

計算機システム概論
ネットワークとプロトコル、
LAN とWAN (1)
2011/5/20

門林雄基

NAIST 奈良先端科学技術大学院大学

講義のポイント

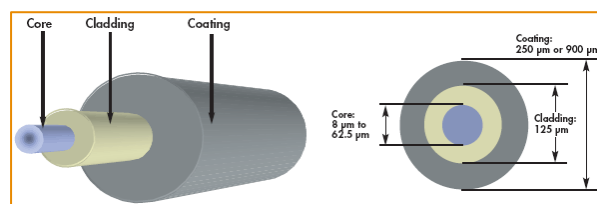
2

- どのようにして計算機同士をつなぐのか？
- プロトコルとは？
- どのようなネットワークがあるのか？
- インターネットとは

ネットワークの物理

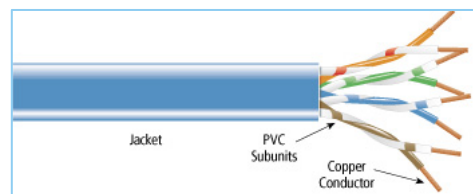
4 計算機をつなぐ媒体

- ケーブル
 - 光ファイバ



Source: siemon.com

- 銅線



Source: blackbox.com

- 無線

ケーブルとコネクタ

5



Source: aisan

□ 銅線

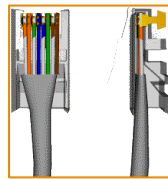
- UTP
- STP



Source: aisan

□ コネクタ

- RJ45
- RJ11



RJ45 connector.

Source: flukenetworks.com

□ 光ファイバ

- シングルモード
- マルチモード

□ コネクタ

- LC, SC, FC, MT-RJ...



SCコネクタ

LCコネクタ

Source: aisan.co.jp

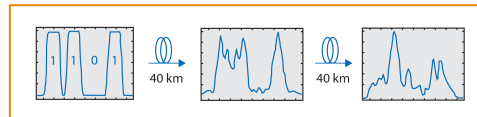
Copyright(C)2011 Youki Kadobayashi. All rights reserved. 11/05/20

ケーブルの速度、距離、コスト

6

速度	媒体	距離	コスト
10Gbit/s	光(シングルモード)	10 km	\$\$\$
10Gbit/s	銅線	10 m	\$\$
1Gbit/s	光(マルチモード)	550 m	\$\$
1Gbit/s	銅線	100 m	\$
1Mbit/s	銅線	4 km	\$

- 材質の違いも影響
- 石英 vs プラスチック



Source: cable360.net

Copyright(C)2011 Youki Kadobayashi. All rights reserved. 11/05/20

ケーブルの物理的制約

7

	銅線	光ファイバ	無線
減衰	XX		XXXX
減衰によるゆがみ	X	X	XX
雑音	XX	X	XXXX
曲げ		XX	
波長分散		X	XXXX
クロストーク	XX		XXXX
電磁干渉	XX		XXXX
エコー	XX		XXXX

- このため、無線における 54Mbit/s は、まずカタログ値通り出ないが有線における 1Gbit/s はカタログ値通り。

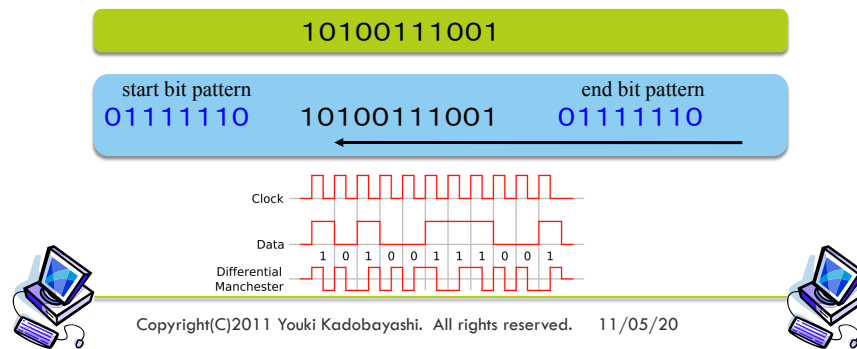
Copyright(C)2011 Youki Kadobayashi. All rights reserved. 11/05/20

計算機とネットワーク

計算機とネットワーク

9

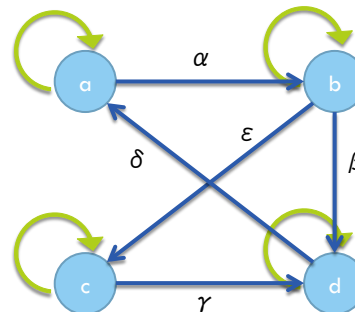
- 計算機
- ネットワークインターフェース またはホストアダプタ
- プロトコル



ネットワークの基本概念: プロトコル

10

- プロトコル(通信手順、通信規約)の3大要素:
 - ステートマシン(有限状態機械)
 - メッセージ
 - タイマ

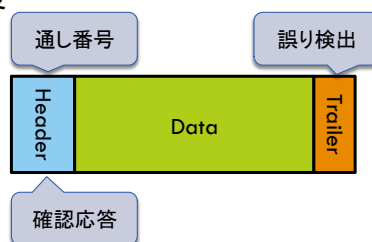


Copyright(C)2011 Youki Kadobayashi. All rights reserved. 11/05/20

プロトコルの基本構成

11

- 目標: 送信、再送、エラーからの回復
- さまざまな手段:
- メッセージ
 - ヘッダ、トレイラ
 - 誤り検出用の符号
 - 通し番号
 - 確認応答
- ステートマシン
 - ハンドシェイク(またはネゴシエーション)
 - 再送状態
 - エラー回復状態
- タイマ
 - タイムアウト



Copyright(C)2011 Youki Kadobayashi. All rights reserved. 11/05/20

さまざまなネットワーク

11/05/20

さまざまなネットワーク

13

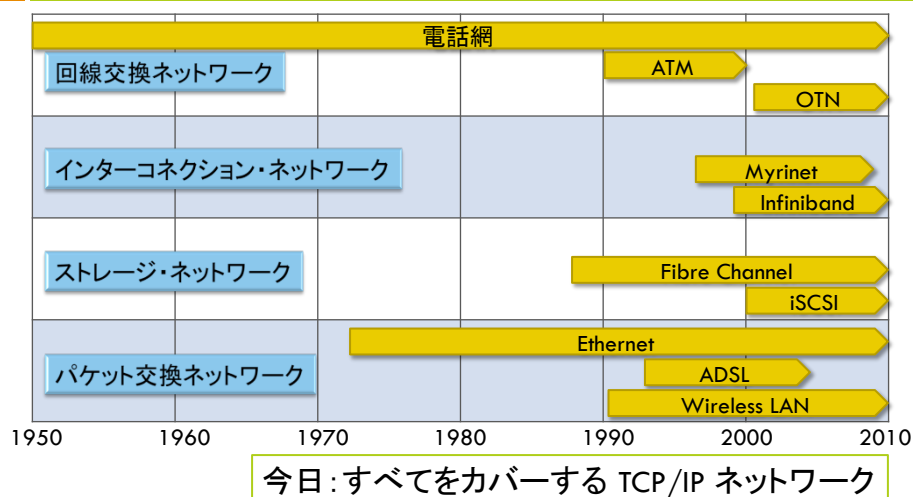
- 用途 家庭内・・・構内・・・広域
- 規模 2台・・・2000台・・・200万台
- 速度 1Mbit/s・・・100Mbit/s・・・10Gbit/s
- 密度 ラック内・・・ビル内・・・都市全体
- 接続形態 スター型・・・ツリー型・・・メッシュ状

- → さまざまなネットワークの呼び名
 - PSTN（電話網）
 - PAN（個人網）
 - LAN（構内網）
 - WAN（広域網）

Copyright(C)2011 Youki Kadobayashi. All rights reserved. 11/05/20

広義のネットワーク技術の系譜

14

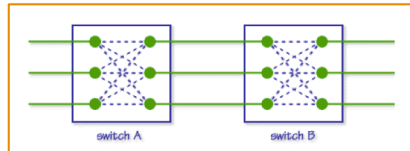


Copyright(C)2011 Youki Kadobayashi. All rights reserved. 11/05/20

回線交換ネットワーク Circuit-switched networks

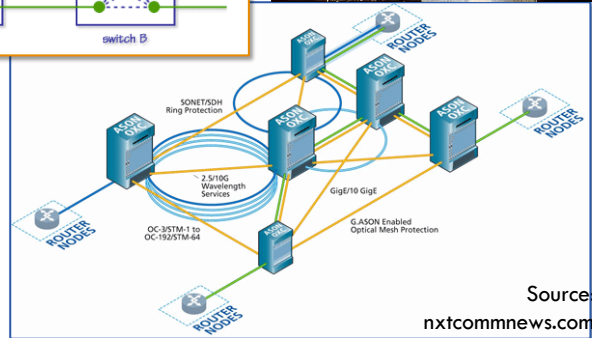
15

□ 電話網



□ ATM

□ OTN



Source:

nxtcommnews.com

Copyright(C)2011 Youki Kadobayashi. All rights reserved. 11/05/20

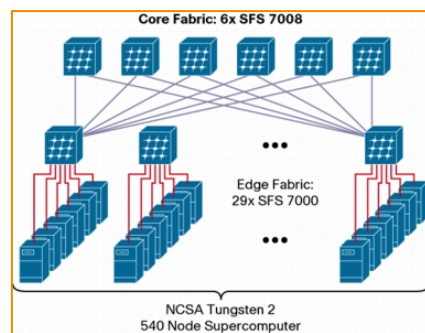


インターコネクション・ネットワーク Interconnection networks

16

□ Myrinet

□ Infiniband



Source: cisco.com



Source: cisco.com

Copyright(C)2011 Youki Kadobayashi. All rights reserved. 11/05/20

ストレージ・ネットワーク

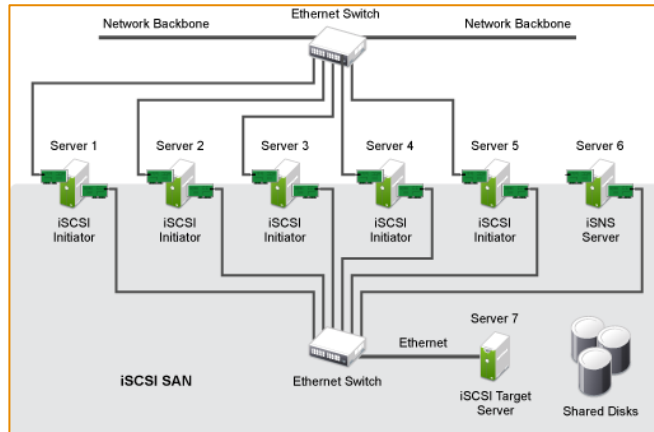
Storage networks

17

□ Fibre Channel

□ iSCSI

Source: OpenSUSE manual



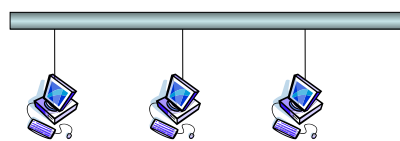
Copyright(C)2011 Youki Kadobayashi. All rights reserved. 11/05/20

パケット交換ネットワーク

Packet-switched networks

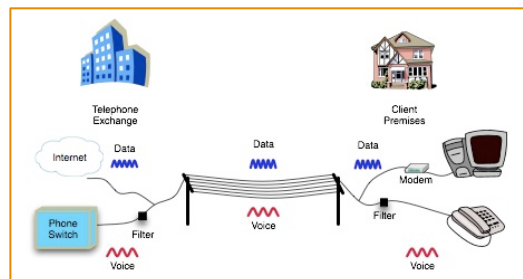
18

□ Ethernet



Source: alaxala.co.jp

□ ADSL



Source: clari.net.au

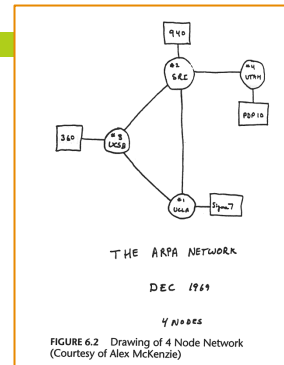
□ Wireless LAN

Copyright(C)2011 Youki Kadobayashi. All rights reserved. 11/05/20

様々なネットワークをつなぐ インターネット

19

- Networking → Internetworking
- 起源: ARPA 研究プロジェクト



- V. Cerf and R. Kahn, "A Protocol for Packet Network Intercommunication", IEEE Trans on Comms, Vol. Com-22, No. 5, May 1974.

Copyright(C)2011 Youki Kadobayashi. All rights reserved. 11/05/20

インターネットの特徴

20

End to end 原則

• どこでも通信できる

階層化された
プロトコル設計

• シンプルで理解しやすい

透明性の原則

• 正確な知識があれば誰でも障害診断ができる

開かれた仕様

• 誰でも互換性のある製品をつくることができる

開かれた参照実装

• 互換性テストや研究開発のコストを減らせる

- インターネット技術に基づく、数多くの目的特化型ネットワーク
 - 3GPP, NGN, smart grid, HIN ...

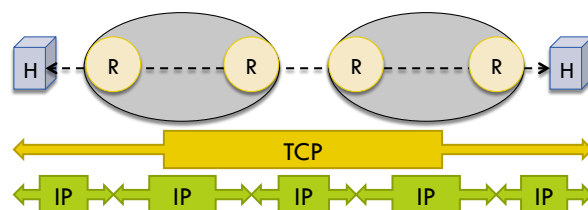
Copyright(C)2011 Youki Kadobayashi. All rights reserved. 11/05/20

インターネットの 通信プロトコル

インターネットの通信プロトコル

22

- TCP/IP
- インターネットにおけるデファクト標準プロトコル
- 2種類のノードを想定
 - ルータ (中継ノード)
 - ホスト (終端ノード)



Copyright(C)2011 Youki Kadobayashi. All rights reserved. 11/05/20

IP: Internet Protocol

23

- グローバルに一意的なアドレス空間
- 階層的な番号付与
- より大きなアドレスを求め IPv4 (32bit) から IPv6 (128bit) へ

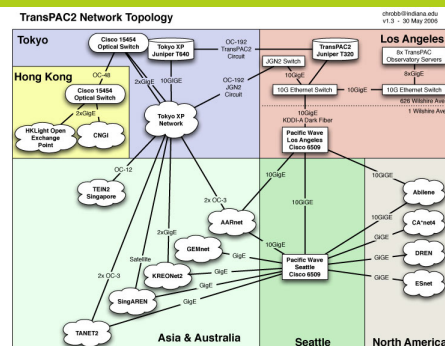
- 非常に単純なプロトコル
 - 送受信、ヘッダ、ビット誤りの検出のみ
- ステートマシンを持たない
 - ハンドシェイク、再送、エラー回復などは他に任せる
 - このため信頼性ある通信を提供しない

Copyright(C)2011 Youki Kadobayashi. All rights reserved. 11/05/20

IP がネットワークをつなぐ

24

- 例:
 - NAIST
 - WIDE
 - T-LEX
 - TransPAC2
 - Pacific Wave
 - ISI
- グローバルなアドレス割り当て情報に基づく
最短経路検索 → 経路制御



Copyright(C)2011 Youki Kadobayashi. All rights reserved. 11/05/20

TCP: Transmission Control Protocol

25

- IP の上に、信頼性ある通信路を提供する
- 通信速度の違いに追従する
 - 遅延と帯域幅の推定
- ただし IPパケットの欠損に非常に敏感

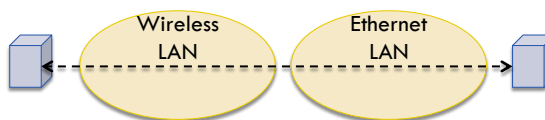
Copyright(C)2011 Youki Kadobayashi. All rights reserved. 11/05/20

TCP が性能ギャップを埋める

26

□ 例)

	遅延	帯域幅	ロス率
Wireless LAN	1 ms	10Mbit/s	2%
Ethernet	0.1 ms	1Gbit/s	0%



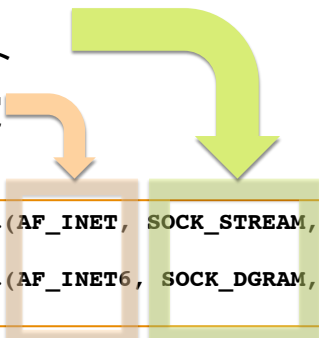
- TCPはどのようなネットワークでもそれなりの性能を発揮するが、いつも最適な性能を発揮するわけではない

Copyright(C)2011 Youki Kadobayashi. All rights reserved. 11/05/20

27 計算機における通信プロトコルの抽象化

Socket API

- サービス種別の指定
 - Stream - 仮想回線
 - Datagram - パケット
- IPバージョンの指定



```
s = socket(AF_INET, SOCK_STREAM, IPPROTO_TCP)
t = socket(AF_INET6, SOCK_DGRAM, 0)
```

Copyright(C)2011 Youki Kadobayashi. All rights reserved. 11/05/20

28 まとめ

- 計算機同士をつなぐ
 - ケーブル
 - プロトコル
- さまざまなネットワーク
 - 回線交換網、パケット交換網
- インターネットの特徴
 - TCP/IP プロトコルの特徴

Copyright(C)2011 Youki Kadobayashi. All rights reserved. 11/05/20