って穴をあける。借家の場合は大家さんの許可を取る必要があります。

■集合住宅の接続方式

集合住宅では回線を引くのは難しい。配線には光配線方式、LAN 配線方式、VDSL 方式がある。

電柱にはいろんな回線があり通信用ケーブルは低い位置にひかれている。高いほうには電線を引いている。電力線のほうが重要なので、高い位置にある。

PT 盤とは光ファイバー回線を加入者施設内へ配線するための接続装置のことで、集合住宅ではこれを設置する。PT を介して各戸に回線を引く。

■FTTH の留意点

人の住んでいる地域の 90% 以上はカバーしているが未対応の地域もまだある。

■IPv6 対応

NTT NGN のトンネル方式

PPP によるトンネル接続を用いて IPv6 インターネットとの通信を実現する。

来週は ADSL と CATV を見ていきます。

②ADSL

Asymmetric Digital Subscriber Line の略で、非対称デジタル加入者線のこと。

何が非対称なのかというと、上りのアップロードと下りのダウンロードで通信の帯域が異なり速度が異なっている。

昔は動画のアップロードとかをしなかったもので、上り速度はそんなになくてもよかった。

1990 年代後半から 2000 年代前半にかけてブロードバンド接続の普及に大きく貢献した。

今でいうソフトバンク、ヤフーBB という回線があって、その回線が関わっている。

電話と同時にネットが使えず、電話中はネットが使えなかったりした。電話回線にはアナログとデジタルがあり、ISDN はデジタルの電話回線がある。B チャネルは 14kbps、D チャネルは 64kbps、両方使うと 128kbps になる。64kbps だと電話も同時に使える。その ISDN も現在ではすでにサービスしている。日本政府としては、次に来る回線は光にしようとした。そこへヤフーBB が無料のモデムをばらまき(代わりに回線を契約させられる)ADSL を普及させた。理論値で 1.5Mbps の速度が出せた。今から見ると遅いが、ISDN の速度などが kbps だったので当時からするとずいぶん速くなった。それに追随して NTT とかも ADSL を提供した。最後まで ADSL 提供していたのがヤフーで 2024 年 3 月にサービス終了した。

スプリッターという機器で、低い周波数は電話用、高い周波数はモデム用と分けていた。ノイズが発生するところの近くだと通信速度が低下する可能性があった。変電所や、電車の路線の近くなど。またユーザ宅から収容局までの距離が大きくなるほど伝送損失が大きくなり、速度の低下につながった。

モアⅢが 47Mvps、モアⅡが 30Mbps 台、1.5M タイプなどといったようなタイプごとの速度になっていて、速いものほど伝送損失の影響を大きく受けた。

■接続サービスとの関係

回線の提供とインターネットの ISP を同じところがやっているのが垂直統合型、違うところがやっているのが水平分離型。ヤフーBB は垂直統合型。フレッツ ADSL は回線は NTT が、プロバイダーは別なところがやっていたりする。NTT 系の ADSL 事業者もあるが回線提供会社とは違う会社なので水平分離型に分類される。

■ADSL 利用上の留意点

新たに回線を引かなくて良いのが利点だが、ユーザ宅から NTT 収容局までメタルケーブル

で結ばれている必要がある。電話回線の途中で光ファイバー部分があると ADSL の信号を通せない。

■電話回線とスプリッター・ADSL モデムの接続

モジュラーコンセントとスプリッターをモジュラーケーブルで接続し、スプリッターのコンセントに電話線と ADSL モデムをつなげる。モジュレータ/デモジュレータの略でモデムという

■ADSL モデムとコンピュータ接続

モデムとコンピュータをケーブルでつなぐ。接続されていると ADSL ランプが点灯する。モデムの PPP は認証がされているかを示すランプ。無線 LAN が接続されていると無線のランプが点灯する。ランプの名称はそれぞれ違っている。

③CATV(ケーブルテレビ)

CATV 事業者が ISP となって提供されるインターネットサービス。民間の会社であるが地域ごとに決まっていて競合はしない。CATV は電波が届きにくい地域にケーブルで TV を見れるようにする。そのための回線があるのでインターネットもしようと始まった。電線に設置された光クロージャ(容器)という筐体の中にスプリッタが入っていたりする。これは FTTH のもので、CATV も同じようにスプリッタ(分岐器)があって、加入者宅を分けている。上りも下りも同じ速度となっている。10M、30M と上がってきていて、現在は速いものであれば 10Gbps のサービスもある。地域によりサービス提供される速度などが異なる。ケーブルモデムは国際規格の DOCSIS(data over cable service interface specification)に準拠していて、CATV 回線で使う同軸ケーブルを接続する。同軸ケーブルは中に銅線が通り、周囲が保護されている形をとっている。

■集合住宅の接続方式

集合住宅では CATV でインターネットに接続するのに双方向システムの設備が設置されている必要がある。片方向の場合は許可を取って回収しなければならない。

■CATV 接続利用上の留意点

CATV 事業者からモデムをレンタルする。加入者自らが設定をすることもなく、接続トラブルは起きにくい。

これは ADSL や FTTH も同じでモデムやホームゲートウェイはレンタルする。解約時には返却する。ADSL の場合は ID やパスワードを設定するが、CATV だと設定はされていて接続するだけ。

■ケーブルモデムとコンピュータの接続

モデムに対して 1 台のコンピュータを接続するだけなら、特に難しいこともない。複数台のコンピュータを接続する場合はモデムの機能や CATV 事業者が提供するサービスにより方法が異なる。

ここまでが有線系の固定回線の内容でした。VDSL は ADSL を応用したものになります。で ADSL は速度が非対称で VDSL は集合住宅内でしか使わないので高速になり、上り下りの速度が同じ。

ここからは無線系を学びます。

④移動(体)通信サービス

公衆無線 LAN サービスと 3G や 4G、5G 等の移動通信サービスに大別される。

3G で使われる W-CDMA や HSPA といった通信規格、4G の LTE や WiMAX、5G の高速通信規格に対応した機器が必要になる。モバイル Wi-Fi ルータを使えば屋内外問わずインターネットへアクセスできる。

■移動通信事業者

移動通信事業者 MNO、仮想移動通信事業者 MVNO によって提供される。

MNO は無線局を自社で持っている事業者で NTT ドコモ、KDDI、ソフトバンク、楽天モバイルがある。日本全国を網羅するには数千～数万か所に設置しなくてはならないため、コストが高くつく。数千億かかる。

MVNO は MNO から無線局を借りてサービスを提供する事業者。無線局を自分で設置しないため、サービス提供価格も安く抑えられる。

MVNO の中には他の MVNO に通信サービスを提供する MVNE という事業者も存在する。ISP 事業をするのには、接続機能やユーザ管理、認証、課金などの付加機能を用意する必要があり、MVNE はそうした機能を卸して MVNO に提供する。

MVNO は小さい帯域を借りているため回線速度が MNO に比べて遅い欠点がある。

■接続認証に関わる番号

国際移動体装置識別番号 IMEI

15 桁の数字からなる端末識別番号ともいう。どこの工場で作られたかを調べられる場合がある。

加入者識別番号 IMSI

契約時に SIM カードに記録される。

携帯電話番号 MSISDN(Mobile Subscriber ISDN Number)

ITU-T E.164 番号計画に従って事業者が加入者に割り当てる番号。通話相手の SIM カードを識別するのに使われる。

APN(Access Point Name)、DNN(Data Network Name)

4G での接続先の事業者を識別する文字列。MNO が提供する端末には APN があらかじめ設定されているが、MVNO サービスや SIM ロックフリー端末などを利用する際に契約事業者から指定された APN の設定が必要になることもある。5G の場合は DNN を使う。

■移動通信機器を経由した他端末からのインターネット接続

モバイルルータの代わりにスマートフォンを介してインターネットに接続するテザリングという方法がある。

■IPv6 対応

MNO では IPv6 接続が提供されている。MVNO でも IIJ のように IPv6 対応の事業者はある。

■海外でのインターネット接続

国際ローミングという事業者間の提携で渡航先のエリアの事業者が利用できることがある。

■通信方式

現在 5G が普及し始めている。4G もまだ使われているがその前は 3G で第 3 世代通信システムが使われた。スマホのない携帯電話の時代である。

1G はアナログ方式で音声通話でデータ通信は非対応。

2G からはデジタル方式になり音声通話とメール、モバイルインターネットに対応するようになった。

3G は画像にも対応するようになった。2024 年現在で、地震のあった石川県を除き終了している。

4G は動画にも対応するようになった。

5G は音声通話、超高速のモバイルブロードバンド、IoT 通信、自動運転インフラなどに対応。

今は 6G も開発中である。

4G は正確には 3.9 世代移動通信システムで 4G と呼ぶことが承認されたのである。800MHz 帯も使用しており、この帯域は電波が届きやすくプラチナバンドと呼ばれる。2GHz 帯も使用しており、こちらのほうが高速ではある。

LTE に対応する端末はカテゴリ 1~5 で分類され、カテゴリごとに対応可能な最大伝送速度が異なる。LTE は端末が高速移動する際にも使用可能で最大時速 240km までの伝送速度に対応する。車程度の速さなら普通に使える。

LTE-Advanced の 3.5GHz 帯は LTE の 800MHz 帯に比べ届きやすさは低減するが広い帯域幅が確保でき、ダイヤモンドバンドといわれる。カテゴリ 6 以降の端末が必要になる。

5G は日本では 2020 年 3 月からサービスが提供された。高速大容量(eMBB)、多数同時接続(mMTC)、高信頼低遅延(URLCC)

速度は下り 20Gbps、上り 10Gbps になる。

また 1km²あたり 100 万台程度の端末を同時に接続できるようになる。4G は 10 万台であったので 10 倍の同時接続を実現する。

遅延は 1 ミリ秒となっている。

利用周波数帯は 6GHz 帯以下の FR1(Sub6 帯という)とそれ以上の FR2 として区別する。

ローカル 5G というのがある。5G システムを移動通信事業者以外が構築・運用できるシステム。

モバイル WiMAX

IEEE の定めた規格をもとに移動通信向けの規格。下り速度が 75Mbps。

日本では 2009 年より UQ コミュニケーションズが WiMAX でサービス提供していたが、2020 年 3 月 31 日で終了した。

WiMAX2

2011 年に IEEE で定めた規格。

2013 年より WiMAX2+という名称でサービスが提供される。旧方式のモバイル WiMAX が使っていた帯域も使用し、CA 等の高速化技術も使い下り速度が 558Mbpsを実現している。

BWA(broadband wireless access)サービス

2.5GHz 帯を使用。公衆向けの無線通信に使われる。全国を網羅するのは wireless city planning と UQ コミュニケーションズの 2 社。地域ごとなども含めると 100 社ほどになる。

AXGP

2010 年に XGP フォーラムで策定された。wireless city planning が 2.5GHz 帯で本方式を用いて、下り 110Mbps、上り 10Mbps のサービスを MVNO 向けに提供する。

⑤公衆無線 LAN

■利用条件

駅や空港、ホテル、コンビニなどいろんな場所で Wi-Fi をとらえることができる。

■接続認証方式

よくあるのが ESSID とパスワードを見てそれで接続する方式。パスワードはパスフレーズという。

なかにはパスワードのない無線 LAN もあるが、接続は簡単でもセキュリティ的に危険。メールアドレスなどを登録して利用できる方式などがある。最近では SNS のアカウントを利用した SNS アカウント認証がある。

ドコモなどと契約しているユーザは各社が設置している町中の無線 LAN に接続できる。ソフトバンクだと、0001softbank と 0002softbank があり、0001 のほうは暗号化されていない。自動的に接続されるので、0001 には接続しないよという設定もできる。0002 は暗号化されている有料の Wi-Fi サービス。電波のマークに鍵マークが付いているものが暗号化されていることを示す。ホームページをちょっと見る程度ならいいですが、個人情報を入力するなどの時は暗号化されていないものは使わないほうがいいと思います。

NTT 東日本のグループ会社が提供する Japan Wi-Fi auto-connect アプリを使うと、一度の設定で多数の公衆無線 LAN の Wi-Fi へ接続できる。

■リスクとセキュアな利用法

安全でない無線 LAN もあるが、どうしてもつなげたいとする。信頼できる VPN サービスを利用することで端末から VPN サーバまでの経路上の情報がすべて暗号化される。どういったものがあるかという、セキュリティソフトを提供しているトレンドマイクロは FreeWi-Ficonnection といったアプリを入れることで VPN を利用できたりする。同じくセキュリティ関連のマカフィーも VPN サービスを提供している。

■交通機関における中継回線

車内、機内での無線 LAN は設置されたアクセスポイントと接続するが、アクセスポイントと外部のインターネットは中継回線に固定的な回線が使えない。列車内では線路沿いに設置された漏洩同軸ケーブルやモバイル WiMAX などが、航空機内では衛星通信回線が使用される。

■海外でのインターネット接続

海外では海外ローミングサービスを使うか空港やホテルの Wi-Fi を使うのが一般的。その場で自由に使えるフリーWi-Fi もある。Boingo Wireless 社の提供する Wi-Fi サービスもある。

家庭内 LAN

同一 LAN に接続された PC 間でファイル共有や LAN 経由でのプリンタの利用などができる。スマホやタブレットからプリンタを使うなどはあるかも。企業や学校ではファイル共有を LAN 経由ですることがあります。

①家庭用ルーターの設定

IP アドレス、DHCP サーバ、DNS サーバ、パケットフィルタリング、UPnP NAT トラバース、ポートフォワーディング、無線 LAN、VPN、NTP サーバなどが家庭用ルータにおける代表的な設定項目。

インターネット側(WAN)と LAN 側にそれぞれ IP アドレスを割り当てる。IPv4 ならインターネット側は ISP から自動的に割り当てられる。LAN 側はルーターで家庭の LAN に合わせた IP アドレスを設定する。192.168.何とか.1 が多い。デフォルトのものはマニュアルに書いてあります。

DHCP サーバの機能により、ルータに接続した端末は IP アドレスやデフォルトゲートウェイなどの設定情報を自動取得できる。

②無線 LAN アクセスポイントの設定

最近ルータは無線 LAN アクセスポイント(親機)の機能を持つことが多い。ルータ機能を使用するルーターモード、使用しないブリッジモードを選べる。スイッチやソフトウェア上で設定を切り替える。

親機の設定で ESSID を管理者が自由に設定できる。

https://www.aterm.jp/function/wf800hp/guide/wireless/web/8w_m10.html

このサイトの情報のルータで解説してくれました。実際には aterm のルータを用意して、その設定を実演する形でした。ネットワーク名(SSID)が近所の LAN と同じ名前、パスワードが違えばややこしいことになります。ステルスモードにするとネットワーク名が表示されなくなるはずが、実演ではなぜか非表示にはなりません。暗号化の設定で WEP があるが、これは初期のころの暗号化規格で推奨されない。現在は WPA3 といった通信暗号化を使う。

子機のほうでは ESSID と暗号鍵を設定する。無線 LAN アイコンをクリックすると、検出される ESSID の一覧が表示される。パスワードやパスワードというものは正確には PSK(Pre-Shared Key)のことで事前共有鍵という。接続しようとするネットワークセキュリティキーの入力が求められる。自動的に接続というチェックボックスもあり、エリア内に入れば自動的に接続してくれる。

③インターネット VPN の設定

VPN では通信内容が暗号化されるため、機密性の高い通信ができる。ネットワークの出入り口のところに VPN 機器を置いて行う通信もある。

④NTP サーバの設定

どの NTP サーバと同期するかを設定できる。

⑤PC の設定

Windows11 では IP アドレス、サブネットマスク、デフォルトゲートウェイの IP アドレス、DNS サーバの IP アドレスの 4 つが設定できる。ただし管理者権限が必要になる。

PC はシステムクロックとハードウェアクロックを用いて時刻管理をする。ここは詳しくは割愛します。

インターネットサービスプロバイダー

ISP の種類と契約

ISP が提供する接続サービスを利用してインターネットに接続できる。

①アクセス回線とインターネット接続サービスの関係

アクセス回線とインターネット接続サービスの提供をまとめて行うか、そうでないかで水平分離型と垂直統合型に分類される。水平分離は接続は水平分離型 ISP がアクセス回線は NTT などが提供するといった提供者が分離したもの。垂直統合型の場合は同じところがどちらも提供する。

プロバイダを申し込むときに回線を選ぶことができ、その逆の回線を選ぶときにプロバイダを選ぶことも可能である。

光コラボレーションモデルは 2021 年でフレッツ光の 2 倍以上の契約数になった。値段的には少しだけ安くなる。通信と畑違いのところがサービス提供したりするので、ノウハウがなく対応が悪かったりします。簡単に帰れますよという営業電話がかかってきてもすぐに帰るようなことはせず、よく話を聞くようにしたい。ソフトバンク光も卸であったかと思えます。

垂直統合型はモバイル系のキャリアや CATV などが回線とネット接続サービスを一体で提供する。ソニーネットワークの NURO 光、つなぐネットコミュニケーションズによる UCOM 光レジデンスなどもある。電力会社も電力の設備を管理するために独自で光ファイバを引いていて、引いてはいてもあまり使っていないでダークケーブルと呼ばれる。これを

使ってインターネット接続を提供しようというサービスもある。学校所在地の電力会社も垂直統合型のサービスがある。

②ISP との契約

OCN とかブララなどがある。有名なところを選べば間違いはないと思います。考慮する要素として、速度や提供エリア、帯域制限(一日当たり何十 G のデータで制限する)、料金、サポート、決済手段、提供事業者(ここは結構重要)、IPv6 対応などがある。

契約の方法にはオンライン上で済ませる方法や、ISP の代理店になっている家電量販店などで契約できる。長いサービス規約が提示され、それに同意して初めて契約が成立する。一般常識に外れることを書いてあると契約は無効になるけど、そうでなければユーザの責任でもあるので重要事項は確認しましょう。

IP 電話オプションサービス

音声データを IP パケットに格納し、IP ネットワークを使って中継する VoIP(voice over IP)という技術で音声通話を実現する。家庭の電話もほとんど IP 電話になっていると思います。

①仕組みと特徴

複数のユーザが IP ネットワークを共用して通話を実現する仕組み。SIP サーバにより、ユーザの電話の発着信管理を行う。ほかの IP 電話事業者の SIP サーバに接続したときなどは互いに SIP サーバで通話先や通話時間を記録し料金の精算に反映させる。IP 電話同士の通話は必ずしも無料ではない。IP 電話は距離に関係なく同じ事業者であれば同一料金。提携しているところもケースバイケースだろうけど、同じ価格で通話できます。LINE での通話なども VoIP アプリを使っている。

試験の範囲は前回の中間試験の続きから第 2 章の終わりまでだそうです。飛ばしたところもあるから 100 ページくらい内容になります。

■IP 電話オプションサービス

前回途中まで学びました。IP 電話サービスは VoIP で通話を実現している、という内容です。SIP サーバー、呼制御サーバーといった用語も出てきました。

050 番号のサービスと 0AB~J 番号のサービスとに分かれる。ISP が提供するインターネット経由の IP 電話サービスでは 050 番号を利用している。110 番などは全国どこでも最寄りの局につながるが、それはどこからかけられたものかが特定できるから。050 番号のユーザは引っ越したとしても同じ番号を使い続けられる。デメリットもあり、緊急通報番号にかけると自動的に最寄りの警察署などにつながる 0AB~J 番号が割り当てられた加入電話が持

つ仕組みを利用できなかったりする。光回線終端装置から LAN ケーブルで VoIP アダプターと PC 端末につなぎ、モジュラーケーブルで電話機とつなぐ。

■トラブルの切り分けと原因の絞り込み

サーバーへの過度なアクセス集中、サーバーが接続している回線の帯域不足、クライアントの設定の問題や意図しないネットワークにつながったりなどがある。

■端末におけるトラブルシューティング

ある端末で通信できない速度が出なくてほかの端末では正常だとすると端末に問題があると思われる。

全く通信ができないのか、一部のサービスについてのみ通信できないかで切り分けることで原因を絞り込んでいく。

メールサーバには接続できて web サーバには接続できない場合は、端末の設定が正しいと考えられる。もしくはセキュリティの設定で web サーバに接続できないことも考えられる。

端末から ISP への接続は PPPoE、Wi-Fi、移動通信の接続など様々な設定がある。設定誤りがあると接続できなくなる。

移動通信の場合は APN や DNN の設定を正しくする。

パケット容量の制限などもあり速度が大幅に落ちることもある。

スマホではモバイル通信をオフにしているとデータ通信ができない。

Wi-Fi

アクセスポイントの通信規格に端末が対応しているかなどで期待した速度が出ないなどの事象も起こる。

暗号化設定が正しいかどうか。

ステルスを有効にしていると、端末で検索しても検出されない。その場合は手動で ESSID を設定する。

親機とホストが電波の届かない距離などにあるかどうか。

ノート PC などの省電力モードになると、無線 LAN の通信速度に影響することがある。

MAC アドレスフィルタリングが有効になっていると、子機の MAC アドレスを登録しないと接続が許可されない。

最近では MAC アドレスがランダムで変更する機能の付いた端末がある。そのため、アドレスが変わる機能をオフにすることで解決することができる。

親機と子機の相性が悪いと正しく通信できない場合がある。

ホテルとかで接続する場合、キャプティブポータルの仕組みがあるとその設定が終わらないと接続できないことがある。

機内モードでは Wi-Fi が無効になることがある。

テザリング

利用する移動通信事業者とは別の事業者から購入したスマホでテザリングしようとするとうりできないことがある。

サーバーへの接続

IP アドレスが適切に割り当てられる必要がある。web サーバ、メールサーバ、DNS サーバ、NTP サーバなどのサーバへアクセスする場合のこと。

TCP のポートの数には限りがあり、同時に張れるセッション数の上限を超えると通信に支障をきたす。端末のメモリ不足で快適な通信ができないなどもある。ポートの数は結構たくさんあるので、使い切って接続できないことは家庭とかではまずないかと思われる。

169.254.0.0～169.254.255.255 の範囲をリンクローカルアドレスという。

■ネットワークのトラブルシューティング

端末に問題ない場合は LAN や WAN のネットワークに問題があると思われる。機器の再起動で解決することがある。叩いても壊れるだけなので叩かないでね。

ホームゲートウェイ、家庭用ルータ、スイッチングハブ、無線 LAN アダプター、モバイルルータ、テザリング用スマートフォン、ケーブルなどの不良が考えられる。機器は熱に弱く、直射日光や吸気ファンのつまりなどには気を付ける。

ループ配線とブロードキャストストーム

ケーブルやネットワーク機器をループ状に接続すると通信不能になったりする。機器のポート同士をケーブルでつないだりすること。ループ状のネットワークにブロードキャストパケットが流れると無限にデータ転送が繰り返される。これをブロードキャストストームという。ルータの処理能力が足りなくなったり、回線の通信帯域が埋め尽くされたりする。

ケーブルの断線

内部でケーブルが断線していることがある。ケーブル上に重いものを置いたり、強く引っ張

ったりしないようにする。

無線 LAN 電波に対する障害物

親機と子機の位置で電波が届かないこともある。鉄骨などは電波を吸収するため、親機のアンテナの向きを変えるなどして電波強度を改善する。電波を強くするには、水平方向に強くするにはアンテナを垂直にし、垂直方向に強くするには水平にする。I-O DATA というアプリで Wi-Fi の速度などを計測できる。電子レンジやコードレス電話からの電波で干渉したりで通信に影響が出たりする。無線 LAN 側でできることは 5GHz 帯のチャンネルに変更したりすることなどで改善できる。メッシュ Wi-Fi というのがあって、それを使って電波を効率よく届けることもできます。これは機器をいくつか置いてどこかに接続する方式で 1 台ではできない。

子機の数制限

無線 LAN アクセスポイントは接続可能な子機の数に制限があることもある。制限数を超えたホストに IP アドレスが割り当てられないなどの理由で接続できない。

通信キャパシティ不足

期待する通信量に比べ回線帯域が細いと期待通りの通信ができない。家庭内 LAN で複数の人が動画を流しっぱなしにするなどで大量の通信が発生している場合などに起こる。集合住宅で NAT テーブル圧迫などでも通信障害が起こることも報告されている。

使用する機器の未対応

無線 LAN アクセスポイントの IPv6 未対応

市販の無線 LAN アクセスポイントではブリッジ機能とルータ機能を持つのが一般的。ルータモードにする場合、IPv6 と IPv4 の双方に対応していないと対応していない IP では通信できない。

ルーターのヘアピン NAT 対応

ホームネットワーク上のホストから同じリンク上にあるホストにプライベート IPv4 でなくて、ルータの NAT を経由する WAN 側のグローバル IP アドレスでアクセスしようとしてできない場合がある。これはヘアピン NAT(NAT ループバックとも)機能を持つルータを使用して解決できる。

キャリア、ISP の問題

通信事業者や ISP のネットワークにおいてトラブルが発生している場合は利用者側でできることはほぼなく、事業者の対応を待つことになる。輻輳による通信障害も日常的に起こる

可能性がある。同時に利用する人が多いと起こる障害である。

FTTH の宅内トラブル

FTTH で使われる光回線終端装置のランプの状況で故障状況を判断する。通信ができないとき、ランプが正常であれば PC やルータの設定などを確認する。電源を入れなおして回復するかどうかを見る。ランプが異常であれば、ついていないなどは電源が入っていないなどに対応する LAN 側のランプが点灯しているかも確かめ、異常であれば配線などの確認をする。

ランプには STATUS ランプ、FIBER ランプ、LINK ランプなどがある。

集合住宅で VDSL を使っていて通信トラブルが起きている場合、配線方法の問題が考えられる。ADSL と同様に電話回線を利用するため、ノイズの影響で速度が低下することもある。

移動通信サービスは人がたくさんいて混雑した場所などでは通信できないことがある。また 4G と 5G はエリアが異なり片方でしか通信できないこともある。

windows のコマンドがある。ipconfig、nslookup、ping、tracert、netstat、route、arp など。コマンドプロンプトで実行する。

ipconfig ではデバイスの IP アドレスやサブネットマスクなどが表示される。オプションで /all を付けるとより詳細な接続情報を表示する。

nslookup コマンドは DNS サーバに対して直接問い合わせをし、DNS サーバが正常に動作しているか調べたりする。

ping コマンドは端末から通信ができるかを確認する。これが使うことが一番多いかも。ネットワーク機器やサーバに対して小さなデータを送り、それに対して返してくれる。返さない設定にしてこともある。返ってくれば通信できる状態だとわかる。TTL の値が 0 になればそのパケットは破棄される。ping がどこから返ってくるかでどこに異常があるかなど調べたりできる。

tracert(トレースルート)は Windows 系の端末で目的とする端末の IP アドレスやホスト名を指定して、その端末までのネットワークの経路をリストで表示するコマンド。Linux 系では省略せずに書く。

netstat、route はネットワークルーティングテーブルの表示、操作ができるコマンド。「route PRINT」と入力して実行するとネットワークのあて先とそのゲートウェイアドレス、使用するインターフェースなどを表示する。オプションで -4 を付けるのは IPv4、-6 を付けるのは IPv6 である。わかりやすく言うとネットワークの状態を表示するもの。

arp は IPv4 ネットワークのイーサネット通信における ARP キャッシュを操作するための

コマンド。端末にキャッシュされている IP アドレスと MAC アドレスの対応表を確認したり、ARP キャッシュを手動で追加、削除したりもできる。「arp -a」コマンドで現在の ARP エントリを表示できる。

ほかにもコマンドはあるが、これらがよく使われるもの。ping と ipconfig は使用頻度が多い。tracert はたまに使います。

コマンドによる設定の変更などは管理者権限がないと実行できない場合が多く、こうした変更は致命的なものになることもあり、注意が必要である。なので確認だけしたいなら一般ユーザの権限で行う。

■ オプションサービスのトラブルシューティング

ISP のオプションサービスとして IP 電話サービスが提供されるが、トラブルが発生することがある。

インターネット通信障害、VoIP アダプタの電源、設定間違いなど、ファイアウォールでのブロック、UPnP への未対応、モデムの不調などが原因として考えられる。

VoIP アダプターによる IP 電話サービスを利用すると、接続音や識別音が受話器に送られる。それにより IP 電話か一般電話回線かが判別できる。

p.248 で 2 章は終わりですが、p.98 のアプリケーション関連技術からそこまでが試験範囲です。

期末はほかの授業との兼ね合いもあって 3 時間時間が取れなかったです。7 月 31 日に試験をします。10 月の中旬に成績の発送があります。補講のある人は 9 月に入ってから発表を行う。夏期休暇の間に課題が出されるので PC は持ち帰ってください。