

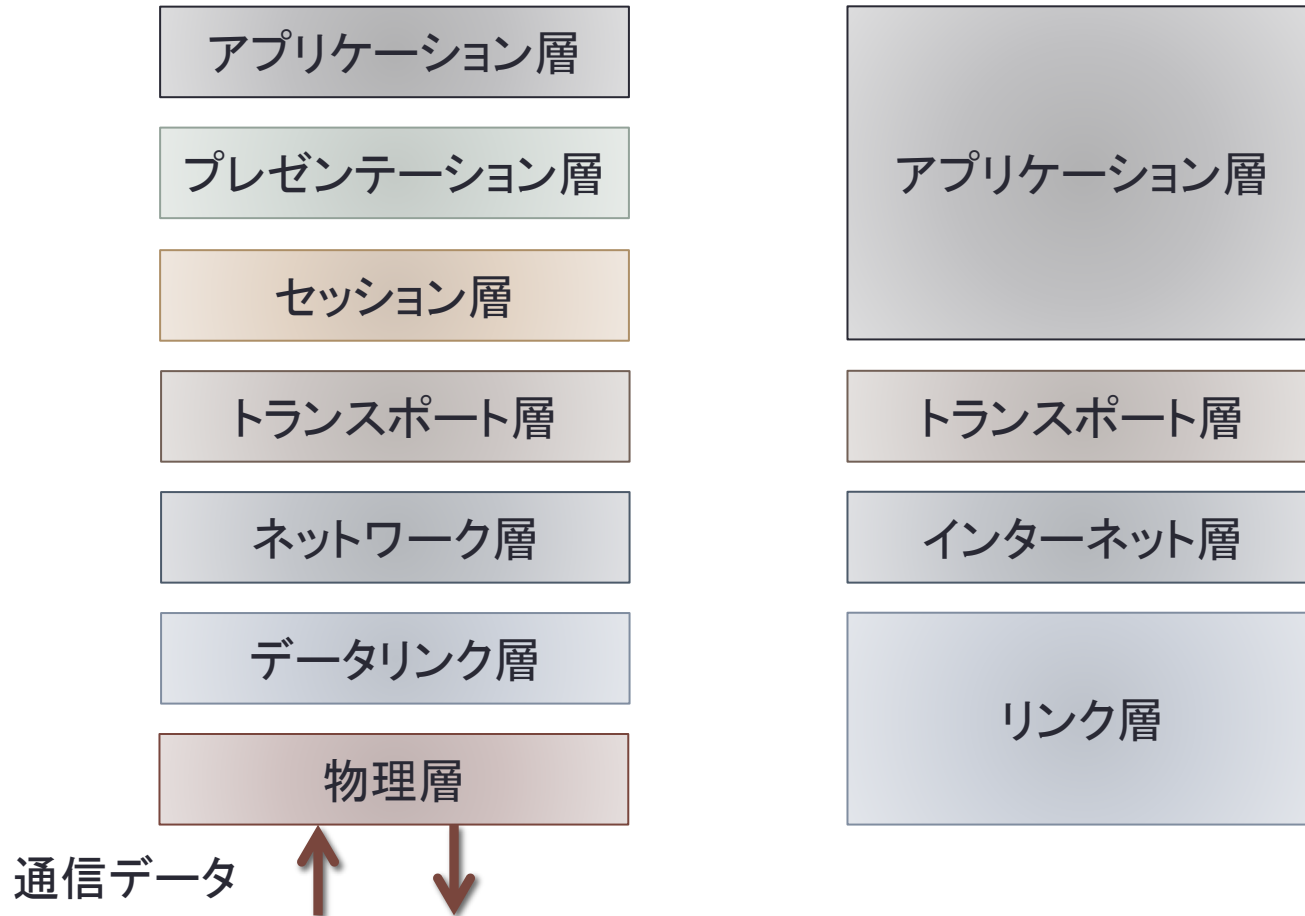
# 情報通信ネットワーク 第9回

---

理工学部情報科学科

松澤 智史

# 本日は……アプリケーション層



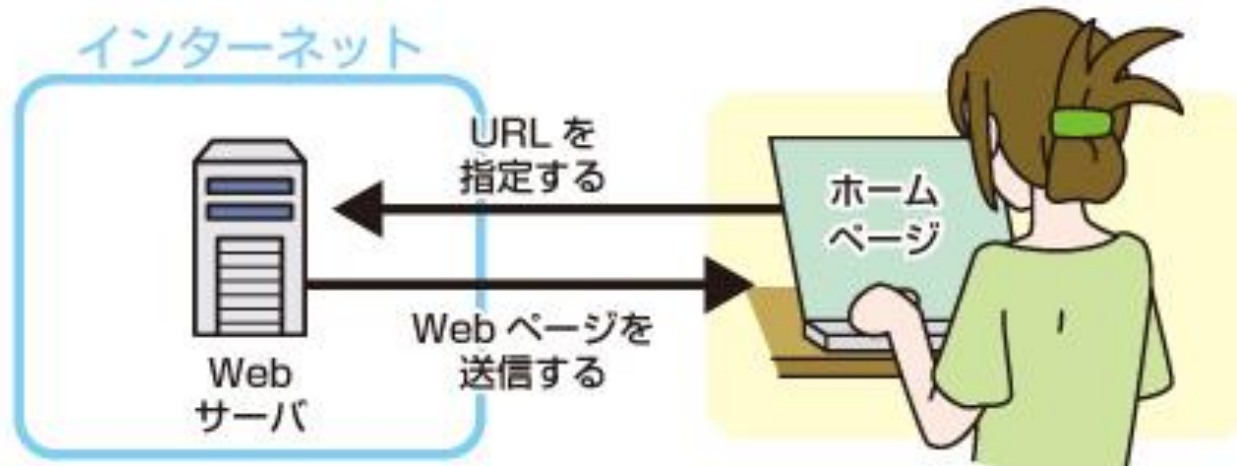
# 本日のコンテンツ

- Web (World Wide Web)
  - 今日のインターネットをもっとも普及させたサービスのひとつ
  - インターネットを研究者向けのものから一般向けに移行するきっかけとなった



# Webの簡単な仕組み

- サーバ・クライアントモデル
- TCP80番を使用
- **HTTP**と呼ばれるプロトコルを使用し, **URI(URL)**と呼ばれる資源名で問い合わせをし, **HTML**という規格で書かれたテキストファイルを転送する
- Webのクライアントを**ブラウザ**と呼ぶことが多い



# World Wide Webを構成する主要素

- HTTP
  - Webの通信プロトコル
- HTML
  - Webコンテンツの記載言語
- URI
  - 資源を参照するための規格
- ブラウザ
  - HTTPを使用してHTMLをダウンロードし, HTMLの記述に沿った表示を行うクライアントプログラム

# World Wide Web誕生の歴史

- 1989年 ティム・バーナーズ・リーが「Information Management: A Proposal」を公開
- 1990年 ティム・バーナーズ・リーが「World Wide Web: Proposal for a Hyper Text Project」を公開
- 1991年 ティム・バーナーズ・リーがWebの基本仕様とサンプルをネットニュースに投稿
- 1993年 CERN(欧州原子核研究所)がWorld Wide Webを無料開放

# ブラウザの歴史

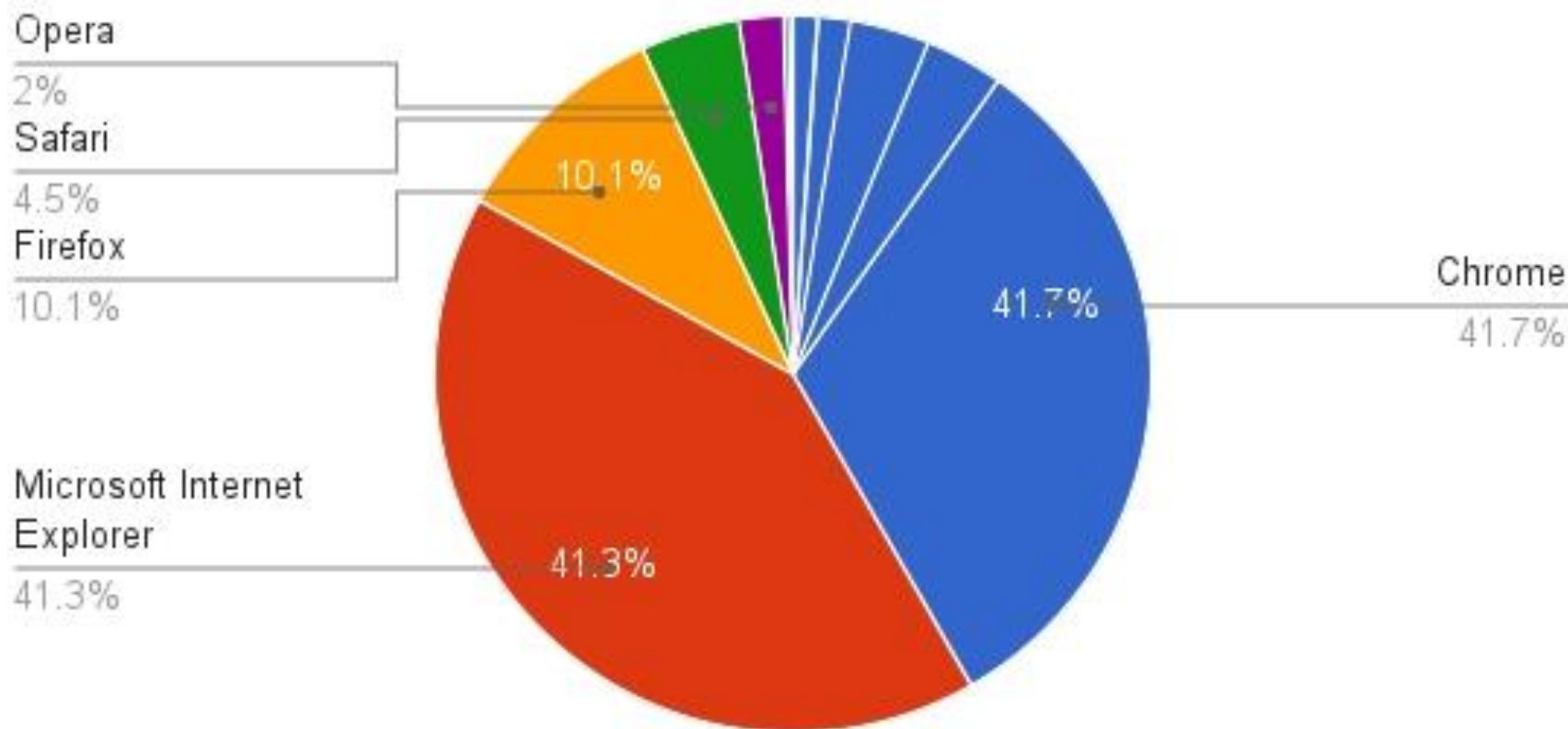
- 1993年 NCSA Mosaic
  - 画像が扱える最初のウェブブラウザの一つであり、これによってウェブの利用者が激増するきっかけとなった
- 1995年 Internet Explorer
  - マイクロソフトは Internet Explorer を Windows に同梱させることで OS 市場の優位性をウェブブラウザ市場にも引き継がせた
- 1996年 Opera
  - Mosaicのエンジンを引き継がずに独自に開発されたが、あまりシェアを獲得するにいたらなかった
- 1998年 Netscape Communicator
  - オープンソースで公開し、自由な競争力でシェアを獲得した
  - 2002年にブラウザ部分をFireFoxとして切り離した
- 2003年 Safari
  - OS X標準のブラウザとして展開し、iOSにもiOS用にカスタマイズされたブラウザが標準搭載された
- 2011年 Google Chrome
  - 2015年には過半数を超えるシェアを獲得したブラウザ

# ブラウザ戦争

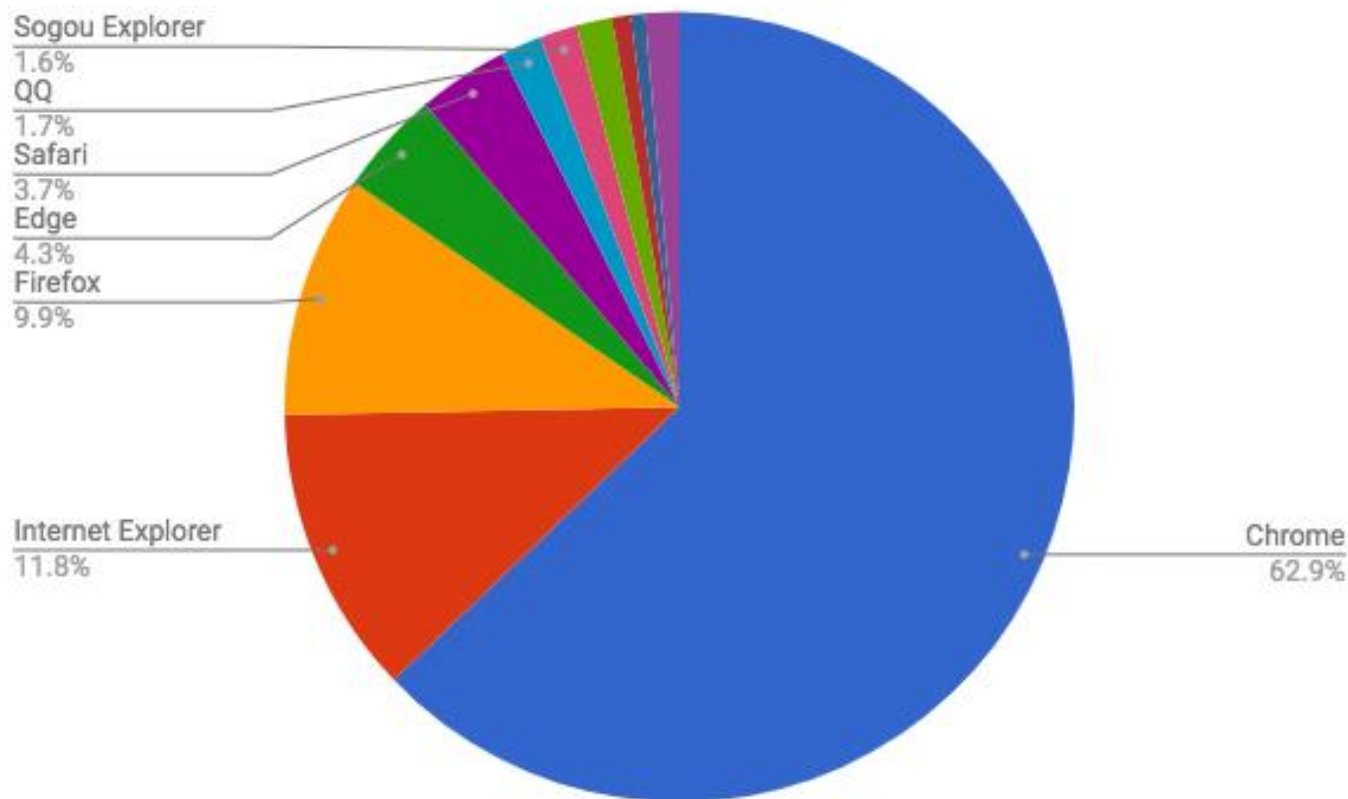
- 第一次ブラウザ戦争 (Internet Explorer 対 Netscape)
  - Internet Explorer vs Netscape
  - 当初はNetscapeに軍配があがっていたが、OS同梱とActiveXなどの独自機能、HTMLの記載ミスなどに対応したIEが勝利
- 第二次ブラウザ戦争 (新ブラウザの台頭)
  - Internet Explorer 6.0 vs Firefox, Safari
  - IEのセキュリティ問題に対応した新ブラウザが台頭しはじめる
- 第三次ブラウザ戦争 (Operaの衰退とChromeの台頭)
  - Google ChromeがOperaのシェアを奪い取りシェアの首位を奪取する



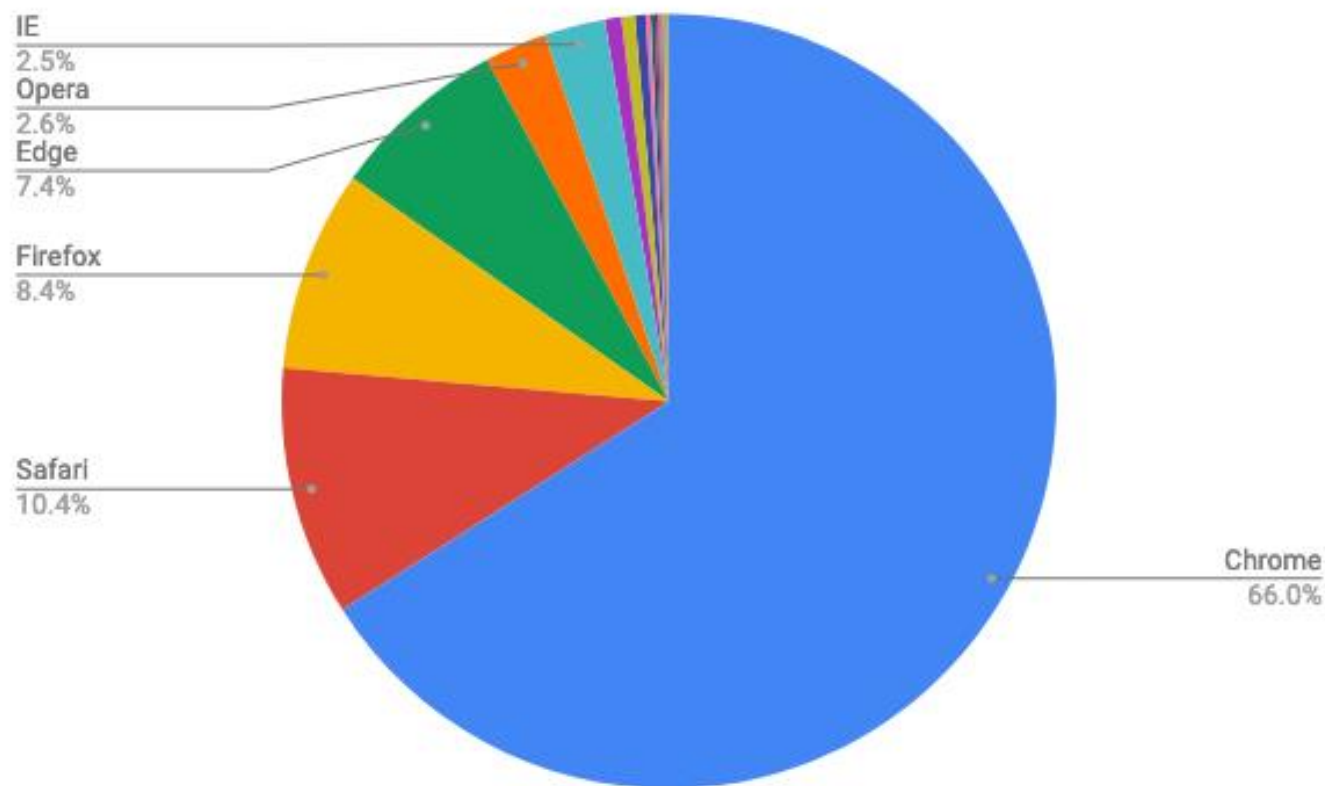
# ブラウザのシェア (2016年4月)



# ブラウザのシェア (2018年5月)



# ブラウザのシェア (2020年12月)



# URI(Uniform Resource Identifier)

- URL(Uniform Resource Locator)とも呼ぶが厳密には同義ではなく, URIの方が広い意味を持つ
- 情報の種類(プロトコル等) :// ユーザ名:パスワード@サーバ名 :ポート番号/ファイルのパス  
という記述仕様

## URI(URL)の例

`http://www.is.noda.tus.ac.jp/isws/`

## 厳密には

`http://www.is.noda.tus.ac.jp:80/isws/index.html`

## の省略形

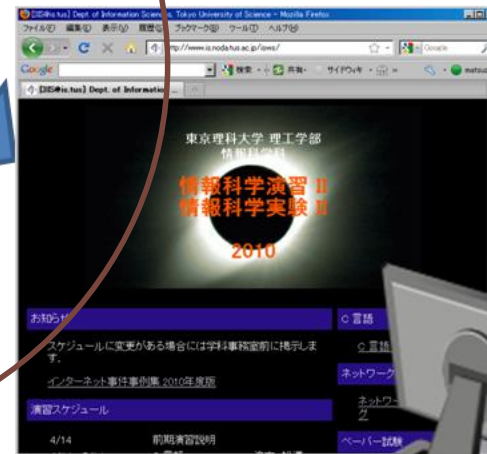
# HTTP(Hyper Text Transfer Protocol)

www.is.noda.tus.ac.jp(133.31.103.15)



/iswsディレクトリ内の  
index.htmlファイルを転送

www.is.noda.tus.ac.jp  
(133.31.103.15) の  
TCP80番ポートに接続



要求 <http://www.is.noda.tus.ac.jp/isws/index.html>

# HTTPの歴史

- バージョン0.9
  - URLのみの簡単なやりとり
  - GETメッセージのみサポート
- バージョン1.0
  - HTTPヘッダが定義される
  - Cookieの利用が可能になる
  - POSTメッセージなどの命令の追加
- バージョン1.1
  - 持続的接続をサポート
- バージョン2.0
  - 非同期な接続の多重化、ヘッダ圧縮、リクエストとレスポンスのパイプライン化を実現

# HTTPのメッセージ

- GET (0.9)
  - 指定されたURIのリソースを取り出す
- POST(1.0)
  - クライアントがサーバにデータを送信する サーバが返答を返すこともできる
- PUT(1.0)
  - 指定したURIにリソースを保存する
- DELETE(1.0)
  - 指定したURIのリソースを削除する
- OPTIONS(1.1)
  - サーバの状態を調査する
- HEAD(1.0)
  - ヘッダのみを返答するGET
- TRACE(1.1)
  - サーバまでのネットワーク経路をチェックする(無効にされていることが多い)
- CONNECT(1.1)
  - TCPトンネルを接続する

# HTTPの書式

メッセージ(メソッド)名 対象URI HTTPバージョン  
ヘッダフィールド名: 内容  
改行

例:

GET / HTTP/1.1

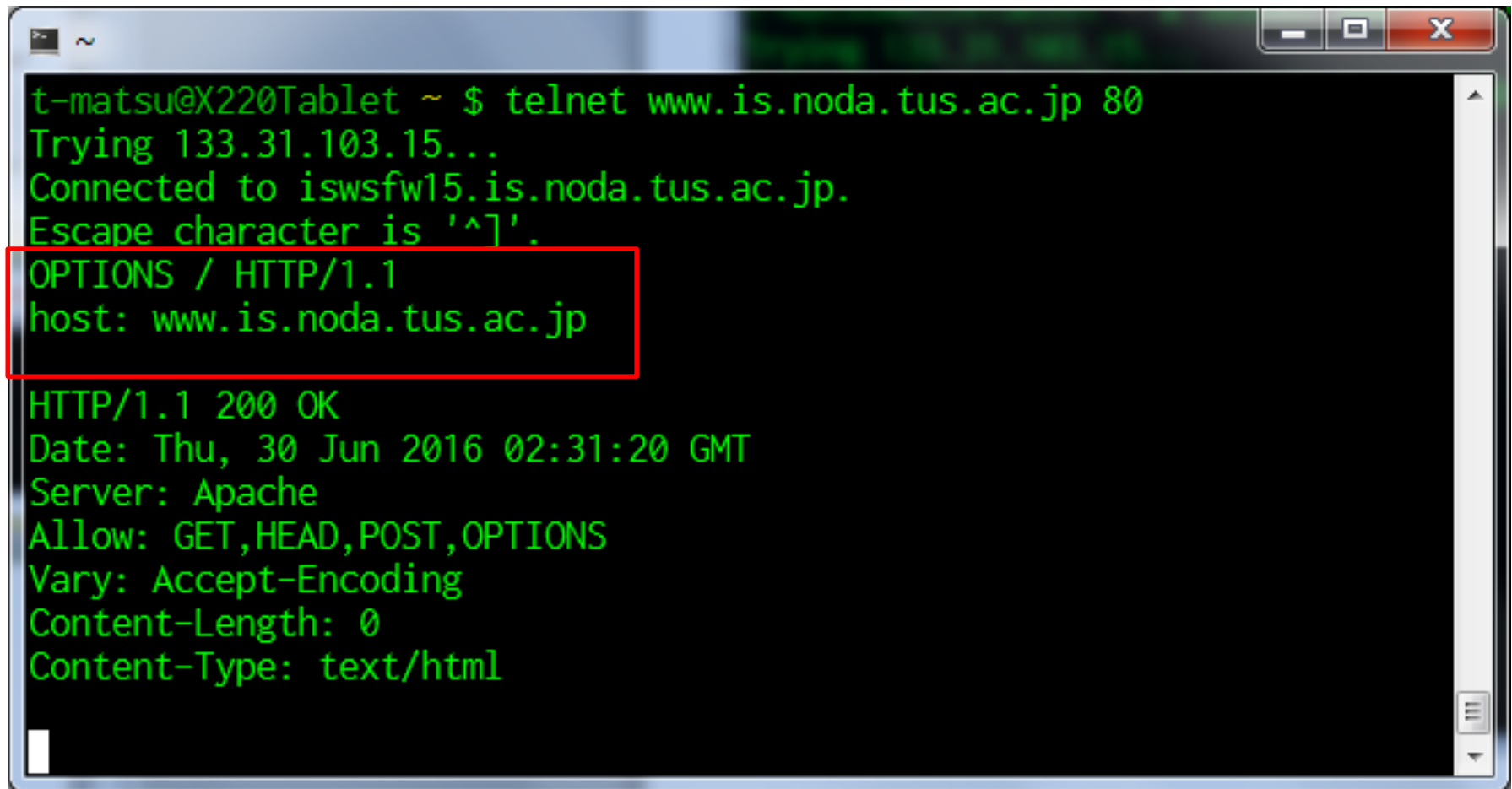
host: www.is.noda.tus.ac.jp

OPTIONS / HTTP/1.1

host: www.is.noda.tus.ac.jp



# HTTPのメッセージをtelnetで実行する



A terminal window titled "t-matsu@X220Tablet ~" showing a telnet session. The user enters "telnet www.is.noda.tus.ac.jp 80". The terminal displays the connection process, including the IP address "133.31.103.15" and the host "iswsfw15.is.noda.tus.ac.jp". The escape character is set to '^]'. The user enters "OPTIONS / HTTP/1.1", which is highlighted by a red box. The server responds with "HTTP/1.1 200 OK" and various headers: "Date: Thu, 30 Jun 2016 02:31:20 GMT", "Server: Apache", "Allow: GET,HEAD,POST,OPTIONS", "Vary: Accept-Encoding", "Content-Length: 0", and "Content-Type: text/html".

```
t-matsu@X220Tablet ~ $ telnet www.is.noda.tus.ac.jp 80
Trying 133.31.103.15...
Connected to iswsfw15.is.noda.tus.ac.jp.
Escape character is '^]'.
OPTIONS / HTTP/1.1
host: www.is.noda.tus.ac.jp

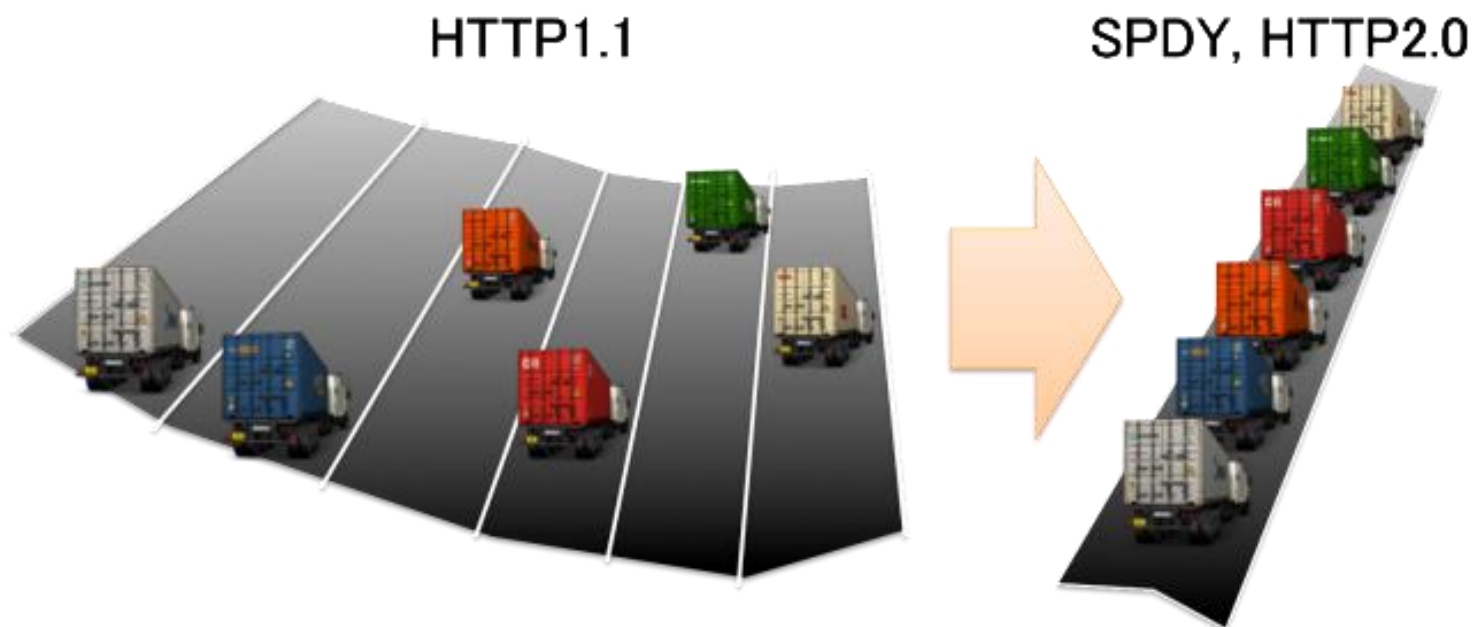
HTTP/1.1 200 OK
Date: Thu, 30 Jun 2016 02:31:20 GMT
Server: Apache
Allow: GET,HEAD,POST,OPTIONS
Vary: Accept-Encoding
Content-Length: 0
Content-Type: text/html
```

# HTTPの認証技術

- Basic認証
  - IDとパスワードを平文のまま送る
- Digest認証
  - パスワードをMD5(ハッシュ)でハッシュ化して送る
- 認証の流れ
  1. クライアントはサーバにページの要求を送る
  2. サーバは401レスポンスコードを返答し、認証方式などの情報を伝える
  3. クライアントはユーザに認証情報の提示を要求する
  4. ユーザが認証情報をクライアントに入力する
  5. クライアントはレスポンスをサーバに返答する

# HTTP2.0

- 2015年2月に正式採用
- Google開発のSPDYのアイデアを採用した
- 非同期な**接続の多重化**、ヘッダ圧縮、  
リクエストとレスポンスの**パイプライン化**を実現



# 各ブラウザのHTTP2.0の採用状況

- Google Chrome (31以降 30は設定が必要)
- Firefox (34以降)
- Microsoft Edge
- Microsoft Internet Explorer (Windows10の IE11以降)
- Opera
- Safari (9以降)

# HTTPのHead of Line Blocking (HOLブロッキング)



# TCPのHOLブロッキング

- TCPはパケットロスが発生すると順序を保持するためウィンドウサイズ分以降は送信を待たせる
- HTTP2.0で多重化を行ってもTCPのレイヤでは1コネクション上のアプリケーションデータに過ぎないため、HOLブロッキングが発生する

# TCPのHOLブロッキング対策技術

- MTCP(Multipath TCP)
  - TCPのコネクションを多重化する
- QUIC
  - 2013年にGoogleが開発したUDPを拡張した多重コネクション指向のプロトコル
  - TCPのアルゴリズムを多少流用し, 誤り訂正機能を持つ

# HTML(Hyper Text Markup Language)

- Webの文書を記述するための言語
- ハイパーテキストと呼ばれるリンク(ハイパーリンクと呼ぶ)機能を持つため, HTTPやWebを爆発的な普及に貢献した
- <要素名> </要素名>のようなタグを用いて記述する
- テキストで書かれるが, ブラウザに表現を依頼する記述ができるため, ブラウザの環境に合わせて記述をブラウザが自由に解釈することができる



# HTMLのバージョン

- HTML1.0
  - HTMLの基本仕様, HTML+でtableなどのタグが追加された
- HTML2.0 (1995年)
  - Formなどのファイルアップロード
  - クライアントサイドのイメージマップ
- HTML4.0 (1997年)
  - 現在のWebのHTMLはほぼこれを指す
  - CSSを組み合わせでレイアウト等を指定できる
  - XMLデータとしても扱える
- HTML5.0 (2014年)
  - 後述

# HTML5.0

## HTML4.0と比べて

- より明確に文書構造を示すことができる
- 動画や音声データをHTMLからシンプルに扱える
- 様々なAPIが追加される



# HTML5.0 動画と音声

- <video><audio>タグが追加
- <img>などと同様に扱える
- <source>タグでフォーマットの異なる動画音声を配置することも可能

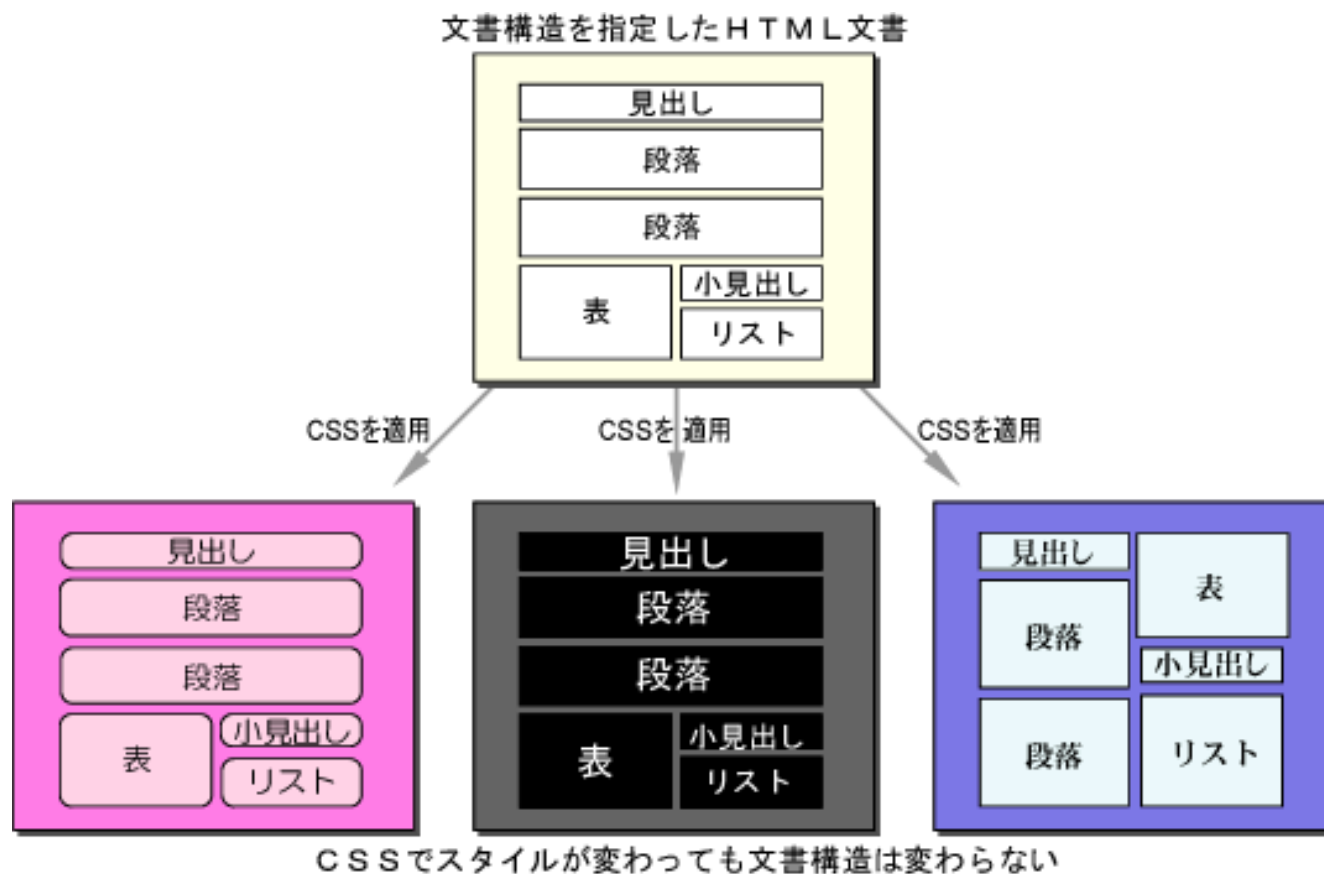
```
<video controls autoplay poster="firstframe.jpg" width="320" height="240">  
<source src="sample.mp4">  
<source src="sample.ogv">  
<source src="sample.webm">  
<p>動画を再生するには、videoタグをサポートしたブラウザが必要です。</p>  
</video>
```

# HTML5.0 様々なAPI

- ドラッグアンドドロップ機能
- ユーザの位置情報
- Webストレージの利用

# CSS(Cascading Style Sheets)

- HTMLと組み合わせて使用する
- HTMLは情報構造, CSSは装飾を指定することが可能



# Webの社会的影響

- これまでの情報は発信者と受信者が明確に分離されていた
- Webの普及により, これまで受信側にいた人間が発信者になることが容易になった
  - 個人HP ブログなど
- **情報交換のインフラ**として発達し, 様々なメディア・文書などが安価に共有・拡散された
  - すでにwebは最上位層ではなく下位のプロトコルになりつつある
    - Webベースのメール
    - Webベースのゲーム
    - データベースのクライアント

# Web普及の要因

- 端末(計算機)の安価・高性能化
- 携帯端末の高性能化によるWeb機能の搭載
- Web(ブラウザ)の操作のしやすさ, HTMLの記述のしやすさなどのWebにかかわる仕様の影響
- 検索エンジンの発展



# 検索エンジン

- 目的のコンテンツへのリンク(ショートカット化)を行うコンテンツ
- 代表的なものにGoogle Yahoo!などがある
  - 日本ではエキサイト, goo, infoseekなどもあったがGoogleの上陸により淘汰
- ディレクトリ型(カテゴリ検索)とロボット型(ページ検索)がある
  - ディレクトリ型: Yahoo!
  - ロボット型: Google, Yahoo YST, Bing,

# 今回のまとめ

- World Wide Web
  - 人類の歴史上もっとも情報を安価で相互に送受信できるシステム
- Webを構成する要素
  - ブラウザ
  - URI
  - HTTP
  - HTML
- 次世代のプロトコル・仕様
  - HTML5.0
  - HTTP2.0
  - QUIC

質問あればどうぞ

次回はアプリケーション層(つづき)！