

第10回 アプリケーションプロトコル

セッション層、プレゼンテーション層、アプリケーション層
ネットワークサービスのシステム
TCP/IPのアプリケーションプロトコル

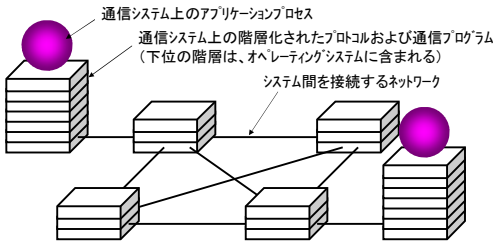
重要:プロトコルの階層と機能・特徴

	階層名	機能(項目/特徴)	標準化対象	プロトコル名(注)
7	アプリケーション層	アプリケーションプロセスに通信機能を提供	メール、ファイル転送などアプリケーション毎の規則・手順	HTTP、FTP、SMTP、POP
6	プレゼンテーション層	情報表現形式を統一(コードフォーマット変換、圧縮、暗号化)	抽象構文記法、符号化規則、データ圧縮手順	JPEG、MPEG、MIME、ASCII、Unicode
5	セッション層	プロセス間の会話制御(セッションの開始～終了を管理)	セッションの設定・解放、会話手順、処理の同期	RPC、SIP
4	トランスポート層	エンドプロセス間のデータ交換(多重化、コネクション、フロー制御)	プロセスの識別、送達確認、再送手順	TCP、UDP
3	ネットワーク層	エンドノード間のパケット転送(ルーティング、中継)	論理アドレス、パケットの分割・結合、転送手順	X.25、IP
2	データリンク層	隣接ノード間フレーム伝送(フロー同期、誤り検出、フロー制御)	物理アドレス、アクセス手順、伝送制御手順	ペーシック手順、HDLC手順、イーサネット
1	物理層	ビットの伝送(システム間を接続、情報と信号の変換)	電気・物理条件・電圧・コネクタ形状・ビット同期等	RS232C

注: セッション層～アプリケーション層は、関連するTCP/IPのアプリケーションプロトコルおよび符号化規則を記している。
イーサネットは、物理層とデータリンク層の両方の機能を持つ。
PDUの名称: データリンク層: フレーム、ネットワーク層: パケット、トランスポート層(TCP): セグメント

第3回のスライド
ネットワークアーキテクチャとOSI参照モデル

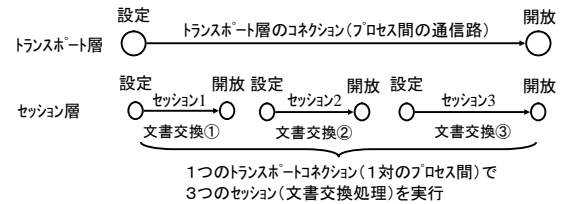
アーキテクチャ(建築様式): 建築物の構造や設計法工法を含めた全体を意味する
ネットワークアーキテクチャ: コンピュータネットワークと通信システムの論理構造や設計方式
階層化されたプロトコルの体系化が重要な要素を占める



OSI参照モデル: ネットワークの機能やプロトコルを階層的に分類し、その意義を定義。ISO (International Organization for Standardization: 国際標準化機構) が制定。ネットワークやプロトコルの概念、機能などの理解に役立ち、識別の基準にもなるため、広く利用されている
OSI (Open System Interconnection): オープン型システムの相互接続

第3回のスライド
第5層(レイヤ5) セッション層

アプリケーションプロセス間の会話を制御するためのプロトコルを規定
・セッション管理(注)
・セッションコネクションの設定・開放
・全二重・半二重、再送、同期(プロセス間の会話の順番合わせ)



注: 例えば、文書ファイルの転送など、プロセス間の処理の開始から終了までの一連の通信をセッションという

第3回のスライド
第6層(レイヤ6) プレゼンテーション層

データの表現形式の折衝(注)、識別、解釈を行う
必要に応じて表現形式を変換する
・フォーマット変換: アプリケーション毎の表現形式を標準の形式(転送構文)に変換
・コード変換: 文字コード体系の整合(EUCとshift JISの変換による文字化けの防止)
・圧縮、暗号: 音声、画像の符号化、情報圧縮(MPEG等)、暗号化

注: 送受信間で、データの形式や解釈方法を合わせるためのやりとり

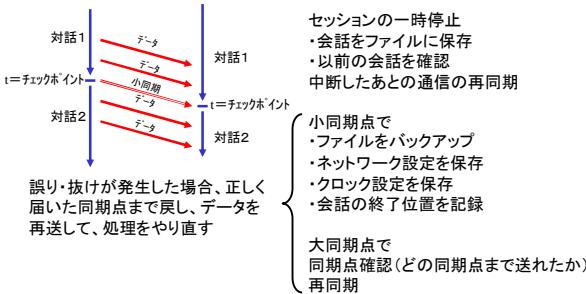
第7層(レイヤ7) アプリケーション層

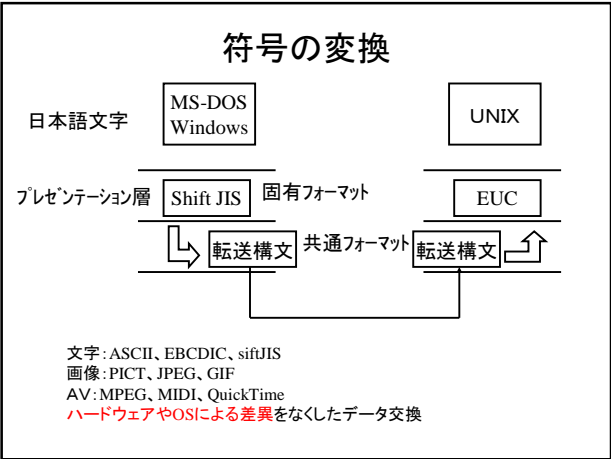
アプリケーションプログラムに通信サービスを提供
アプリケーション種別毎に機能を規定

- ・ファイル転送
- ・ディレクトリサービス
- ・電子メール など

インターネットでは、プロトコル上は、セッション層、プレゼンテーション層、アプリケーション層を区別せず、3層を合せてアプリケーション層と呼んでいる。但し、実質的には、各層の機能が存在する。

参考: セッション層の同期とチェックポイント





データの圧縮

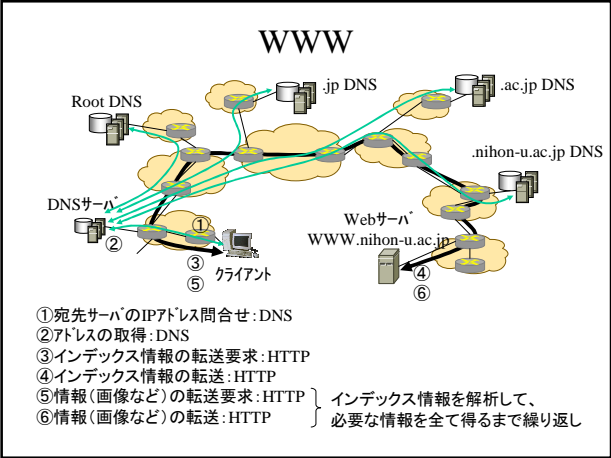
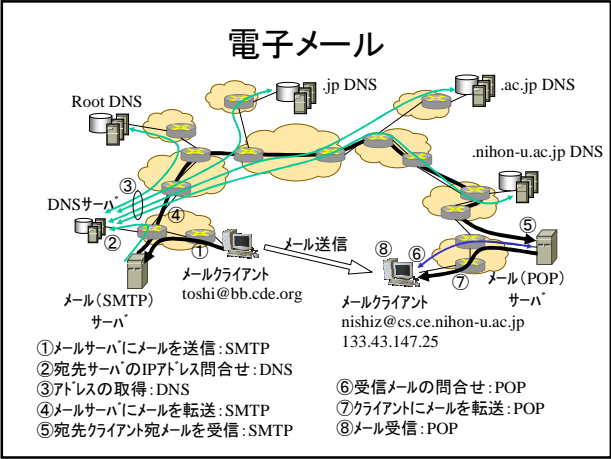
- 電話の音声帯域 0.3kHz~3.4kHz
 - 標準化周波数 8KHz, 8bit量子化
 - $8\text{bit} \times 8000 = 64000\text{bps} = 64\text{Kbps}$
 - $64\text{Kbps} \rightarrow 32\text{Kbps} / 16\text{Kbps}$ に圧縮
- 音声の符号化(予測符号化技術)
 - 現在の信号を過去の信号で予測。その差分を伝送
 - ADPCM: Adaptive Differential PCM
- 静止画像の符号化
 - JPEG
- 動画の符号化
 - MPEG1: 1.5Mbps (CD-ROM)
 - MPEG2: 10Mbps (DVD)
 - MPEG4: 数10kbpsにも対応(インターネット)

前回のスライド

重要: ポート番号 (well known port numbers)

ポート番号	プロトコル	利用するアプリケーション
20, 21	FTP	ファイル転送
23	TELNET	遠隔ログイン
25	SMTP	電子メール(送信)
42	NAMESERVER	ホストネームサーバ
53	DOMAIN (DNS)	IPアドレス、サーバ名問合せ
69	TFTP	ファイル転送(簡易版)
79	FINGER	フィンガーコマンド
80	HTTP	World Wide Web
110	POP3	電子メール(受信)
119	NNTP	ネットワークニュース

ポート番号の0~1024は、プロトコル毎に、サーバ側のプロセス用に決められている。これを**ウェルknownポート番号** (well-known port number: よく知られたポート番号) という(クライアントは、プロトコルに応じたポート番号を宛先ポート番号として設定する)クライアント側プロセスのポート番号は、使っていない番号を動的に設定



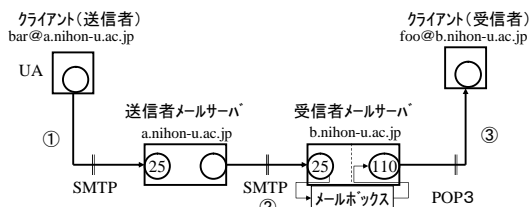
重要: TCP/IPとOSI参照モデル

OSI参照モデル	DoDモデル	TCP/IPのプロトコル
アプリケーション層	アプリケーション層	SMTP, POP3, FTP, HTTP等
プレゼンテーション層		
セッション層		
トランスポート層	トランスポート層	TCP, UDP
ネットワーク層	インターネット層	IP, ICMP等
データリンク層	ネットワークアクセス層	イーサネット等
物理層		

TCP/IP: インターネットで使うプロトコルの総称(TCP/IP ≠ TCP and IP)。
インターネット層は、IPによるホスト間通信(コネクション、送達確認などが無い)
OSI参照モデルのネットワーク層(X.25)とは、異なるため、層の名称が異なる。
トランスポート層は、ホスト間通信(TCPは、コネクション、送達確認などを行う)
セッション層以上は、アプリケーション毎に規定
DoD: United States Department of Defense (米国防総省)

メールの転送・受け取りのプロトコル

SMTP: Simple Mail Transfer Protocol (メールサーバにメールを転送するプロトコル)
POP3: Post Office Protocol version 3 (メールサーバからメールを受取るプロトコル)
どちらも、トランスポート層プロトコルにはTCPを使用する



- ①送信者クライアントから送信者メールサーバにメールを送る(SMTP)
- ②送信者メールサーバから受信者メールサーバにメールを送る(SMTP)
- ③受信者クライアントから受信者メールサーバにメールを取りに行く(POP3)

SMTP (Simple Mail Transfer Protocol)

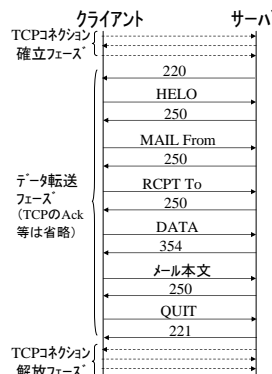
クライアントのコマンド（一部）

HELO	通信の開始
MAIL from	メール送信の通知
RCPT to	メール宛先の指定
DATA	メール本文の開始
QUIT	終了

サーバのレスポンス(一部)

220	準備完了
221	切断
250	コメント正常実行
354	メール本文入力待ち

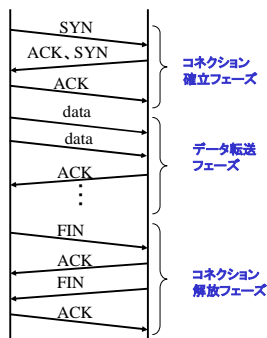
クライアントとメールサーバのプロセス間にセッションを設定し、半二重通信を行う機能（OSI参照モデルのセッション層に相当）



重要: TCPのコネクション管理

第9回のスライド*

スリーウェイハンドシェイク
(three-way handshake)
この中でシーケンス番号の初期値、
最大セグメント長(オプション利用)等を決定



(参考) フラグの制御情報
URG: 緊急ポート
ACK: 応答、送達確認
PSH: プッシュ機能
RST: コネクションのリセット
SYN: コネクションの確立
FIN: コネクションの切断

参考:メール本文の構成

From: bar@sender.nihon-u.ac.jp
To: foo@dest.nihon-u.ac.jp
Reply-to: bar @ sender.nihon-u.ac.jp
Date: Mon, 26 Sep 04 14:Z5:30 JST
Subject: test

This is a test mail.
Lectures in computer network
number 10 application protocol } 本文

メッセージは、文字から構成される
空行を挟んでヘッダと本文に分かれる
本文は、メッセージそのものの
ヘッダは、メッセージに関する情報
キーワード+「:」で始まる
必須キーワード (From, To など) とオプション (Subject など) がある

フィールド名	役割
Date	メッセージ作成日時
From	送信者の氏名とメールアドレス
Reply-To	メールの返信先メールアドレス
To	宛先の氏名とメールアドレス
Cc	カーボンコピー先の氏名とメールアドレス
Subject	メールのタイトル
Received	メールのトレース情報

MIME

- [illegible]

WWWに用いるプロトコルとアドレス

情報転送のプロトコル

HTTP:HyperText Transfer Protocol

トランスポート層には、TCPを用いる

アプリケーションデータの記述方法

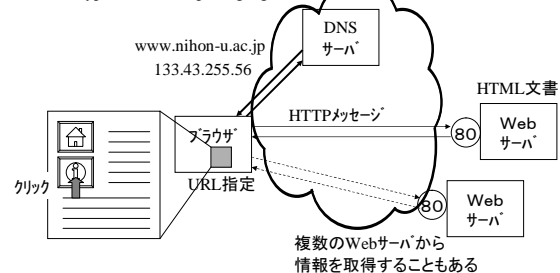
HTML:HyperText Markup Language

アドレス

URL(Uniform Resource Locator)

<http://www.nihon-u.ac.jp/index.html>

スキーム	ホスト名	パス名
1	10.10.10.10	/
2	10.10.10.10	/
3	10.10.10.10	/
4	10.10.10.10	/
5	10.10.10.10	/
6	10.10.10.10	/
7	10.10.10.10	/
8	10.10.10.10	/
9	10.10.10.10	/
10	10.10.10.10	/
11	10.10.10.10	/
12	10.10.10.10	/
13	10.10.10.10	/
14	10.10.10.10	/
15	10.10.10.10	/
16	10.10.10.10	/
17	10.10.10.10	/
18	10.10.10.10	/
19	10.10.10.10	/
20	10.10.10.10	/
21	10.10.10.10	/
22	10.10.10.10	/
23	10.10.10.10	/
24	10.10.10.10	/
25	10.10.10.10	/
26	10.10.10.10	/
27	10.10.10.10	/
28	10.10.10.10	/
29	10.10.10.10	/
30	10.10.10.10	/
31	10.10.10.10	/
32	10.10.10.10	/
33	10.10.10.10	/
34	10.10.10.10	/
35	10.10.10.10	/
36	10.10.10.10	/
37	10.10.10.10	/
38	10.10.10.10	/
39	10.10.10.10	/
40	10.10.10.10	/
41	10.10.10.10	/
42	10.10.10.10	/
43	10.10.10.10	/
44	10.10.10.10	/
45	10.10.10.10	/
46	10.10.10.10	/
47	10.10.10.10	/
48	10.10.10.10	/
49	10.10.10.10	/
50	10.10.10.10	/
51	10.10.10.10	/
52	10.10.10.10	/
53	10.10.10.10	/
54	10.10.10.10	/
55	10.10.10.10	/
56	10.10.10.10	/
57	10.10.10.10	/
58	10.10.10.10	/
59	10.10.10.10	/
60	10.10.10.10	/
61	10.10.10.10	/
62	10.10.10.10	/
63	10.10.10.10	/
64	10.10.10.10	/
65	10.10.10.10	/
66	10.10.10.10	/
67	10.10.10.10	/
68	10.10.10.10	/
69	10.10.10.10	/
70	10.10.10.10	/
71	10.10.10.10	/
72	10.10.10.10	/
73	10.10.10.10	/
74	10.10.10.10	/
75	10.10.10.10	/
76	10.10.10.10	/
77	10.10.10.10	/
78	10.10.10.10	/
79	10.10.10.10	/
80	10.10.10.10	/
81	10.10.10.10	/
82	10.10.10.10	/
83	10.10.10.10	/
84	10.10.10.10	/
85	10.10.10.10	/
86	10.10.10.10	/
87	10.10.10.10	/
88	10.10.10.10	/
89	10.10.10.10	/
90	10.10.10.10	/
91	10.10.10.10	/
92	10.10.10.10	/
93	10.10.10.10	/
94	10.10.10.10	/
95	10.10.10.10	/
96	10.10.10.10	/
97	10.10.10.10	/
98	10.10.10.10	/
99	10.10.10.10	/
100	10.10.10.10	/



WWWでの通信例

GET http://www...html

200 OK

MIMEヘッダ類似の情報

HTMLテキスト

GET http://www...gif

200 OK

MIMEヘッダ類似の情報

GIF画像

情報要求(セッション層に相当)

肯定応答(セッション層に相当[応答])

符号化情報(プレゼンテーション層に相当)

データ(アプリケーション層に相当)

<HTML>

情報要求(アプリケーション層に相当)

肯定応答(セッション層による応答に相当)

符号化(プレゼンテーション層に相当)

+データ(アプリケーション層に相当)

</HTML>

IPアドレスとドメイン名

IPアドレス

コンピュータが通信相手を一意に特定:(例 133.43.28.1)

ドメイン名

人間がわかりやすいコンピュータの名前:(例 www.ce.nihon-u.ac.jp)

日本大学(本部)WWWサーバ

FQDNwww.nihon-u.ac.jp

IPアドレス133.43.255.56

日本大学工学部WWWサーバ

FQDNwww.ce.nihon-u.ac.jp

IPアドレス133.43.28.1

URLの指定方法:どちらも同じ内容にアクセス可

FQDNhttp://www.ce.nihon-u.ac.jp/

IPアドレスhttp://133.43.28.1/

DNS(Domain Name System)

DNS:ドメイン名を管理するシステム

ポート番号は53、トランスポート層には、UDPを使用

注:プロトコル名は、Domain Namesだが、DNSの方が、一般的

IPアドレスとFQDNを対応させる

正引き... FQDN → IPアドレス

逆引き... IPアドレス → FQDN

ドメイン名空間およびリソースレコード

木構造のドメイン名およびデータ(アドレス)

ネームサーバ

上記を保持し、自動配信するためのサーバ。

リゾルバ

ネームサーバから情報を引き出すためのクライアント

DNSによるIPアドレスの解決

rootから順に問合せる。問合せ結果は、ネームサーバのキャッシュに格納。

次回以降は、キャッシュされているIPアドレスを応答し、rootには問合せない。

www.nihon-u.ac.jpのIPアドレス?

jpネームサーバのIPアドレス

ac.jpネームサーバのIPアドレス

nihon-u.ac.jpネームサーバのIPアドレス

www.nihon-u.ac.jpのIPアドレス

root

jp

kr

ac

co

nihon-u

u-aizu

問い合わせ

リゾルバ(スタブリゾルバ)

問い合わせ

アプリケーション

応答

応答

www.nihon-u.ac.jpと通信したい!

参考:ルートネームサーバ

世界中で13個(日本には1個)

設置場所などは秘密

2007年10月24日にL.ROOTサーバのIPアドレス変更

同一IPアドレスのサーバを複数台設置して、負荷分散しているらしい。

A.ROOT-SERVERS.NET. 5w6d16h IN A 198.41.0.4

H.ROOT-SERVERS.NET. 5w6d16h IN A 128.63.2.53

C.ROOT-SERVERS.NET. 5w6d16h IN A 192.33.4.12

G.ROOT-SERVERS.NET. 5w6d16h IN A 192.112.36.4

F.ROOT-SERVERS.NET. 5w6d16h IN A 192.5.5.241

B.ROOT-SERVERS.NET. 5w6d16h IN A 128.9.0.107

J.ROOT-SERVERS.NET. 5w6d16h IN A 192.58.128.30

K.ROOT-SERVERS.NET. 5w6d16h IN A 193.0.14.129

L.ROOT-SERVERS.NET. 5w6d16h IN A 199.7.83.42

M.ROOT-SERVERS.NET. 5w6d16h IN A 202.12.27.33

I.ROOT-SERVERS.NET. 5w6d16h IN A 192.36.148.17

E.ROOT-SERVERS.NET. 5w6d16h IN A 192.203.230.10

D.ROOT-SERVERS.NET. 5w6d16h IN A 128.8.10.90

階層化とカプセル化

上位層のペケットを下位層のカプセル(ヘッダ、トレイラ)で包む

アプリケーション層

(HTTPデータ)

ヘッダ

データ

トランスポート層

(TCPセグメント)

ヘッダ

ヘッダ

データ

ネットワーク層

(IPデータグラム/ IPペケット)

ヘッダ

ヘッダ

ヘッダ

データ

データリンク層

(MACフレーム)

ヘッダ

ヘッダ

ヘッダ

ヘッダ

データ

トレイラ

物理層(ビット)

110011010100011111100010101000111100101

4